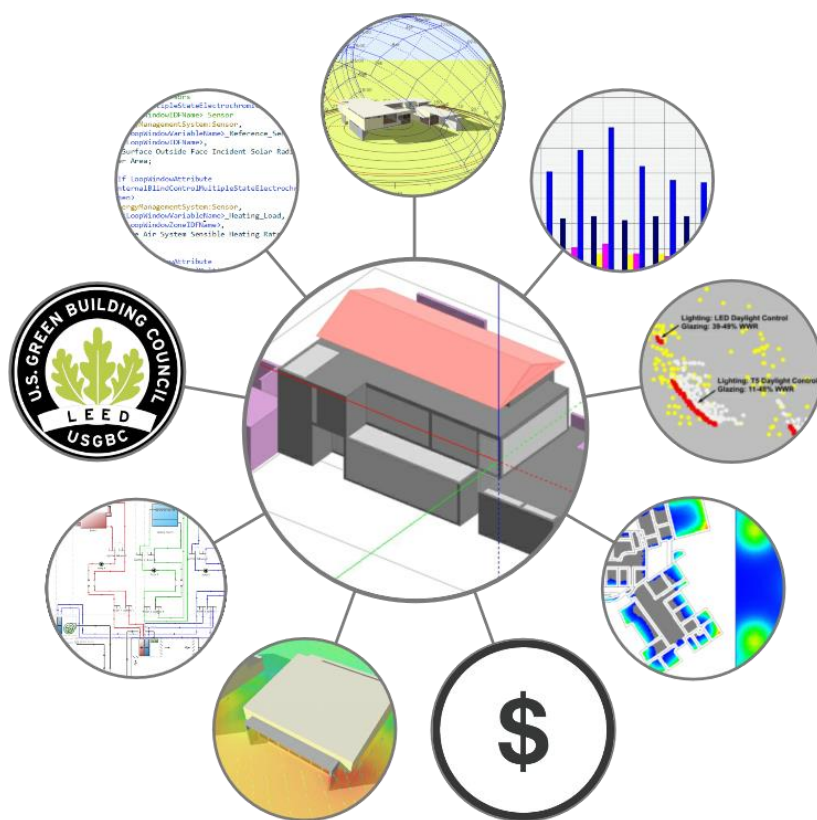


# Manual de ayuda DesignBuilder en español

Versión del programa: 5 / Versión del manual: 2017.03.03

Por: Arturo Ordoñez García



safe creative



1 703030 900331  
INFO ABOUT RIGHTS



Este manual es una traducción y adaptación desarrollada por **Sol-Arq** a partir del manual en inglés ofrecido por **DesignBuilder Ltd.** Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización expresa.

**Sol-Arq** no asume responsabilidad legal alguna por resultados derivados del uso de la información contenida en este documento. La aplicación de esta información es responsabilidad exclusiva del usuario.

# 1. Introducción

DesignBuilder es un programa especializado en la simulación energética y medioambiental de edificios. Sus avanzadas prestaciones permiten evaluar aspectos como los niveles de confort, los consumos de energía y las emisiones de carbono. Concebido para facilitar los procesos de simulación, el programa ofrece diversos módulos de análisis integrados entre sí para lograr flujos de trabajo más productivos y eficientes.

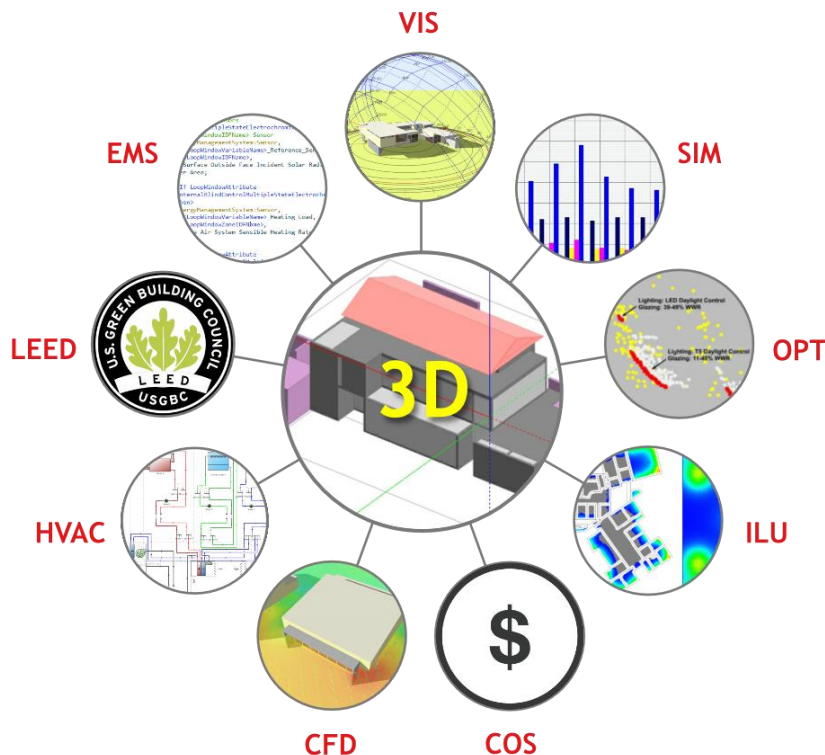
Este manual explica los principales procedimientos para usar DesignBuilder y poner en práctica los diferentes tipos de análisis que ofrece. Es recomendable que antes de comenzar a usar el programa lea la sección **Conceptos básicos**.

Puede visitar los siguientes sitios para conocer las últimas noticias acerca del programa, así como para obtener actualizaciones y nuevos productos:

- [DesignBuilder Inglaterra](#)
- [DesignBuilder Latinoamérica \(Sol-Arq\)](#)
- [DesignBuilder España \(Aurea Consulting\)](#)

## 1.1. Estructura modular del programa

DesignBuilder tiene una estructura modular organizada en torno a un avanzado **modelador 3D**, que funciona como núcleo. Actualmente el programa dispone de 9 módulos, cada uno de los cuales ofrece un tipo de análisis específico. Los módulos se complementan entre sí para facilitar el análisis integral del desempeño energético, medioambiental y económico de los edificios.



El módulo **Visualización**, basado en la tecnología *OpenGL*, ofrece un entorno en el cual los modelos virtuales se muestran en forma de perspectivas renderizadas, es decir, con texturas foto-realistas. Esta función no solo permite generar imágenes que enriquecen los reportes de análisis y amplían los recursos de comunicación con el cliente, sino que constituye una valiosa herramienta para estudiar el impacto del soleamiento en el edificio. El módulo incluye diagramas de recorridos solares 3D de acuerdo a la ubicación geográfica de cada proyecto.

El módulo **Simulación** integra el motor de cálculo de **EnergyPlus**, que ha sido desarrollado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE). Se trata de una de las herramientas de su tipo más avanzadas del mundo. Mediante el módulo **Simulación** es posible desarrollar simulaciones dinámicas avanzadas en tiempo real, empleando archivos de datos climáticos horarios, así como cálculos de dimensionamiento de los sistemas HVAC. Puede ser usado para análisis tanto en modo mecánico (con sistemas HVAC) como en modo pasivo.

El módulo **Optimización** emplea algoritmos evolutivos para identificar con mayor facilidad y eficiencia las alternativas de proyecto que ofrecen el mejor desempeño en términos de coste, energía y/o confort, considerando un amplio rango de variables, objetivos y restricciones de diseño. Esto permite justificar decisiones de diseño en forma mucho más sólida y consistente que con las simulaciones estándar.

El módulo **Iluminación** es una excelente herramienta para evaluar y optimizar el uso de la luz natural en los edificios, estrategia que permite mejorar las condiciones de confort lumínico y al mismo tiempo reducir las cargas térmicas y los consumos energéticos asociados a la iluminación artificial. Mediante el motor de cálculo de **Radiance**, este módulo permite calcular parámetros del desempeño lumínico entre los que se encuentran los niveles de iluminancia y los factores de luz diurna. También permite generar informes de créditos para LEED, BREEAM y Green Star.

El módulo **Coste** permite evaluar las implicaciones económicas del desempeño energético y medioambiental de los edificios, considerando los costes de construcción y de la energía, así como los costes asociados a su ciclo de vida. Todo ello con base en el mismo modelo empleado para el análisis energético.

El módulo **CFD** (Dinámica Computacional de Fluidos) permite evaluar de manera efectiva y detallada las condiciones ambientales en los edificios, incluyendo aspectos como el movimiento del aire y la distribución de temperaturas. Emplea los mismos métodos que los programas de CFD genéricos, pero sin la necesidad de conocimientos altamente especializados. Los análisis CFD se pueden desarrollar con base en resultados obtenidos mediante el módulo **Simulación**.

El módulo **HVAC** ofrece una poderosa y flexible herramienta para acceder a las funciones avanzadas de análisis de sistemas HVAC que proporciona EnergyPlus, a partir de una interfaz gráfica amigable. Con éste módulo es posible simular un amplio rango de sistemas de calefacción, refrigeración y ventilación, así como modelar con gran detalle cada uno de sus componentes. Incluye todos los sistemas HVAC de referencia del estándar ASHRAE 90.1, que se usa en sistemas de certificación como LEED.

El módulo **LEED** ofrece una serie de funciones para evaluar el cumplimiento de los créditos de Energía (EAp2) del sistema de certificación LEED, mediante el modelado del edificio y sus sistemas conforme al Apéndice G del estándar ASHRAE 90.1 2007 y 2010. La versión 5 de



DesignBuilder permite generar automáticamente el edificio base a partir del edificio propuesto, así como simular simultáneamente las 4 orientaciones de referencia.

El módulo **EMS** (Energy Management System) permite incluir secuencias de comandos, o *scripts*, en las simulaciones, con el objeto de personalizar el comportamiento del edificio y sus sistemas. Esta herramienta amplía de manera significativa las de por sí extensas funciones de EnergyPlus, haciendo posible, por ejemplo, modelar controles avanzados de los sistemas de climatización, la ventilación natural, la iluminación y el acristalamiento.

## 1.2. Aprendiendo DesignBuilder

Aprender DesignBuilder no es una tarea complicada, pero, como cualquier *software* con su nivel de prestaciones, exige tiempo, dedicación, y una buena dosis de paciencia. Y sobre todo, mucha práctica. Aunque no es totalmente indispensable, tener unas bases teóricas sólidas sobre temas como los procesos de transferencia de calor en los edificios, las propiedades térmicas de los materiales y los cerramientos, el confort humano, el análisis climático y la caracterización de los sistemas HVAC ayuda bastante, sobre todo si se piensa usar el programa a nivel profesional.

Si se está iniciando en el uso de DesignBuilder es muy posible que desee empezar a usar el programa de inmediato. Eso está bien, pero le recomendamos hacer antes lo siguiente:

- Leer con detenimiento la sección **Conceptos básicos** de este manual de ayuda.
- Revisar los **videos tutoriales** desarrollados por **DesignBuilder España**.
- Revisar los **videos tutoriales** (en inglés) disponibles en el sitio de **DesignBuilder Inglaterra**.

Unos pocos minutos dedicados a la revisión de estos recursos significarán un importante ahorro de tiempo posteriormente.

Por otro lado, tanto **Aurea Consulting** (distribuidor del programa en España) como **Sol-Arq** (distribuidor del programa en Latinoamérica) ofrecen cursos de capacitación en el uso de DesignBuilder. Le invitamos a revisar sus respectivas páginas para que se informe sobre los próximos cursos:

- Cursos DesignBuilder con **Aurea Consulting**.
- Cursos DesignBuilder con **Sol-Arq**.

## 1.3. Conceptos básicos

En esta sección se describen algunos conceptos básicos con los que conviene familiarizarse antes de empezar a usar DesignBuilder en proyectos reales.

### Interfaz del programa

La interfaz de DesignBuilder ha sido diseñada con especial cuidado en la facilidad de uso. Cada pantalla tiene un propósito específico, el cual se describe en el panel **Información, Ayuda** (a la derecha de la pantalla). En dicho panel se incluye una descripción de los principales comandos relacionados con la pantalla actual, además de otra información relevante.

**Nota:** El panel **Información - Ayuda** solo se despliega cuando se encuentra activo el modo **Aprendizaje** en **Opciones del programa** (*Herramientas > Opciones del programa > Interfaz > Configuración de la interfaz*). Si se desea trabajar sin dicho panel (recomendado para usuarios avanzados) y/o tener acceso simultáneo al modelo 3D y a los datos del modelo, es necesario desactivar el modo **Aprendizaje**.

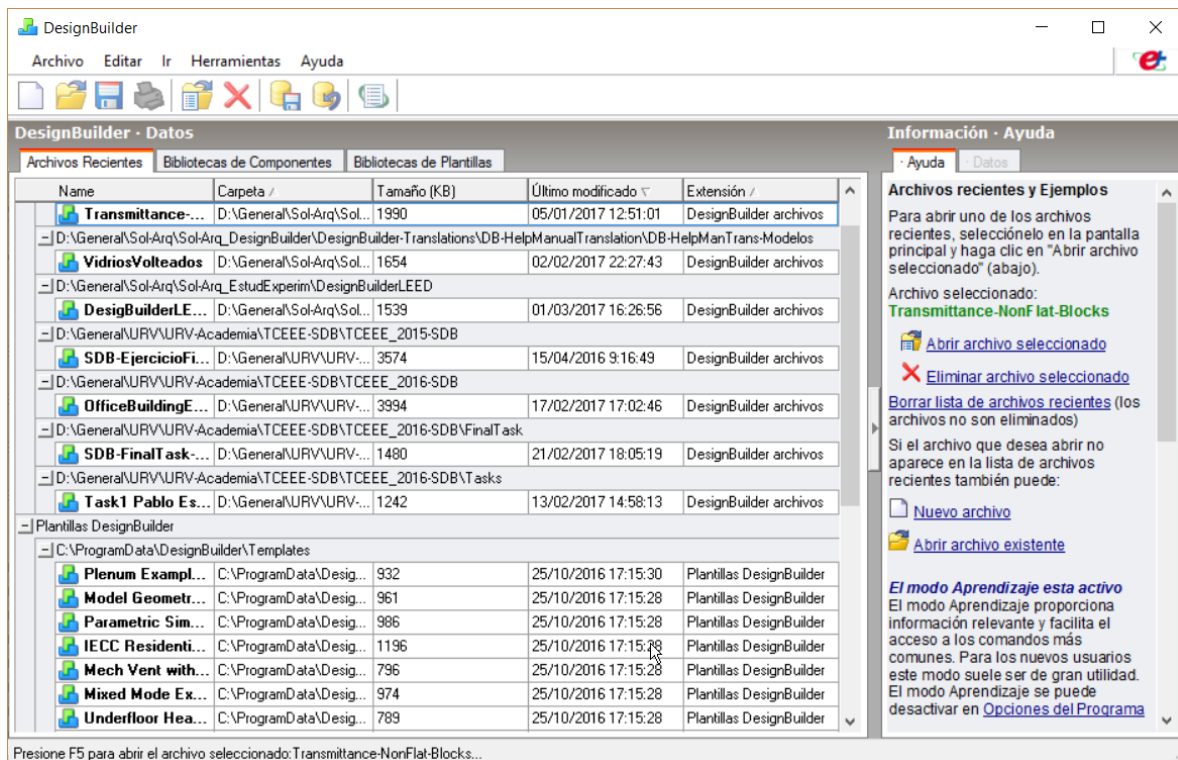
A continuación se describen las características de cada una de las pantallas de DesignBuilder:

- **Pantalla inicial.**
- **Pantalla de edición.**
- **Pantallas de visualización y análisis.**

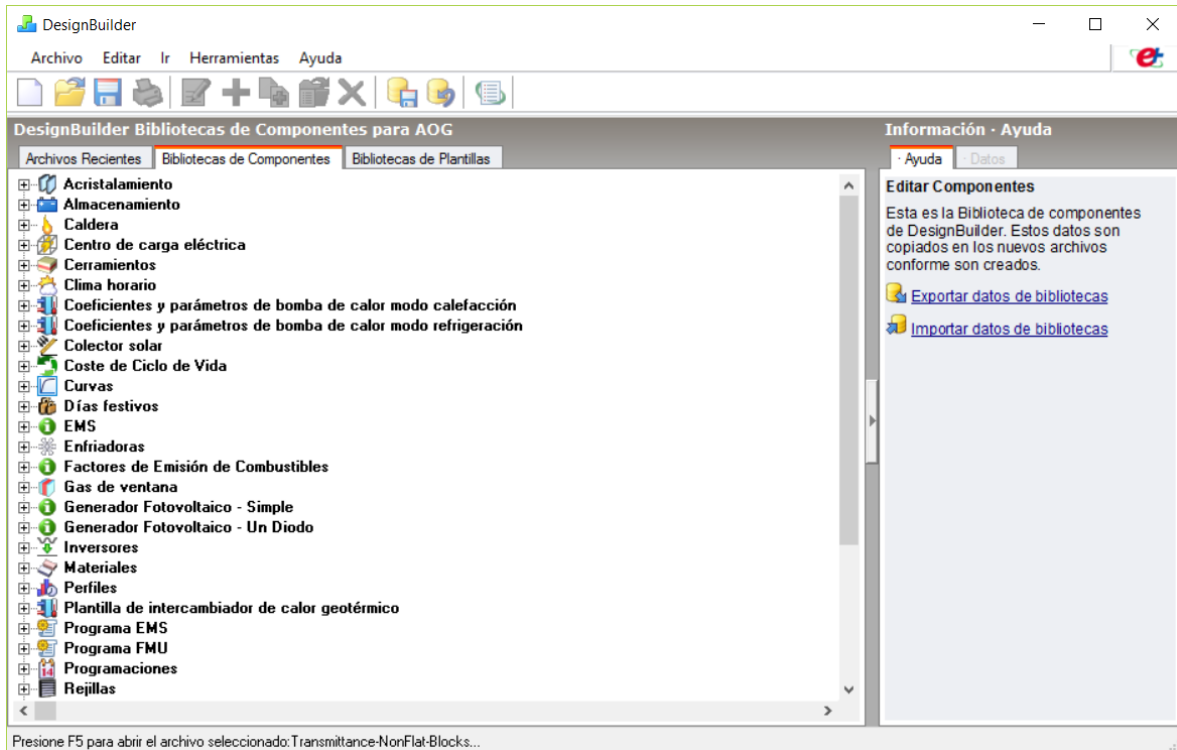
## Pantalla inicial

La pantalla inicial aparece cuando se abre directamente el programa, sin abrir un archivo DesignBuilder existente, o bien cuando se cierra un archivo sin salir del programa. Desde aquí se puede acceder a los archivos utilizados en sesiones de trabajo previas. Para abrir uno de los archivos se puede hacer doble clic en su nombre, o bien seleccionarlo con un solo clic y entonces activar el comando **Abrir archivo seleccionado** que aparece en el panel **Información - Ayuda**.

Como parte del listado de archivos, en la parte inferior se ubican los **Proyectos plantilla** que se cargan automáticamente con la instalación del programa. Estos archivos sirven como ejemplos de problemas específicos (por ejemplo el modelado de un muro Trombe), pero también se pueden emplear para iniciar un modelo nuevo con los principales datos y opciones ya configurados.



Las pestañas **Bibliotecas de componentes** y **Bibliotecas de plantillas** permiten acceder a la base de datos de **componentes** y **plantillas**, que son los objetos mediante los cuales se administra gran parte de la información de los modelos en DesignBuilder. Los componentes y plantillas disponibles en la pantalla inicial se cargan automáticamente en los nuevos modelos.

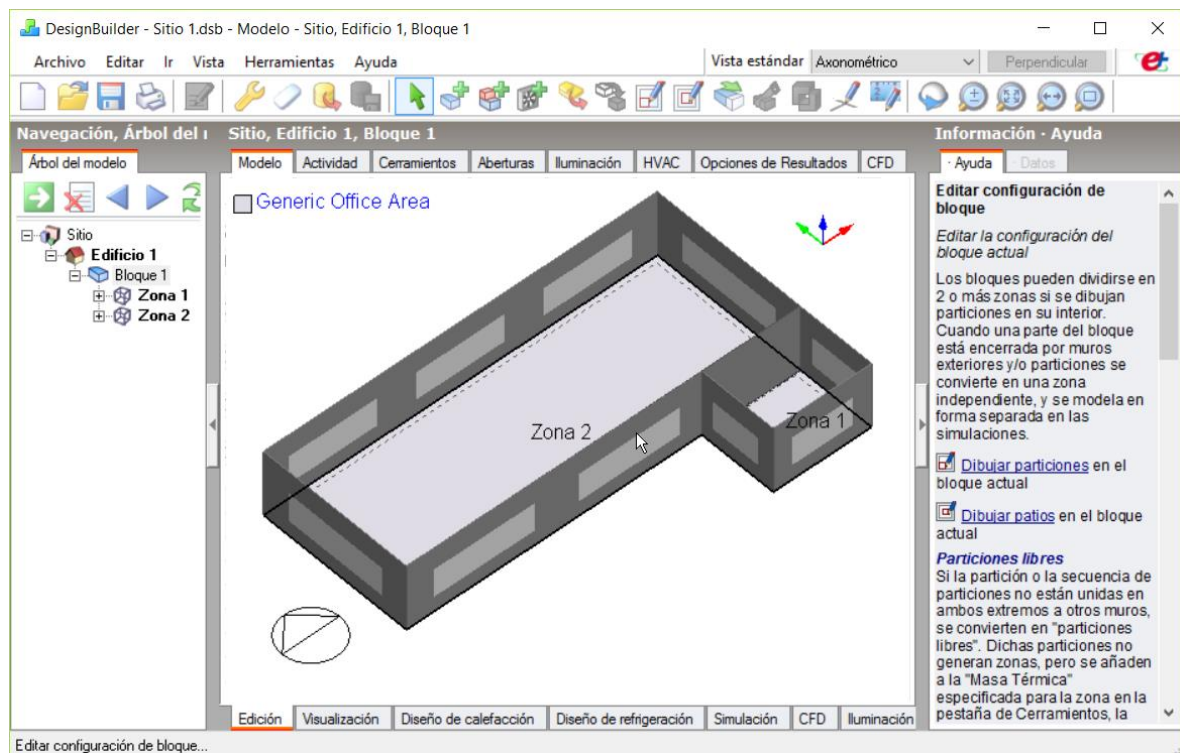


Desde esta pantalla también es posible crear un nuevo archivo, haciendo clic en **Crear nuevo archivo**, en el panel **Información, Ayuda**, haciendo clic en el ícono **Crear nuevo archivo** en la barra de herramientas, o yendo al menú *Archivo > Nuevo archivo*.

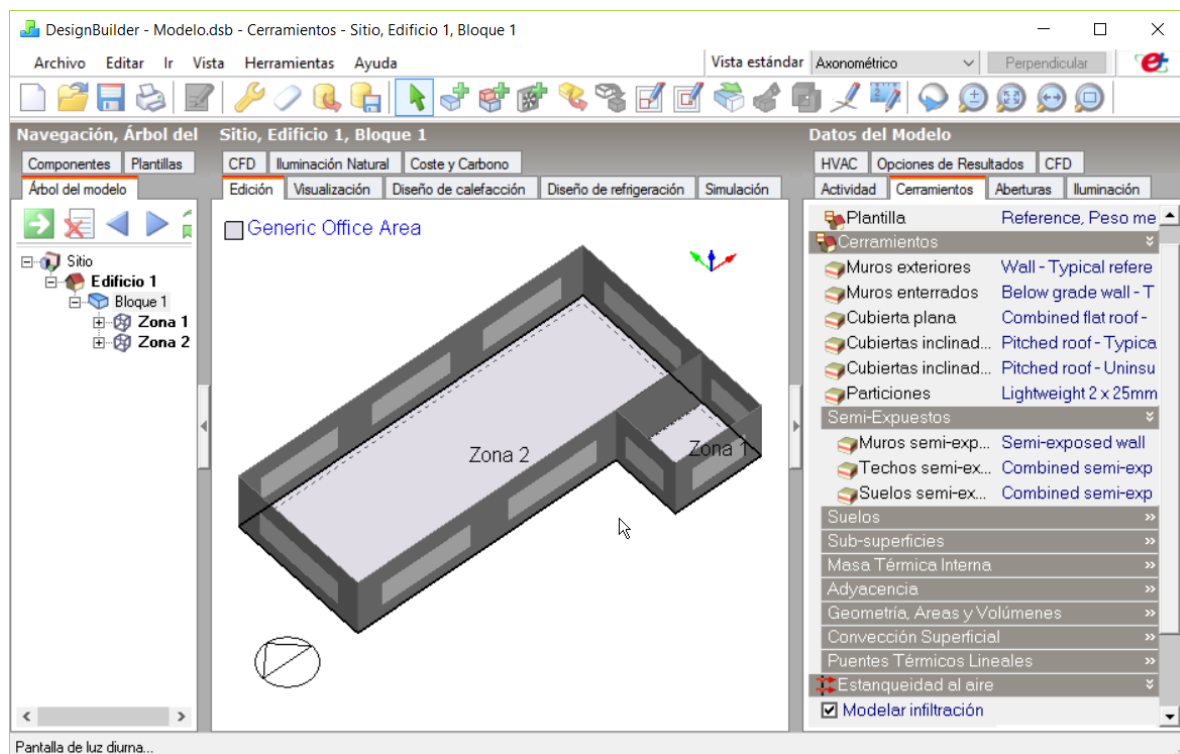
## Pantalla de edición

La pantalla de edición se muestra cuando se abre o se crea un archivo de DesignBuilder. Aquí se genera el modelo 3D del edificio (pestaña **Modelo**), se definen los datos del mismo (pestañas **Actividad**, **Cerramientos**, **Aberturas**, **Iluminación** y **HVAC**), se establecen los parámetros personalizados para los análisis CFD (pestaña **CFD**) y se indican los resultados que se desea generar con las simulaciones (pestaña **Opciones de resultados**). Desde aquí también es posible ir a los diversos módulos de análisis (pestañas **Visualización**, **Diseño de calefacción**, **Diseño de refrigeración**, **Simulación**, **CFD**, **Iluminación natural**, **Coste y carbono**).

Cuando el modo **Aprendizaje** se encuentra activo (*Herramientas > Opciones del programa > Interfaz > Configuración de la interfaz*), la pantalla de edición se organiza como se muestra en la imagen de abajo. En ese caso, a la izquierda aparece el panel de **Navegación**, donde podemos acceder al **Árbol del modelo** y al panel de **Opciones de dibujo** (cuando se ha activado algún comando de dibujo); en la parte central se muestra el modelo 3D y las diferentes secciones de datos del modelo; a la derecha aparece el panel de **Información**, que ofrece acceso a la mayoría de los **Datos** del modelo, así como a textos de **Ayuda** sobre los comandos que estamos utilizando.



En cambio, cuando el modo **Aprendizaje** se ha desactivado (*Herramientas > Opciones del programa > Interfaz > Configuración de la interfaz*) la pantalla de edición se organiza como se muestra en la siguiente imagen:



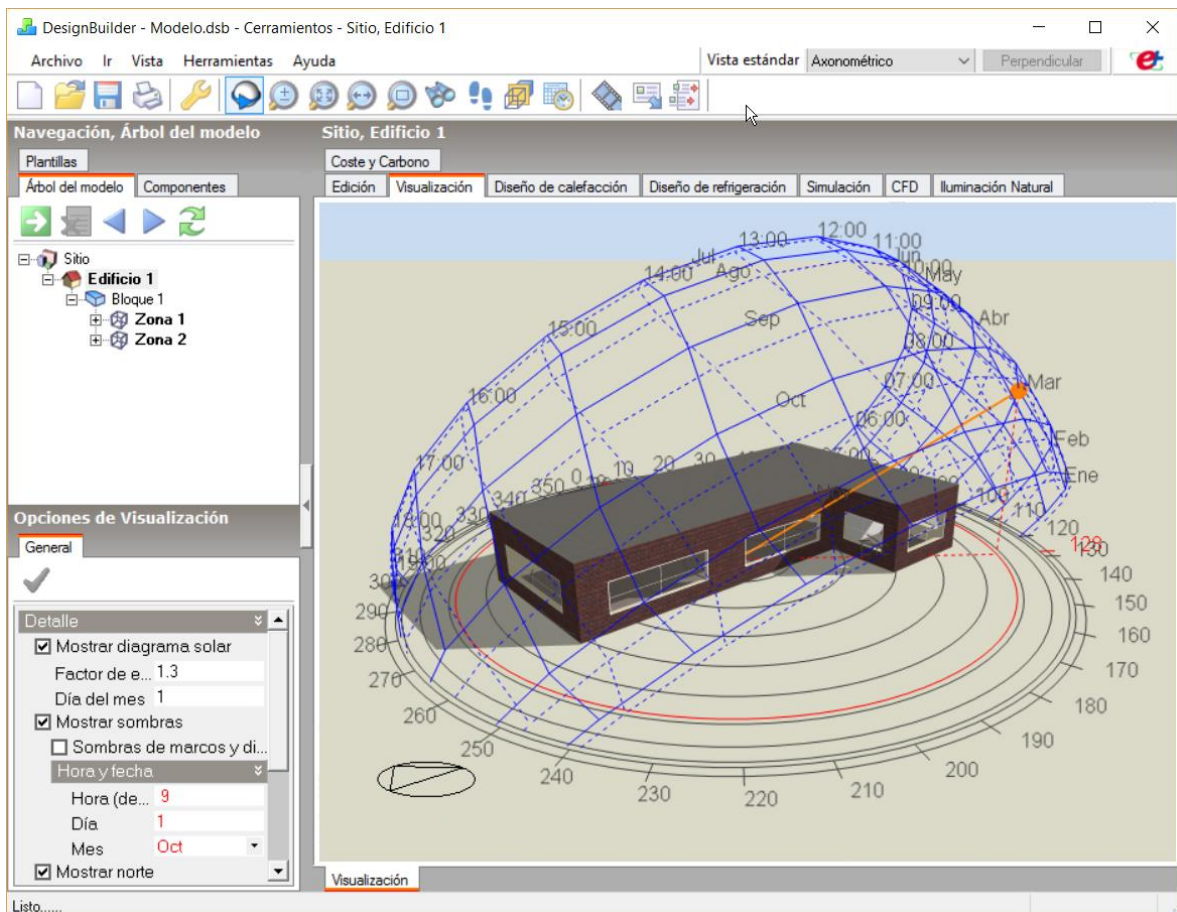
En este caso a la izquierda sigue apareciendo el panel de **Navegación**, pero el panel central siempre muestra el modelo 3D y ahora el panel de la derecha permite acceder a las pestañas de datos del modelo y la de opciones de resultados. El panel **Información · Ayuda** ya no se encuentra disponible.

## Pantallas de visualización y análisis

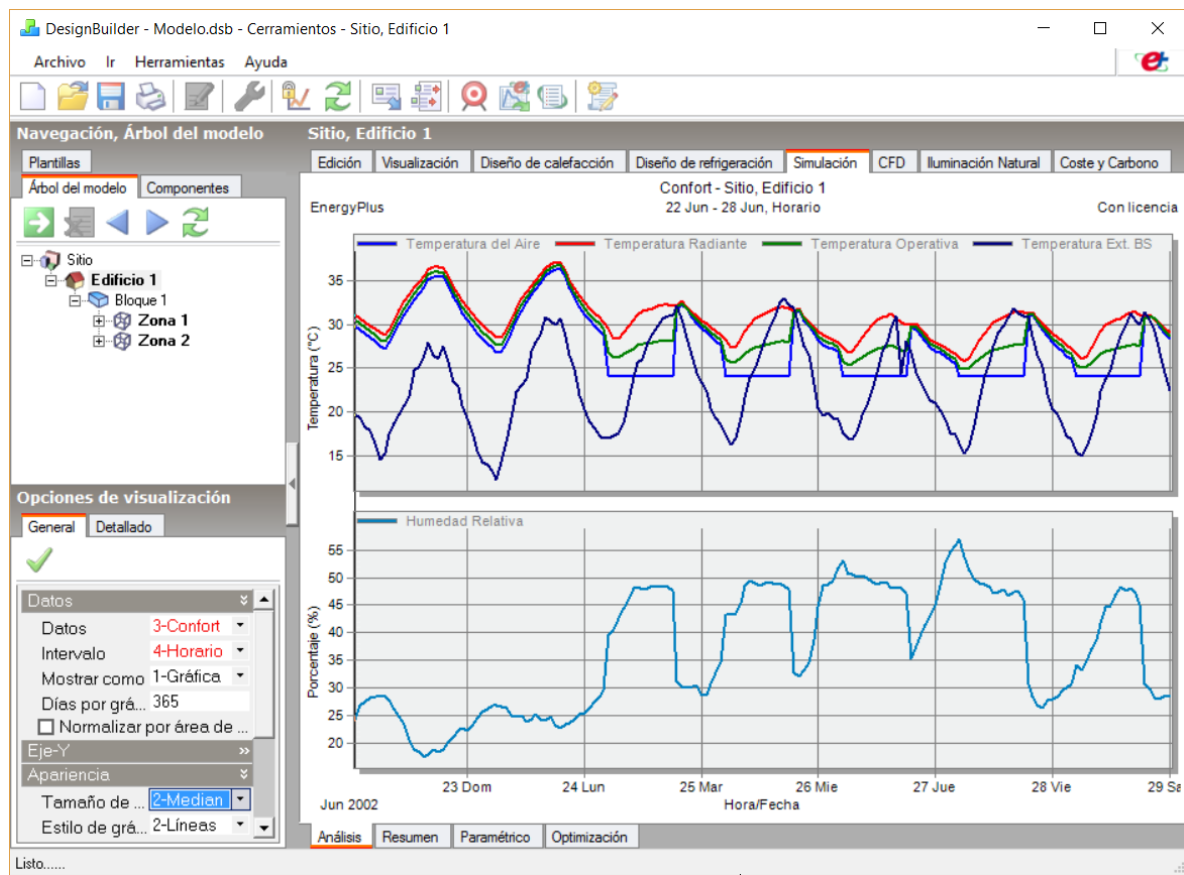
En la parte inferior o superior de la pantalla de edición (dependiendo si el modo aprendizaje se encuentra activo o no) se encuentra un grupo de pestañas que permiten acceder a las pantallas de visualización y análisis.

La pantalla de **Visualización** muestra el modelo 3D en forma renderizada y permite realizar estudios del soleamiento y el sombreado. Esto incluye la posibilidad de desplegar una gráfica tridimensional de recorridos solares, la cual permite cambiar fácilmente la posición del sol para cualquier momento del año.

Las pestañas restantes permiten acceder a los diferentes módulos de análisis que ofrece DesignBuilder y a los resultados correspondientes: **Diseño de calefacción**, **Diseño de refrigeración**, **Simulación**, **CFD**, **Iluminación natural** y Coste y carbono. Mediante la pestaña de Simulación se puede acceder también a los análisis de **Optimización**.







## Introducción al modelado 3D

A través de su interfaz gráfica DesignBuilder permite crear modelos tridimensionales de edificios con relativa facilidad. El concepto central del proceso de modelado es la creación de **bloques**. Se trata de formas geométricas básicas que se puedan ensamblar, mover y transformar fácilmente. Los bloques se generan dibujando perímetros en dos dimensiones sobre planos horizontales, verticales o inclinados, los cuales luego se extruyen para generar formas tridimensionales.

Los bloques se pueden **editar** mediante un conjunto de comandos: mover, copiar, reflejar, extender/estrechar, rotar, cortar. En las versiones más recientes de DesignBuilder también es posible aplicar operaciones geométricas **booleanas** como la Unión, donde 2 bloques se combinan en uno solo, Intersección, donde se crea un nuevo bloque a partir de la región compartida por dos bloques, y Sustracción, donde se resta un bloque de otro para formar uno nuevo. Todos estos comandos facilitan la creación de modelos incluso con una geometría compleja.

Es posible crear tres **tipos de bloques**:

**Bloques de edificio:** Permiten modelar una parte específica del edificio, generando automáticamente los cerramientos que la delimitan: muros exteriores, suelos, entresijos y/o techos. Un bloque de edificio contiene automáticamente una zona térmica, la cual posteriormente se puede dividir en varias zonas.

**Bloques de componente:** Generan bloques "sólidos" que pueden emplearse para modelar elementos accesorios del edificio, como balcones, salientes, pretilas, bardas e incluso

construcciones vecinas. Los bloques de componente no generan zonas térmicas, pero permiten considerar las obstrucciones solares que afectan al edificio, entre otras funciones.

**Bloques de contorno:** Se trata de bloques “auxiliares” que pueden ser manipulados fácilmente hasta lograr la forma geométrica deseada, y luego convertirse en bloques de edificio o de componente. Resultan especialmente útiles cuando se trabaja con modelos complejos.

Una vez generado un **bloque de edificio**, es posible dibujar **particiones** en su interior para dividirlo en dos o más zonas térmicas. Cada zona puede representar un espacio particular del edificio, o una agrupación de espacios con características similares. También es posible generar **particiones virtuales** para dividir los bloques en distintas zonas térmicas sin considerar la existencia de muros interiores. Por otro lado, los bloques de edificio se pueden “horadar” para generar **patios**.

**Nota:** Aun cuando se hayan añadido particiones, es posible estrechar, cortar o girar los bloques. Siempre que sea posible, la geometría interna del bloque se conservará.

Finalmente, es posible crear **aberturas** de cualquier forma y tamaño en muros exteriores, particiones, entrepisos y cubiertas. Las aberturas pueden ser de cuatro tipos distintos: ventanas, huecos, puertas y rejillas. Cada tipo de abertura cuenta con características particulares en términos de modelado energético. De igual manera es posible modelar **sub-superficies**, es decir, porciones de los cerramientos en las que cambia su composición.

**Nota:** Para realizar modelos 3D con eficiencia resulta fundamental aprender a usar con soltura los **controles de vista** y los **auxiliares de modelado**.

## Visualización y análisis solar

Mediante el módulo **Visualización**, DesignBuilder ofrece un entorno en el que los modelos virtuales se muestran como perspectivas renderizadas, es decir, con texturas foto-realistas. Esta función no solo permite generar imágenes que enriquecen los reportes de análisis y amplían los recursos de comunicación con el cliente, sino que proporciona valiosas herramientas para estudiar el impacto del soleamiento en el edificio. Al incluir las sombras en las vistas renderizadas es posible llevar a cabo estudios detallados de soleamiento para cualquier hora y día del año, evaluando:

- La forma en que el sol ingresa a los espacios interiores a través de las superficies transparentes.
- La efectividad de los elementos y dispositivos de sombreado.
- Las sombras arrojadas por elementos y edificaciones del entorno.

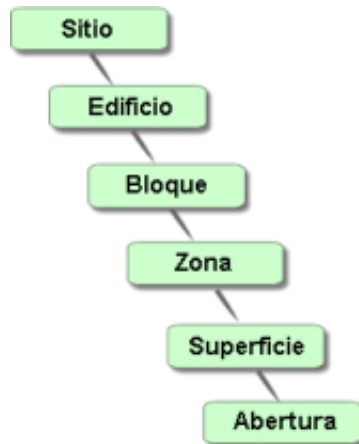
Desde la versión 3 del programa es posible incluir un **diagrama tridimensional** de recorridos solares, de acuerdo a la ubicación geográfica del sitio. Se trata de una herramienta de gran utilidad para efectuar análisis visuales del impacto de la radiación solar durante periodos específicos.

El módulo **Visualización** también ofrece la posibilidad de generar animaciones en formato AVI, ya sea con cámara orbitante (la cámara gira en torno al edificio) o con cámara fija (animación de sombras). Esta última opción permite complementar los estudios de soleamiento al mostrar la evolución de las sombras a lo largo de un día completo.



## Jerarquía del modelo y herencia de datos

En DesignBuilder tanto el modelo 3D como los datos asignados al mismo se organizan mediante una secuencia de niveles, los cuales se estructuran jerárquicamente como se muestra en la siguiente imagen:



A partir del nivel Edificio, la información se hereda a los niveles inferiores. Los bloques heredan información del nivel Edificio, las zonas lo hacen del nivel Bloque, las superficies del nivel Zona y las aberturas del nivel Superficie. Esta función permite, por ejemplo, hacer ajustes en el nivel Edificio que se aplicarán en todos los niveles, o realizar ajustes a nivel de bloque para cambiar los datos de todas las zonas y superficies del mismo. Por ejemplo, si los muros exteriores se establecen en el nivel Edificio como "Muro 01", entonces los muros exteriores de todos los bloques y zonas del edificio tendrán esa misma definición. Sin embargo, es posible cambiar de manera explícita la información heredada: si se asigna a uno de los bloques del edificio otro tipo de muro exterior, digamos "Muro 02", entonces los muros exteriores de este bloque y de las zonas que contiene serán definidos como "Muro 02", mientras que los muros exteriores de los demás bloques y sus zonas se mantendrán como "Muro 01". La misma lógica se aplica para el nivel Zona y el nivel Superficie.

Otro aspecto que es importante tener en cuenta es que los cerramientos predeterminados se heredan hasta el nivel Superficie, del que son tomados los datos correspondientes para las simulaciones. Esto significa que el muro exterior que se muestra en el nivel Superficie es el que finalmente define el cerramiento. Los datos de muros exteriores establecidos a nivel de Zona, Bloque y Edificio no tienen efecto en la modelización (solo facilitar los datos predeterminados para el nivel inferior de la jerarquía). El mismo concepto aplica para las aberturas, pero en ese caso los datos se heredan hasta el nivel Abertura.

DesignBuilder utiliza un código de colores para ayudar a identificar de donde se heredan los datos. Todos los datos establecidos en el nivel edificio, o definidos por el usuario en cualquier nivel inferior, aparecerán en rojo, mientras que los datos heredados de un nivel superior se muestran en azul. La siguiente imagen muestra un componente de muro exterior definido en el nivel Bloque (el resto de los cerramientos siguen heredando la información del nivel Edificio):



La forma más simple de saber de dónde se heredan los datos es comenzar en el nivel más bajo, el de Superficie o Abertura, y subir a los otros niveles hasta que los datos aparezcan en rojo. Este será entonces el nivel desde el que los datos han sido heredados.

El sistema de información jerárquica de DesignBuilder ofrece una manera eficiente de asignar datos a un modelo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que al realizar cambios en un determinado nivel esos cambios permanecerán, aunque luego se modifique la información en los niveles superiores. Volviendo al ejemplo anterior, si en el nivel edificio se asignan los muros exteriores "Muro02" todos los bloques que no hayan sido modificados previamente heredarán esa información, pero en el bloque en el que se asignó "Muro01" no habrá cambios.

Debido a la característica anterior se recomienda manejar la menor cantidad posible de información. Por ejemplo, si todas las zonas de un determinado bloque tienen el mismo tipo de actividad, digamos "Oficina", lo mejor es ingresar esta información una sola vez en el nivel bloque, y no múltiples veces en el nivel zona. De manera similar, si todas las particiones del edificio tienen la misma composición, entonces es recomendable asignar el tipo de partición en el nivel Edificio y permitir que todos los bloques y zonas hereden la información. Al manejar menos datos personalizados será más fácil y rápido hacer cambios posteriormente. Evidentemente es más fácil cambiar unos cuantos componentes en el nivel Edificio o Bloque que hacer múltiples modificaciones en el nivel Zona o Superficie.

De manera similar, la introducción de los datos de cerramientos se puede hacer superficie por superficie, pero en la práctica sería un proceso muy ineficiente. Es más rápido, y menos propenso a errores, definir los cerramientos lo más alto posible en la jerarquía. Incluso si un edificio tiene, por ejemplo, diferentes tipos de muros exteriores, conviene establecer en el nivel edificio el tipo de muro más usado y cambiar en niveles inferiores los menos usados.

**Nota:** La mayor parte de la información en el nivel Edificio es "información del usuario", ya que este nivel no hereda información del nivel Sitio.

Para deshacer cambios hechos por el usuario y volver a asignar los datos heredados de niveles superiores es posible usar el comando del menú *Editar > Reasignar datos heredados* (o hacer clic en el ícono correspondiente de la barra de herramientas). La función de este y otros mecanismos que pueden ser muy útiles en el proceso de asignación de datos del modelo se describe en la sección [Manejo eficiente de los datos](#).

En los siguientes apartados se explican otros aspectos básicos relacionados con la herencia de datos en la estructura jerárquica de DesignBuilder:

### Datos predeterminados

Las reglas básicas que regulan el uso de los datos predeterminados son las siguientes:

- Los datos de Cerramientos y Aberturas se toman del nivel Superficie. Esto significa que todos los datos de cerramientos y aberturas en el nivel Edificio, Bloque y Zona son solo parte del sistema de herencia jerárquica de datos.
- Los datos de Actividad, Iluminación, y HVAC se toman del nivel Zona. Esto significa que los datos de actividad, iluminación y HVAC en el nivel edificio y bloque son solo parte del sistema de herencia jerárquica de datos.

Una pregunta frecuente respecto al uso de DesignBuilder es "¿Por qué aparece un cerramiento de **Cubierta inclinada** en el nivel edificio, bloque o zona, en la pestaña de Cerramientos, cuando mi edificio en realidad no tiene cubiertas inclinadas?" La respuesta es que los datos de cubierta inclinada en los niveles de Edificio, Bloque y Zona deben ser pensados como configuración predeterminada para las cubiertas inclinadas que pueda haber en el modelo. Si no hay cubiertas inclinadas en el modelo, entonces simplemente los datos no se utilizan.

### Aberturas personalizadas

Cuando se dibujan **aberturas personalizadas** en el nivel Superficie se anulan los datos predeterminados de **Distribución de ventanas** para dicha superficie. En ese caso las ventanas generadas automáticamente como parte de la plantilla de distribución se convierten en aberturas personalizadas. Es posible volver a asignar la distribución predeterminada de ventanas mediante el comando **Reasignar datos heredados**, estando en la pestaña de edición del modelo 3D.

### Bloques de componentes

Cuando los **Bloques de componente** se ubican en el exterior heredan sus datos del nivel Edificio. Si se ubican dentro de un bloque heredan sus datos del nivel Bloque.

### Herencia de datos en particiones

La forma en que las particiones heredan sus datos depende de su ubicación en el modelo:

- **Particiones estándar.** Son las que separan zonas dentro de un bloque. Estas particiones heredan sus datos del nivel Bloque, ya que no los pueden heredar del nivel Zona porque hay 2 zonas adyacentes a la partición (las cuales pueden tener datos distintos).
- **Particiones entre bloques.** Son las que separan zonas ubicadas en diferentes bloques. Estas particiones heredan sus datos del nivel edificio, ya que no los pueden heredar del nivel Bloque porque hay 2 bloques adyacentes a la partición (los cuales pueden tener datos distintos).

## Navegación a través del modelo

DesignBuilder ofrece dos opciones principales para acceder a los diferentes niveles del modelo:

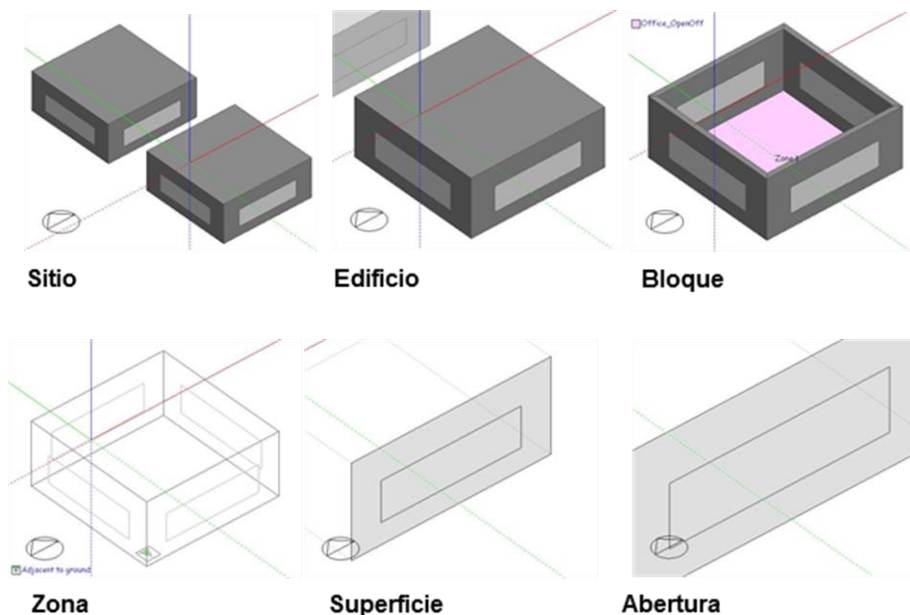
**a) Navegación mediante el Árbol del modelo.** Se puede acceder a los distintos niveles del modelo mediante el **Árbol** que aparece en el panel de **Navegación** (a la izquierda de la pantalla). Al hacer clic en el símbolo + de cada uno de los elementos, o doble clic en su nombre, el árbol se despliega para mostrar los elementos anidados. Basta con hacer un clic sobre el nombre de un elemento específico (por ejemplo el de una zona) para ir a ese nivel.

**b) Navegación a través del modelo.** Se puede ir al nivel inferior haciendo doble clic sobre un elemento del modelo en la **Pantalla de edición**. Por ejemplo, si se está en el nivel Edificio y se hace doble clic sobre uno de sus bloques se accede al nivel Bloque; si luego se hace doble clic sobre el suelo de una de las zonas del bloque se accede al nivel Zona, y así sucesivamente. De manera alternativa se puede seleccionar el elemento en el modelo con un solo clic (el elemento seleccionado cambia de color), y en el menú de clic derecho activar el comando *Ir a (nombre del elemento)*. Para proceder en sentido contrario, es decir, subir de nivel, se puede emplear el comando *Subir a (nombre del elemento)* que también está disponible en el menú de clic derecho.

**Notas:**

1. Para seleccionar correctamente una superficie desde el nivel Zona, ya sea con un clic o dos, es importante ubicar el cursor lo más cerca posible del centro geométrico de dicha superficie. Eso evita ir a una superficie equivocada.
2. Las teclas de navegación *Regresar <F4> o <F2>* y *Siguiente <F5>* permiten moverse secuencialmente a través de los niveles del modelo (excepto las superficies y las aberturas). Esta opción es más lenta, pero puede ser útil si se requiere moverse metódicamente a través del modelo.
3. Para navegar con mayor facilidad a través del modelo se recomienda asignar nombres personalizados a bloques y zonas. Para ello se selecciona el elemento haciendo clic sobre su nombre, y después de un breve tiempo se vuelve a hacer clic sobre él. Entonces el texto cambia a modo de edición.

Como se muestra en las siguientes imágenes, la apariencia del modelo cambia de acuerdo al nivel en el que se está:



## Componentes y Plantillas

Con el objeto de administrar los datos que definen las características de los edificios, DesignBuilder ofrece un sistema basado en bibliotecas de **Componentes y Plantillas**:

- Los **componentes** son paquetes de datos que describen elementos específicos del edificio: materiales, cerramientos, dispositivos de sombreado, vidrios, programaciones, entre muchos otros. Algunos componentes contienen a su vez otros componentes; por ejemplo, un componente **Muro exterior** tiene uno o más componentes de **Material**.
- Las **plantillas** son paquetes de datos que por lo general describen una parte significativa de las características del edificio: datos del lugar, actividad, cerramientos, iluminación, HVAC, entre otros. Suelen agrupar varios componentes, además de otros datos. Su mayor utilidad es que permiten cargar información en forma masiva al modelo y con ello agilizar el proceso de trabajo. Por ejemplo, al cargar la plantilla de **Cerramientos** "*Heavyweight, moderate insulation*" en el nivel Edificio, todos los cerramientos (muros exteriores, cubiertas, suelos exteriores) tendrán sistemas constructivos con elevada masa térmica y aislamiento medio.

El programa viene con una gran cantidad de componentes y plantillas, los cuales no se pueden eliminar ni editar. Sin embargo el usuario puede crear todos los componentes y plantillas que requiera, ya sea a partir de una copia de los existentes o desde cero. Además del hecho de que los componentes y plantillas creados por el usuario se almacenan en su propia computadora, es importante comprender algunos conceptos relacionados con su administración en DesignBuilder:

- Los componentes y plantillas creados en la **Pantalla inicial** "pertenecen" al programa y se denominan componentes y plantillas de las bibliotecas.
- Los componentes y plantillas de las bibliotecas se cargan automáticamente en cualquier nuevo modelo. En ese momento pasan a ser componentes y plantillas del modelo.
- Los componentes y plantillas creados con un modelo abierto pertenecen al modelo y se denominan componentes y plantillas del modelo. NO se guardan automáticamente en las bibliotecas.
- Si se desea guardar en las bibliotecas los componentes y plantillas creadas en un modelo es necesario, por ejemplo, exportar desde el modelo y luego importar en la pantalla inicial.
- De igual manera, si se desea cargar en el modelo componentes y plantillas creados posteriormente en la pantalla inicial, se exportan desde ahí y luego se importan con el modelo abierto. También se puede emplear el comando *Menú Herramientas > Importar datos de componentes y plantillas* de las bibliotecas al modelo (aunque se recomienda la opción anterior).

Para saber más sobre estos procedimientos se recomienda revisar la sección **Administración de bibliotecas**.

## Sobre el nivel de detalle

Si se desea optimizar los procesos de trabajo y los tiempos de simulación con DesignBuilder, es importante definir correctamente el nivel de detalle de los modelos, de acuerdo al tipo de análisis que se pretende desarrollar. Hay cuatro áreas en las que se debe poner especial atención: las

**Opciones del modelo**, el **modelo 3D**, los **Datos del modelo** y los **resultados de simulación**. A continuación se hacen algunas recomendaciones generales para cada una de ellas.

## Opciones del modelo

Las **Opciones del modelo** definen en gran medida su nivel de complejidad y detalle. Al respecto se recomienda establecer las opciones del modelo que requieren menor cantidad de información y/o que demandan menos tiempo de simulación. Por ejemplo:

- En las etapas de análisis iniciales, y cuando el objetivo sea evaluar estrategias principalmente arquitectónicas, use siempre la opción de **HVAC Simple**. Use la opción de **HVAC Detallado** sólo cuando requiera evaluar explícitamente sistemas de climatización específicos.
- Siempre que sea posible use la opción de **ventilación natural programada**. Deje la **ventilación natural calculada** sólo para aquellos casos en los que esta opción sea indispensable, siempre y cuando cuente con un archivo de clima horario que tenga datos de viento correctos. Incluso en este último caso, si va a desarrollar simulaciones para periodos largos (por ejemplo estacionales o anuales), se recomienda hacer simulaciones con ventilación natural calculada por periodos representativos cortos, y con los resultados obtenidos definir valores adecuados para definir y emplear la ventilación natural programada.
- Nunca use **Datos de ganancias detalladas**, a menos que se trate de un proceso de calibración o que el proyecto realmente lo exija.
- En las etapas de análisis iniciales puede usar la opción de sincronización **Día laborable**. Esto permite definir horarios de ocupación y funcionamiento de manera muy fácil.
- Siempre que sea posible seleccione la opción **Agrupar ventanas similares en una superficie**. Sin embargo, debe tomar en cuenta que esta opción no es viable cuando se modelan sistemas automatizados de control de la iluminación, ni cuando se emplea la opción de distribución solar **Completa interior y exterior**.
- Solo use la opción de distribución solar **Completa interior y exterior** cuando requiera estimar con precisión la radiación solar directa que atraviesa primero el acristalamiento exterior y luego el interior (por ejemplo en galerías acristaladas y doble fachadas).

## Modelado 3D

Uno de los errores más frecuentes al empezar a usar DesignBuilder es desarrollar modelos 3D demasiado detallados, incluyendo elementos que tienen escasa o ninguna influencia en el desempeño ambiental y energético de los edificios. Al respecto se recomienda lo siguiente:

- Use la menor cantidad posible de bloques y zonas, agrupando espacios con características arquitectónicas, de uso y climatización similares. Una menor cantidad de zonas significa menos superficies, lo cual suele disminuir bastante los tiempos de simulación.
- Simplifique la geometría. Evite, por ejemplo, entrantes y salientes de dimensiones reducidas, que tienen escaso impacto en el desempeño del edificio y sin embargo pueden hacer bastante más lentas las simulaciones.
- Además de las zonas térmicas, modele solo los elementos arquitectónicos que pueden tener un impacto significativo en el desempeño del edificio. Por ejemplo, se recomienda incluir balcones

o salientes que arrojan sombras importantes sobre la fachada, pero no elementos ornamentales como cornisas y molduras.

- Use siempre que pueda las plantillas de **distribución de ventanas**. Junto con la recomendación previa de agrupar ventanas similares en una superficie, esto puede simplificar bastante los procesos de modelado y simulación.
- Cuando sea posible, use **multiplicadores de zona** (pestaña Actividad) para representar varios espacios similares. Una aplicación típica de los multiplicadores de zonas son los edificios en altura en los que los niveles intermedios tienen características muy parecidas.

## Datos del modelo

En cuanto al manejo de los **Datos del modelo** se recomienda lo siguiente:

- Como se indica previamente, use preferentemente las **Opciones del modelo** que implican definir menos datos.
- Maneje la menor cantidad posible de información personalizada. Por ejemplo, si en todo el edificio hay solo unos pocos muros exteriores con características diferentes al resto, revise si es indispensable definir dichos muros de manera independiente.
- Trabaje con la mayor cantidad posible de información en los niveles jerárquicos superiores. Por ejemplo, si todos los cerramientos se definen desde el nivel edificio es mucho más fácil administrar dicha información.
- De preferencia ingrese los datos del modelo mediante **Plantillas**, y no modificando ítems específicos en las pestañas de datos. Esto no solo ayuda a mantener la integridad de los datos, lo que sobre todo con modelos complejos puede implicar ahorros de tiempo significativos (sobre todo en modelos grandes), sino que reduce las posibilidades de cometer errores.

## Resultados de simulación

Otro de los errores iniciales más comunes con DesignBuilder es solicitar una gran cantidad de resultados al efectuar simulaciones. Esto no solo hace más lento el inicio de los procesos de simulación y la lectura de los resultados, sino que puede generar archivos excesivamente grandes (e incluso provocar el bloqueo del programa). Le recomendamos aplicar los siguientes criterios:

- Nunca solicite resultados en **intervalos horarios** para periodos largos, a menos que sea realmente indispensable. Haga las simulaciones con intervalos horarios para periodos cortos y sólo cuando requiere revisar a detalle aspectos específicos del desempeño del edificio y los sistemas.
- No solicite resultados que realmente no necesita. Por ejemplo, si no requiere revisar las cargas latentes de las zonas, no active la casilla correspondiente en las **Opciones de resultados**.
- Nunca solicite resultados para Superficies y/o Aberturas, a menos que realmente requiera ese nivel de información. Y en ese caso se recomienda solicitar resultados solo para las superficies y aberturas pertinentes (en lugar de hacerlo para todo el edificio).



## 2. Modelado 3D

La configuración geométrica de los edificios constituye un aspecto fundamental para evaluar y predecir su desempeño energético. DesignBuilder ofrece un conjunto de herramientas y comandos para desarrollar modelos geométricos optimizados para el análisis energético de edificios. En términos generales, este es el flujo de trabajo:

1. Crear un **nuevo sitio** (lo cual se hace automáticamente al generar un **nuevo archivo**).
2. Crear un **nuevo edificio**.
3. Dibujar y modificar **bloques** para definir la geometría general del edificio.
4. Dividir los bloques en zonas térmicas mediante **particiones**.
5. Añadir **aberturas personalizadas** (cuando sea necesario) en el nivel Superficie.

En las siguientes secciones se explica los procedimientos, conceptos y criterios relacionados con el desarrollo de modelos 3D en DesignBuilder.

### 2.1. Crear un nuevo sitio

Para crear un nuevo sitio se debe activar la herramienta **Nuevo archivo**, ya sea desde la pantalla inicial del programa o desde un archivo abierto. En el entorno de DesignBuilder "Sitio" es sinónimo de archivo, ya que cada archivo contiene un sitio único (que a su vez puede tener varios edificios). Al activar la herramienta **Nuevo archivo**, desde la barra de herramientas o desde el menú *Archivo*, se abre un diálogo con dos pestañas cuyo contenido se describe a continuación.

- **Sitio**
- **Plantilla**

#### Nuevo archivo - Sitio

Puede seleccionar aquí una plantilla de Sitio, estableciendo con ello los datos de ubicación y la información climática para todos los edificios creados en el archivo. Una vez generado el archivo es posible cambiar la plantilla de Sitio, sobrescribiendo la que se ha especificado aquí, desde la pantalla de edición (pestaña Datos del Sitio, estando en el nivel Sitio).

En esta pestaña también puede indicar que el modelo será desarrollado conforme al **Apéndice G del estándar ASHRAE 90.1**, así como seleccionar la versión de dicho estándar.

#### Nuevo archivo - Plantilla

Al crear un nuevo archivo es posible seleccionar un **Archivo plantilla** para cargar en el modelo un paquete de datos provenientes de un archivo creado previamente (incluyendo todos los datos y opciones del modelo). Si se selecciona la opción "Blank" el modelo se cargará con los datos y opciones del modelo que ofrece de manera predeterminada el programa. Como en el caso anterior, los datos y opciones del modelo podrán ser modificados una vez creado el archivo.

**Nota:** Si se desea usar un archivo DesignBuilder (.dsb) como plantilla es necesario guardarlo en la **Carpeta de archivos plantilla**, a la cual se accede desde el menú *Archivo > Carpetas*.

## 2.2. Crear edificios - nivel Sitio

Estando en el nivel Sitio es posible crear uno o más edificios, activando la herramienta **Añadir edificio** desde la barra de herramientas o desde el menú *Editar*. Al activar la herramienta se abre un diálogo con dos pestañas cuyo contenido se describen más adelante:

- **Edificio**
- **Datos predeterminados**

Tenga en cuenta los siguientes puntos:

1. En DesignBuilder cada edificio tiene sus propias **Opciones del modelo** y sus propios **Datos del modelo**. Sin embargo todos los edificios contenidos en un archivo comparten los mismos **Datos del sitio**. En otras palabras, es posible modelar varios edificios en el mismo archivo, compartiendo solo los datos del sitio.
2. Cada edificio contenido en un archivo se simula por separado (y los resultados también se almacenan por separado). Sin embargo, al simular un edificio es posible considerar las sombras que los otros edificios arrojan sobre él, si se activa la opción del modelo **Incluir todos los edificios en el cálculo del sombreado**.
3. Estando en el nivel Sitio es posible mover, copiar, reflejar, rotar, extender/estrechar o eliminar los edificios ya creados (ver **Operaciones generales**). También es posible ingresar **Datos del sitio**, incluyendo ubicación, orientación, información climática, etc.

### Añadir edificio - Edificio

En esta pestaña es posible especificar el **Tipo de modelo** que desea crear, seleccionando una de las opciones disponibles. La selección del tipo de modelo dependerá de la clase de análisis que planea llevar a cabo, así como de la cantidad de información disponible. Las opciones básicas son:

- **Architect early stage design** (Etapas iniciales de diseño arquitectónico). Se recomienda esta opción durante las etapas iniciales de diseño, cuando es posible usar datos simplificados pero se requiere modelar el edificio completo.
- **ASHRAE 90.1**. Esta opción es necesaria para desarrollar modelos con base en el Apéndice G del estándar ASHRAE 90.1.
- **Detailed design with HVAC** (Diseño detallado con HVAC). Se recomienda para etapas avanzadas de diseño, cuando se requiere emplear el módulo de **HVAC Detallado**.
- **Draw building + standard data** (Dibujar edificio + datos estándar). Se recomienda esta opción para propósitos generales.
- **Parametric building + standard data** (Edificio paramétrico + datos estándar). Proporciona formas básicas predeterminadas (rectangular, forma "L" o edificio con patio). Al seleccionar esta opción se abre una nueva pestaña (Geometría), en la cual se puede indicar las dimensiones generales del nuevo edificio, el número de pisos y si éste tiene cubiertas inclinadas.
- **Single zone + simplified data** (Zona única + datos simplificados). Se recomienda para desarrollar análisis preliminares durante las etapas iniciales de diseño.

Aquí también es posible establecer los **Ajustes de Edificio LEED/ASHRAE 90.1**, incluyendo el **tipo** de edificio y la **información** relevante. Estos parámetros solo son relevantes si se está desarrollando un modelo de acuerdo al Apéndice G del estándar ASHRAE 90.1, generalmente para obtener créditos del sistema de certificación LEED. Para tener mayor información puede consultar la sección [Modelado ASHRAE 90.1 y LEED](#).

Finalmente, en la pestaña Edificio es posible ingresar información de índole general sobre el **Edificio**, el **Consultor** y el **Propietario**. Esta información es opcional y se puede emplear como encabezado en algunos informes generados automáticamente desde DesignBuilder. También se puede modificar posteriormente en la pestaña **Información del proyecto** del dialogo de Opciones del modelo, estando en el nivel Edificio o Bloque.

### Añadir edificio - Datos predeterminados

Esta pestaña permite especificar las **Plantillas** de datos que serán cargadas inicialmente en el modelo. Dichas plantillas se pueden cambiar una vez creado el edificio, yendo a las pestañas correspondientes.

#### Actividad

Seleccione la **Plantilla de actividad** para definir los datos relacionados con el uso y ocupación del edificio. Entre los datos que serán definidos se encuentran los siguientes:

- Densidad y periodos de ocupación
- Tasas y factores metabólicos
- Ganancias internas por aparatos y equipos
- Temperaturas de consigna de calefacción y refrigeración
- Requerimientos de iluminación
- Requerimientos de aire fresco

#### Cerramientos

Seleccione una **Plantilla de cerramientos** para definir las características de los elementos constructivos del edificio.

Si activa la casilla **Crear datos de cerramientos DEL MODELO a partir de la plantilla seleccionada** entonces la plantilla y algunos componentes que incluye se convertirán en datos “personalizados”, de tal manera que podrán ser editados directamente (lo cual no es posible cuando se trata de datos DE LA BIBLIOTECA). En ese caso el nombre de la plantilla y algunos componentes asociados será modificado automáticamente a “Plantilla de cerramientos del proyecto”, “Muro del proyecto”, etc.

#### Acristalamiento

Seleccione una **Plantilla de acristalamiento** para definir las características de los acristalamientos del edificio.

Si activa la casilla **Crear datos de acristalamiento DEL MODELO a partir de la plantilla seleccionada** entonces la plantilla y algunos componentes asociados se convertirán en datos

“personalizados”, de tal manera que podrán ser editados directamente (lo cual no es posible cuando se trata de datos DE LA BIBLIOTECA). En ese caso el nombre de la plantilla y algunos componentes asociados será modificado automáticamente a “Plantilla de acristalamiento del proyecto”, “Acristalamiento exterior del proyecto”, etc.

### Sistemas de HVAC y ACS

Seleccione la **Plantilla de HVAC** para definir las características de los sistemas de ventilación mecánica, calefacción, refrigeración, así como la **Plantilla de ACS** para definir el sistema de agua caliente sanitaria.

### Iluminación

Seleccione una **Plantilla de iluminación** para definir las características de los sistemas de iluminación artificial, así como el control de esta a partir de la disponibilidad de luz natural.

## 2.3. Crear bloques - nivel Edificio

Los bloques constituyen los elementos básicos del modelado 3D en DesignBuilder. Se trata de formas geométricas que se puedan ensamblar, mover y transformar fácilmente. Es posible crear tres tipos de bloque distintos:

**Bloques de edificio:** Permiten modelar partes específicas del edificio, generando automáticamente los cerramientos que las delimitan: muros exteriores, suelos, entrepisos y/o techos. En DesignBuilder estos elementos se visualizan con espesores realistas. Un bloque de edificio contiene automáticamente una zona térmica, la cual posteriormente se puede dividir en varias zonas por medio de particiones.

**Bloques de componente:** Representan bloques “sólidos” que pueden emplearse para modelar elementos accesorios del edificio, como balcones, salientes, pretilas, bardas e incluso construcciones vecinas. Los bloques de componente no generan zonas térmicas, pero permiten considerar las obstrucciones solares que afectan al edificio, entre otras funciones.

**Bloques de contorno:** Se trata de bloques “auxiliares” que pueden ser manipulados fácilmente hasta lograr la forma geométrica deseada, para luego convertirse en bloques de edificio o de componente. Resultan especialmente útiles cuando se trabaja con modelos geoméricamente complejos.

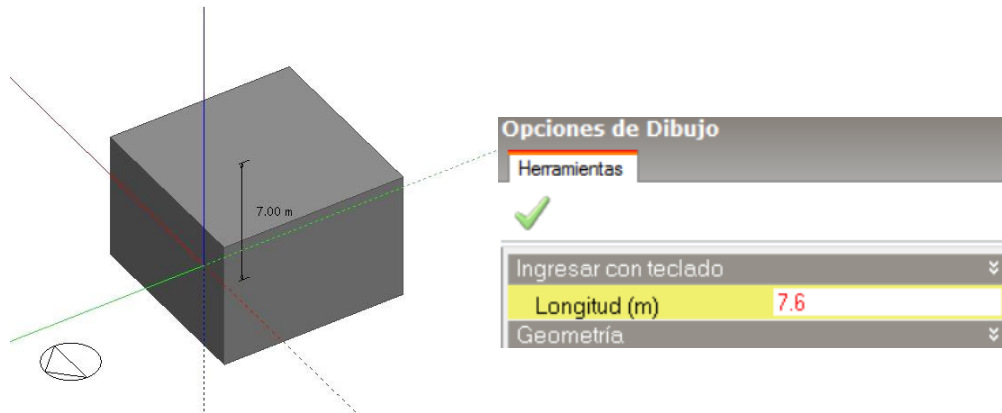
Esta sección describe las diversas operaciones involucradas en la creación y edición de bloques. Todos los tipos de bloque se crean y editan estando en el nivel Edificio, dibujando **Perímetros** que luego se extruyen. Puede consultar las opciones para ir al nivel edificio en el apartado **Navegación a través del modelo**.

## Dibujar bloques

Para crear un nuevo bloque, estando en el nivel Edificio se debe activar la herramienta **Dibujar bloque**, ya sea desde la barra de herramientas o desde el menú *Editar* (cuando se está creando un nuevo edificio esta herramienta se activa automáticamente). Los bloques se crean dibujando un **perímetro** base sobre un **plano de dibujo activo**, empleando alguna de las formas de perímetro disponibles: Polígono, Rectángulo o Círculo.

Al crear bloques es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Cuando se traza el perímetro de un nuevo bloque sobre cualquier plano de dibujo activo, y en el panel de **Opciones de Dibujo** se ha activado la opción **Auto-completar bloque**, el bloque será extruido automáticamente con la **Extensión** especificada ahí mismo.
- También es posible desactivar la opción **Auto-completar bloque** y establecer manualmente la extensión del nuevo bloque, para lo cual puede ser útil emplear la **Referencia de incremento**, o bien ingresar la extensión del nuevo bloque directamente con el teclado (opción recomendada).



*Definición de la extensión del bloque mediante la cota dinámica (izquierda), o ingresando la distancia mediante el teclado. Al hacer esto último la distancia se muestra en el panel de Opciones de dibujo (imagen de la derecha).*

- Después de que un bloque ha sido creado es posible agregar bloques adicionales sobre cualquiera de sus superficies. Conforme se mueve el cursor sobre alguna de las superficies de un bloque existente, dicha superficie se resalta en azul para indicar que en ese momento puede activarse como plano de dibujo. Es posible bloquear dicho plano, para evitar interferencias de superficies vecinas, **presionando la tecla Mayúsculas (SHIFT)**. Eso permite seguir moviendo el cursor sin perder el plano de dibujo seleccionado.
- Después de trazar dos líneas (tres puntos) del perímetro el plano de dibujo activo queda bloqueado, incluso aunque se deje de presionar la tecla Mayúsculas, y continuará de esa manera hasta completar el perímetro o cancelar la operación.
- Si se desea trazar un perímetro sobre un plano vertical, para luego extruir el bloque en forma horizontal, lo más recomendable es hacerlo sobre la superficie vertical de un bloque existente (de cualquier tipo). También es posible hacer esto sin un plano vertical de referencia, empleando las referencias de dirección, aunque generalmente se recomienda la opción anterior.
- Cuando se añade un nuevo bloque de edificio a otro bloque de edificio existente, automáticamente se crea un **vínculo geométrico** entre ellos, dando lugar a una **partición entre bloques**.
- Es posible dibujar un **Hueco** que cubra la totalidad de una partición entre bloques, si se desea formar un espacio continuo que abarque los dos bloques, aunque debe activar la opción del modelo **Agrupar zonas conectadas por huecos** si desea que las dos zonas sean tratadas como una zona única en los cálculos térmicos debe. En todo caso, para modelar esta condición se recomienda mejor usar la herramienta **Añadir superficies**.

Una vez se ha activado la herramienta **Añadir bloque**, automáticamente se muestra el panel de **Opciones de dibujo** en la parte inferior izquierda de la pantalla. Este ofrece diversos comandos que permiten definir el tipo de bloque, la forma en que será creado y algunas de sus características geométricas:

- **Tipo de bloque**
- **Forma**
- **Altura**
- **Espesor de muros**
- **Auto-completar bloque**

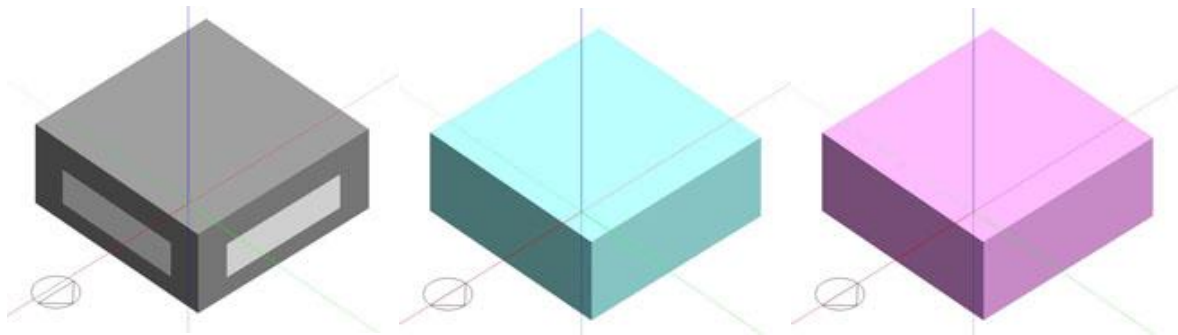
## Tipo de bloque

El tipo de bloque se selecciona en el panel de **Opciones de dibujo**, una vez activada la herramienta **Añadir bloque**. Se dispone de tres tipos de bloque, cada uno con sus propias características y funciones:

**1-Bloque de edificio**

**2-Bloque de contorno**

**3-Bloque de componente**



*Ejemplos de cada uno de los tipos de bloque, de izquierda a derecha: edificio, contorno y componente.*

En los siguientes apartados se describe con detalle las características y funciones de cada uno de estos tipos de bloque.

## Bloque de edificio

Los bloques de edificio permiten modelar partes específicas de un edificio, generando **automáticamente** los cerramientos que conforman su envolvente externa: muros exteriores, suelos, cubiertas, etc. En ocasiones es posible emplear un único bloque para representar un edificio entero, cuando este es sencillo y tiene una sola planta. Sin embargo es común que se requiera más de un bloque para modelar un edificio. Por ejemplo, en un edificio con varias plantas se suele emplear un bloque para representar cada una de ellas.

Es importante considerar los siguientes aspectos relacionados con los bloques de edificio:

- Cada bloque de edificio incluye automáticamente una zona térmica, la cual se puede dividir posteriormente en dos o más zonas mediante el trazo de **particiones** (muros interiores). También es posible insertar **patios** dentro de los bloques de edificio.
- En los modelos 3D de DesignBuilder los cerramientos de los bloques de edificio pueden tener un determinado espesor geométrico. Dicho espesor sirve para generar representaciones más realistas de los modelos, pero puede afectar el cálculo de los volúmenes internos. En ese sentido, se recomienda revisar la sección **Geometría, áreas y volúmenes**.
- El espesor de los muros del bloque se genera siempre **hacia el interior del perímetro**. Cuando se trazan perímetros complejos es importante cuidar que estos “dejen espacio” para que se pueda agregar el espesor de los muros, de acuerdo a la dimensión indicada. Si no se hace así DesignBuilder generará el bloque, pero **ajustará automáticamente el espesor** de los muros para evitar el error.
- El espesor geométrico mencionado anteriormente **no afecta el comportamiento térmico** de los cerramientos. Dicho comportamiento dependerá exclusivamente de la composición física de los cerramientos, la cual se determina mediante los **Datos de cerramientos** (que incluyen el espesor “real” de cada una de las capas de material).
- Los bloques de edificio se pueden cortar, estrechar y alargar para generar prácticamente cualquier forma geométrica. También se pueden mover, copiar y rotar, lo que facilita el modelado de edificios con elementos repetitivos y/o de configuración compleja. En los apartados **Operaciones generales** y **Edición de bloques** se explica con detalle estos comandos.
- Los bloques de edificio se pueden crear automáticamente con una **distribución predeterminada** de ventanas y/o lucernarios. Dicha distribución se establece en los **Datos de aberturas**, donde también se define la composición física del acristalamiento (incluyendo la incorporación de dispositivos de sombreado).

## Bloques de contorno

Los **bloques de contorno** se crean y editan de la misma forma que los bloques de edificio, pero se trata de objetos abstractos tridimensionales que no representan elementos constructivos de los edificios. Se trata de bloques “auxiliares” que pueden ser manipulados fácilmente hasta lograr la forma geométrica deseada, para luego convertirse en bloques de edificio o de componente.

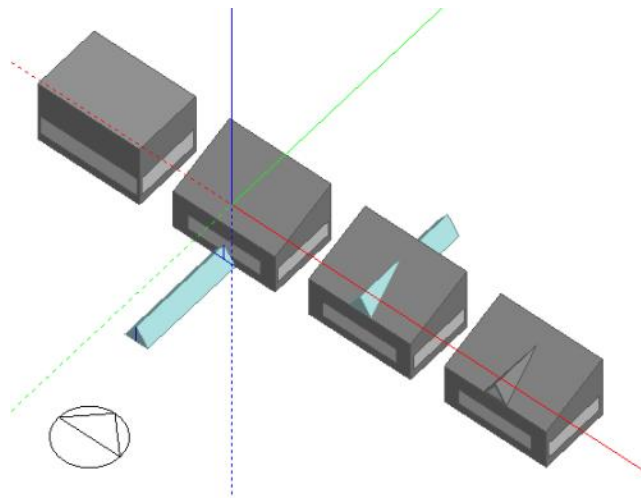
Es importante considerar los siguientes aspectos al emplear bloques de contorno:

- Los bloques de contorno pueden ser muy útiles como auxiliares para la creación de **modelos complejos**. Debido a que son objetos relativamente simples, pueden ser creados y editados más fácilmente que los bloques de edificio, y pueden ser manipulados sin preocuparse por las intersecciones (DesignBuilder no admite la intersección entre bloques de edificio, pero sí entre bloques de contorno, o entre estos y los de edificio). Una vez lograda la configuración geométrica requerida, los bloques de contorno se pueden **convertir en bloques de edificio o componente**.
- Los bloques de contorno también pueden ser usados como objetos provisionales, para crear planos de dibujo desde los cuales extruir otros bloques (de cualquier tipo).
- Debido a que los bloques de contorno no son parte del modelo, no aparecen en el panel de Navegación (Árbol del Modelo) ni en la pantalla de Visualización.



- Se pueden borrar todos los bloques de contorno existentes en el modelo (cuando hay dos o más de ellos) mediante el comando **Eliminar todos los bloques de contorno**, el cual se encuentra disponible en el menú *Editar > Eliminar*.

**Nota:** En ocasiones, cuando se convierte un bloque de contorno a bloque de edificio, se observa que el nuevo bloque tiene dimensiones ligeramente distintas al original. Esto sucede cuando DesignBuilder necesita ajustar las dimensiones para generar zonas con la geometría correcta. Debido a ello es recomendable dibujar y convertir cada bloque de contorno por separado, siguiendo una secuencia. Esto evita anular las adyacencias entre bloques de contorno contiguos, lo cual puede suceder cuando se convierten en grupo.



*Secuencia que muestra el uso de un bloque de contorno para crear una buhardilla sobre una cubierta inclinada, mediante la herramienta **Cortar bloque** con el método **Seleccionar plano**.*

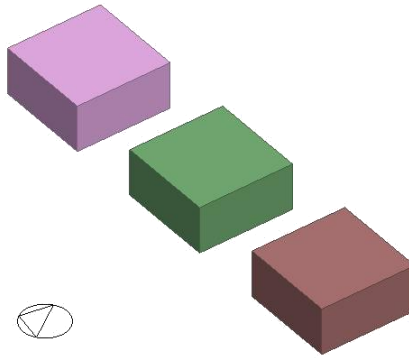
## Bloques de componente

Los **bloques de componente** se crean de manera similar a los bloques de edificio, pero representan objetos “sólidos”, es decir, que no contienen zonas térmicas. Se pueden emplear para modelar elementos accesorios del edificio, entre otras funciones. Hay 3 tipos de bloque de componente, diferenciados por el tipo de **Adyacencia** que generan:

**1-Estándar.** Se suele emplear para modelar sombras y reflexiones, así como para efectos de visualización.

**2-Terreno.** Similar al bloque de componente estándar, pero permite establecer la adyacencia de los cerramientos **al terreno**.

**3-Adiabático.** Similar al bloque de componente estándar, pero permite establecer la adyacencia de los cerramientos a espacios con condiciones térmicas similares (**condición adiabática**).



*Cada tipo de bloque de componente se muestra con un color distinto en la pantalla de edición. De izquierda a derecha: estándar, terreno y adiabático.*

Independientemente del tipo de adyacencia, **todos** los bloques de componente comparten las siguientes características:

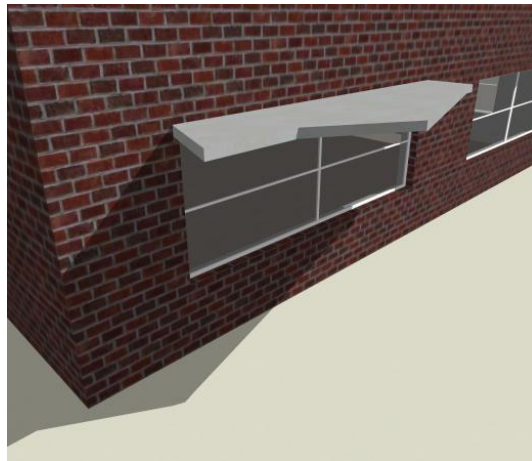
- Ninguno de los tipos de bloque de componente se considera en las simulaciones como un elemento que puede conducir calor.
- Las propiedades generales de los bloques de componente se definen en la pestaña de *Cerramientos > Bloque de componente*. Ahí es posible:
  - a) Indicar si se desea modelar o no las sombras y reflexiones solares que arrojan sobre el edificio.
  - b) Asignarles un material, cuyas propiedades superficiales definen la forma en que los bloques reflejan la radiación solar. El material también incluye una textura, la cual será empleada en la visualización del modelo.
  - c) Definir su transmitancia solar, por ejemplo para modelar elementos que dejan pasar una parte de la radiación solar.
- Las propiedades descritas en el punto anterior se pueden establecer desde el **nivel Edificio** y heredarlas a todos los bloques de componente, o bien se puede ir al nivel de cada bloque de componente para asignarle características particulares.
- Los bloques de componente se muestran tanto en la pantalla de Edición como en la de Visualización (a diferencia de los bloques de contorno, que solo se muestran en la pantalla de Edición). En la pantalla de Visualización siempre pueden arrojar sombras, aun cuando en la pestaña de **Cerramientos** se haya desactivado la casilla **Considerar sombras y reflexiones**.

En los siguientes apartados se explican las particularidades y usos más frecuentes de cada tipo de bloque de componente.

### Bloques estándar

Los **bloques de componente estándar** se suelen emplear para modelar elementos accesorios del edificio, como dispositivos de protección solar, bardas, balcones o incluso edificios vecinos. Es decir, se trata de elementos que no contienen zonas térmicas pero que pueden afectar el desempeño térmico del edificio debido al sombreado y las reflexiones solares.

Este tipo de bloque también se puede emplear con fines de representación, por ejemplo para modelar columnas o escalinatas. Sin embargo **se recomienda tener precaución con este uso**, ya que incluir muchos bloques de componente en el modelo puede hacer muy lentas las simulaciones.



*Ejemplo de bloque de componente estándar usado para modelar un dispositivo de sombreado de geometría compleja.*

Es importante considerar los siguientes aspectos relacionados con los bloques de componente estándar:

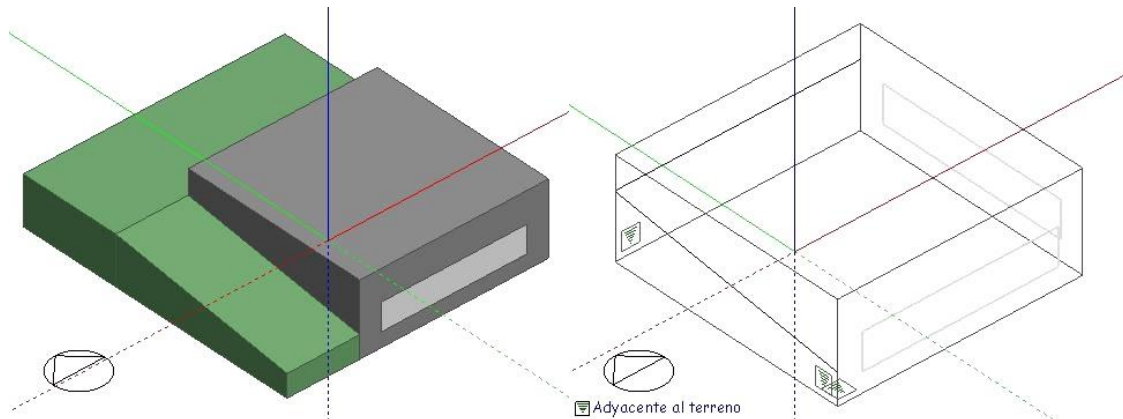
- Para modelar las sombras y reflexiones solares que los bloques de componente arrojan sobre el edificio es necesario activar la casilla **Considerar sombras y reflexiones** en la pestaña de *Cerramientos > Bloque de componente*. Por otro lado, es necesario tomar en cuenta que para modelar las reflexiones solares (y no solo el sombreado) también se debe activar la opción **Modelar reflexiones (y también sombreado sobre el terreno)** en *Opciones del modelo > Simulación / Diseño de Refrigeración*.
- La forma en que los bloques de componente reflejan la radiación solar depende en buena medida las propiedades superficiales (absortancia térmica, solar y visible) del material que se les asigna en la pestaña de *Cerramientos > Bloque de componente*.
- Los bloques de componente se pueden emplear para modelar dispositivos de sombreado con **geometría compleja**. También se pueden emplear para modelar dispositivos que dejan pasar una parte de la radiación solar de manera permanente o durante ciertos periodos, mediante un valor de **Transmitancia máxima** y una **Programación de transmitancia** (pestaña de *Cerramientos > Bloque de componente*).
- Los bloques de componente se consideran “transparentes” al viento en las simulaciones térmicas, aun cuando se emplee la opción de **Ventilación natural calculada**. Esto significa, por ejemplo, que si se emplea un bloque de componente para modelar una pantalla que cubre una ventana, en la simulación se podrá tomar en cuenta el efecto de sombreado, pero no la obstrucción al flujo de aire. En las simulaciones con el módulo CFD los bloques de componente si se consideran como obstrucciones al flujo de aire.

## Bloques de terreno

Los **bloques de componente de terreno** comparten prácticamente todas las características de los bloques de componente estándar, pero adicionalmente permiten establecer la condición de “**adyacencia al terreno**” en cualquier cerramiento exterior del edificio. Cuando un bloque de este tipo se coloca adosado a un bloque de edificio, se considera que los cerramientos que están en contacto con él se encuentran **adyacentes al terreno**, y no expuestos al ambiente exterior (independientemente de su posición en el modelo).

Cabe aclarar que cuando se crea el modelo de un edificio en DesignBuilder, el programa asigna automáticamente la condición de adyacencia de todos los cerramientos. Por ejemplo, asume que todos los cerramientos ubicados por arriba del plano base (nivel cero) se encuentran expuestos al ambiente exterior. En cambio los cerramientos ubicados por debajo de dicho nivel se asumen en contacto con el terreno. También es posible cambiar manualmente la condición de adyacencia de los cerramientos, estando en el nivel Bloque, Zona o Superficie, desde la pestaña de *Cerramientos > Adyacencia*.

Los bloques de componente de terreno representan un medio alternativo para asignar la adyacencia de los cerramientos al terreno, con la ventaja de que permiten definir adyacencias “parciales”. Por ejemplo, si un bloque de componente de terreno hace contacto solo con una porción de un muro exterior, este tendrá dos partes diferenciadas: la parte del muro que no hace contacto con el bloque de componente estará expuesta al ambiente exterior, y la que si hace contacto se considerará adyacente al terreno.



*Bloques de terreno empleados para definir la adyacencia de una parte de los muros exteriores al terreno. La imagen de la izquierda muestra el modelo desde el nivel edificio. La de la derecha muestra el modelo en el nivel zona, lo que permite ver los muros seccionados y su condición de adyacencia.*

Es importante considerar los siguientes aspectos al emplear bloques de componente de terreno:

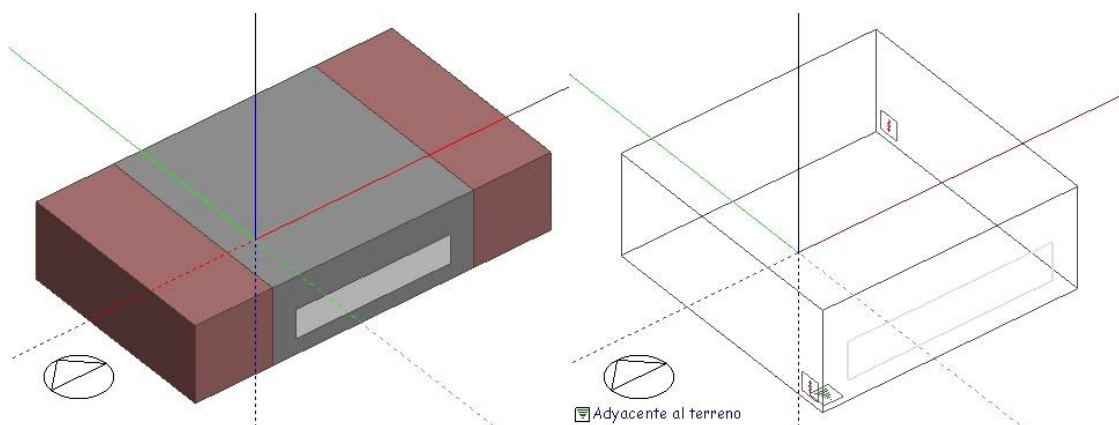
- Cuando un cerramiento se considera adyacente al terreno, se asume que intercambiará calor con el terreno y no con el ambiente exterior. En DesignBuilder-EnergyPlus esta situación se modela asignando unas **temperaturas** a la parte externa de los cerramientos en contacto con el terreno. Eso significa que las propiedades del material que se asigne al bloque de componente de terreno no afectarán el cálculo de los intercambios térmicos entre el edificio y el terreno.

- Si un cerramiento tiene aberturas, y se le adjunta un bloque de componente de terreno, dichas aberturas serán removidas automáticamente. Por otra parte, no es posible añadir aberturas en las partes de un cerramiento que estén en contacto con un bloque de componente de terreno. Esto aplica para ventanas, puertas, rejillas, huecos y sub-superficies.
- No se recomienda emplear bloques de componente de terreno para modelar elementos que simplemente arrojan sombras y reflexiones solares sobre el edificio. Para ello es mejor emplear **bloques de componente estándar**.

## Bloques adiabáticos

Los bloques de componente adiabáticos comparten prácticamente todas las características de los bloques de componente estándar, pero adicionalmente permiten establecer la condición “**adiabática**” en cualquier cerramiento exterior del edificio. Cuando un bloque de este tipo se coloca adosado a un bloque de edificio, se considera que los cerramientos que están en contacto con él se encuentran **adyacentes a otro espacio con condiciones térmicas muy similares**, lo cual significa que no hay intercambio térmico hacia el exterior.

**Nota:** Cuando dos espacios contiguos se encuentran en condiciones térmicas muy similares, prácticamente no hay intercambio de calor a través del cerramiento que los separa, ya que el sistema está en equilibrio (es necesario que haya un desequilibrio térmico para que la energía térmica fluya del espacio más cálido al más frío). Esto es lo que se denomina, en este contexto, condición adiabática.



*Bloques adiabáticos empleados para modelar un bloque de edificio adyacente a espacios con condiciones térmicas muy similares (en ambos costados). La imagen de la izquierda muestra el modelo desde el nivel edificio. La imagen de la derecha muestra el modelo desde el nivel zona. En esta última se aprecian los símbolos de adyacencia adiabática en los muros de los costados.*

Es importante considerar los siguientes aspectos al emplear bloques de componente adiabáticos:

- La condición adiabática de los cerramientos también se puede establecer manualmente, yendo a la pestaña de *Cerramientos > Adyacencia* cuando se está en el nivel Bloque, Zona o Superficie. En ese sentido, los bloques de componente adiabáticos representan un medio alternativo que puede ser útil en determinadas circunstancias.
- Los bloques de componente adiabáticos se pueden emplear para modelar un edificio que se encuentra adyacente a otro que tiene **condiciones térmicas similares**, pero sin modelar este

último de manera explícita. También se pueden emplear para modelar solo una parte de un edificio, por ejemplo una habitación de un hotel, una vivienda de un edificio habitacional o una planta de un edificio de oficinas, considerando que los espacios adyacentes tienen condiciones térmicas similares.

- Aunque en los procesos de cálculo se considera que los cerramientos adiabáticos no intercambian calor con el exterior, los resultados de simulación pueden mostrar **pérdidas y ganancias de calor** a través de ellos. Esto es por el efecto de **masa térmica**, que hace que el cerramiento, por sí mismo, absorba calor durante ciertos periodos y lo libere durante otros. Esto es más notorio cuando se obtienen resultados de simulación en intervalos horarios. En los resultados en intervalos mensuales (promedios) el efecto es menos notorio, ya que las pérdidas y ganancias tienden a equilibrarse.
- No se recomienda emplear bloques de componente adiabáticos para modelar elementos que simplemente arrojan sombras y reflexiones solares sobre el edificio. Para ello es mejor emplear **bloques de componente estándar**.

## Forma de bloque

La **Forma de bloque** se puede seleccionar en el panel **Opciones de dibujo**, el cual se despliega en la esquina inferior izquierda de la pantalla cuando la herramienta **Dibujar bloque** se encuentra activa. DesignBuilder ofrece las siguientes formas de bloque:

**1-Extruida**

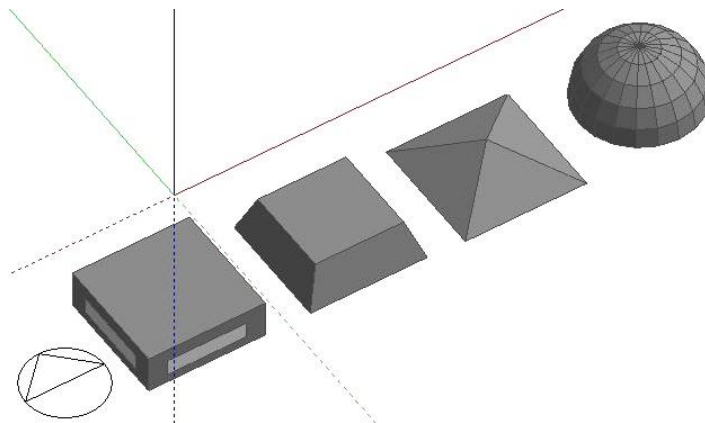
**2-Muros inclinados**

**3-Cubiertas inclinadas**

**4-Cúpula**

**5-General**

La forma de bloque **5-General** no es seleccionable, sino que se define automáticamente por DesignBuilder con algunas operaciones de edición de bloques. En algunos casos, una vez creado un bloque, es posible **cambiar su forma** seleccionándolo y luego abriendo el diálogo *Opciones del modelo > Bloque*.



*Bloques de edificio con forma (de izquierda a derecha) extruida, muros inclinados, cubiertas inclinadas y cúpula.*

## Forma extruida

La forma **Extruida** quizá la más útil de todas. Se puede crear un bloque extruido dibujando un **perímetro**, con cualquiera de las formas de perímetro disponibles, y luego generando la extensión con la medida requerida. Los perímetros, y por lo tanto los bloques, se pueden trazar en planos horizontales, verticales o inclinados.

La forma de perímetro *1-Polígono*, se puede emplear para crear bloques con forma irregular y/o compleja. Las formas de perímetro *2-Rectángulo* y *3-Círculo* se usan para crear bloques prismáticos y cilíndricos, respectivamente.

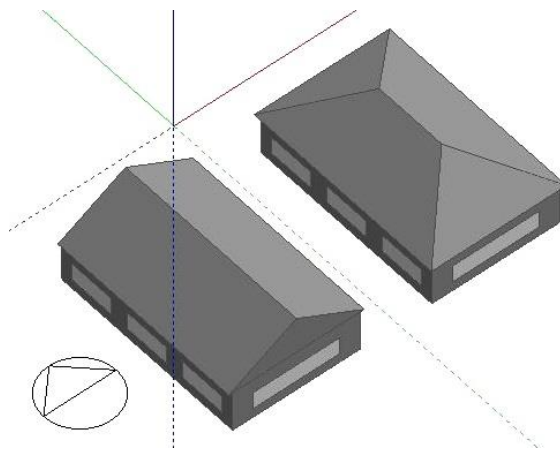
## Muros inclinados

La forma **Muros inclinados** permite generar automáticamente bloques en los que todos los muros se inclinan con una determinada pendiente. Sólo pueden ser creados sobre planos horizontales, mediante cualquier forma de perímetro (Polígono, Rectángulo o Círculo), pero si es necesario se pueden rotar posteriormente.

La inclinación de los muros se define indicando un ángulo en la casilla **Pendiente**, en el panel de **Opciones de dibujo**, y el bloque se trunca automáticamente de acuerdo al valor especificado en la casilla **Extensión**.

## Cubiertas inclinadas

La forma de bloque **Cubiertas inclinadas** permite generar automáticamente bloques que representan las cubiertas inclinadas de un edificio, mediante un perímetro trazado sobre cualquier plano horizontal. Las cubiertas inclinadas se pueden crear mediante las formas de perímetro Polígono, Rectángulo o Círculo. Con los dos primeros perímetros pueden tener o no hastiales (ver más abajo).



*Ejemplos de bloques de cubiertas inclinadas (sobre bloques extruidos) con y sin hastiales.*

### Notas:

1. Si se va a crear la cubierta sobre bloques extruidos que contienen **patios**, y se desea que dichos patios se incorporen automáticamente a la cubierta, la opción **Incluir automáticamente los patios**



**de bloques inferiores** (Opciones del modelo) debe estar activada antes de dibujar el perímetro de la cubierta.

2. Si se desea modelar cubiertas inclinadas con formas complejas y/o que no se pueden generar automáticamente con la forma de bloque **Cubiertas inclinadas**, se recomienda emplear otros recursos, como crear un bloque extruido y luego editarlo con la herramienta **Cortar bloque**.

## Opciones de dibujo de cubiertas inclinadas

### Cubierta con hastiales

Marque esta opción si desea que la cubierta sea a dos aguas (con dos extremos terminados en forma recta). Si esta opción no se activa, la geometría de la cubierta será a cuatro aguas.

### Longitud aleros

Si se crea un bloque de cubiertas inclinadas sobre un bloque existente, es posible controlar la longitud de los aleros mediante el valor que se ingrese en esta casilla. La longitud de aleros indica cuanto sobresale la cubierta respecto al bloque inferior. Si la opción **Auto-calcular espesor de cubierta inclinada** se activa, el alero que se muestra en el modelo y el que se modela en la simulación tendrá exactamente la medida indicada.

### Pendientes

La inclinación de las cubiertas se define estableciendo un ángulo en la casilla **Pendiente**. El ángulo de las pendientes se mide desde el plano horizontal.

### Ático ocupado

Si se activa esta casilla la zona correspondiente al bloque de cubierta será tratada como un espacio ocupado normal. Si no es así, se efectúan automáticamente los siguientes cambios:

- Se omite el acristalamiento generado automáticamente en los muros de los hastiales.
- El Tipo de zona se establece como *2-Semi-exterior no acondicionada*, con lo que se omite en ella la ocupación, las ganancias internas por aparatos, la iluminación artificial y los sistemas de HVAC y ACS.
- Se establece una infiltración de 1 renov/h si se emplea la ventilación natural Programada, o un nivel de estanqueidad "Muy pobre" si se utiliza la ventilación natural Calculada.

## Cúpula

La forma de bloque **Cúpula** se usa para crear bloques hemisféricos (la mitad de una esfera). Solo se puede trazar sobre planos de dibujo activos horizontales, pero el bloque se puede rotar posteriormente a cualquier posición deseada.

Cuando se selecciona esta forma de bloque la forma de perímetro se establece automáticamente como Círculo. Se puede controlar el número de facetas que conformarán la cúpula mediante el número de **Segmentos** asociados al perímetro. Se recomienda no emplear más de 20 segmentos, pues de otra manera el modelo se puede volver muy pesado.

**Nota:** En DesignBuilder-EnergyPlus no es posible modelar líneas o planos curvos como tal. Las primeras se deben dividir en un determinado número de segmentos, mientras los segundos se representan mediante un determinado número de planos.

## Forma general de bloques

Cuando un bloque se ha editado de tal manera que ya no encaja en una de las formas de bloque estándar (Extruida, Muros inclinados, Cubiertas inclinadas o Cúpula), se etiqueta por DesignBuilder con la forma del bloque **General**. Los bloques que tienen la forma general todavía pueden transformarse de nuevo para tener forma de **Muros inclinados** o de **Cubiertas inclinadas**, pero no la forma de bloque **Extruido**. Para ello hay que ir a la pestaña Bloque del diálogo de Opciones del modelo (estando en el nivel Bloque).

**Nota:** Para facilitar el dibujo de particiones o el posicionamiento de montajes en los bloques con formas complejas, se puede desactivar la casilla Mostrar muros exteriores en el diálogo de Opciones del modelo > Pantallas.

## Espesor de muros

En la versión 3 y anteriores de DesignBuilder aquí se definía el espesor geométrico de los muros al dibujar los bloques. A partir de la versión 4 el espesor de los muros se define mediante los parámetros establecidos en el encabezado **Geometría, áreas y volúmenes**, en la pestaña de datos de Cerramientos.

## Extensión

Es la distancia de extrusión empleada cuando se activa la casilla **Auto-completar bloque** (ver abajo). También se emplea cuando la **Vista estándar** es normal a la dirección de extrusión, aunque la casilla Auto-completar bloque no se encuentre activa.

## Auto-completar bloque

Si se activa la casilla **Auto-completar bloque**, después de trazar el perímetro de un bloque extruido éste se creará automáticamente con una distancia acorde con el valor especificado en el campo **Extensión** (ver punto anterior).

Si la casilla no se activa, el bloque debe ser extruido manualmente a lo largo del eje perpendicular al plano de dibujo hasta obtener la medida deseada. En ese caso puede ser útil la **Referencia de incremento**, aunque se recomienda ingresar la distancia directamente con el teclado.

**Nota:** Si la **Vista estándar** es normal a la dirección de extrusión, el bloque será auto-completado con el valor de Extensión aunque esta casilla no se encuentre activa.

## Edición de bloques

Además de los **Comandos de edición generales**, la configuración geométrica de los bloques se puede editar mediante las siguientes herramientas (es necesario estar en el nivel edificio):

- **Añadir superficies**

- **Desplazar plano**
- **Cortar bloque**
- **Operación booleana**
- **Edición de bloques en Opciones del modelo**
- **Convertir bloques de contorno**
- **Transferir bloques**

**Nota:** Es posible volver atrás o adelante en la aplicación de los comandos de edición de bloques seleccionando **Deshacer...** o **Rehacer...** en el menú *Editar* (o presionando las teclas *Control-Z* y *Control-R*, respectivamente). Sin embargo, debe tener en cuenta que esta función es relativamente limitada en DesignBuilder. Por otro lado, estas funciones no aplican para los Datos del modelo.



## Añadir superficies

La herramienta **Añadir superficies** permite modificar la geometría de bloques existentes en el modelo, siendo especialmente útil cuando se trabaja con formas complejas. Funciona de manera muy similar a la de **Dibujar bloque**, pero tiene las siguientes peculiaridades:

- Solo se puede emplear sobre las superficies de bloques previamente creados en el modelo.
- Estando en el nivel Edificio se puede aplicar sobre las superficies de bloques de edificio, componente y contorno. Estando en el nivel Bloque solo se puede emplear sobre superficies de bloques de componente y contorno.
- El volumen generado con esta herramienta se añade al bloque existente sobre el que se ha aplicado. En el caso de los bloques de edificio la superficie de contacto entre ambos volúmenes se elimina automáticamente.
- Al añadir superficies no es necesario especificar el Tipo de bloque. Las nuevas superficies serán del mismo tipo que el bloque al que se añaden.



## Desplazar plano

Esta herramienta permite desplazar uno de los planos de un bloque a lo largo de su eje perpendicular. El procedimiento implica los siguientes pasos:

- Estando en el nivel Edificio, seleccione el bloque correspondiente.
- Active la herramienta **Desplazar plano** desde la barra de herramientas o desde el menú *Editar*.
- Coloque el cursor sobre el plano que desea desplazar, el cual se tornará rojo.
- Haga clic una vez con el botón izquierdo del ratón y mueva el cursor para desplazar el plano, lo cual puede ser tanto hacia “adentro” como hacia “afuera”.
- Establezca la distancia de desplazamiento y concluya la operación. Al respecto conviene tener en cuenta lo siguiente:
  - a) La distancia de desplazamiento se mide desde la posición original del plano, y se puede establecer con la ayuda de la cota dinámica, para lo cual es conveniente emplear la [Referencia](#)

**de incremento.** En ese caso es necesario hacer clic izquierdo nuevamente, una vez se haya posicionado el plano en la cota deseada.

b) Alternativamente se puede establecer la distancia de desplazamiento ingresando ésta directamente con el teclado y luego presionando la tecla Intro (Enter). En este caso un número **positivo** indica desplazamiento hacia afuera, mientras que un número **negativo** indica desplazamiento hacia adentro.

## Cortar bloque

Esta herramienta permite cortar un bloque en dos partes mediante un plano de corte, para lo cual se puede emplear dos métodos:

**1-Dibujar plano.** El plano de corte se define mediante tres puntos (dos líneas).

**2-Seleccionar plano.** El plano de corte se define con un plano existente en el modelo.

**Nota:** En ocasiones el proceso de corte puede tener ciertas complicaciones, por lo que se recomienda trabajar inicialmente con bloques de contorno y luego convertirlos a bloques de componente o de edificio.

### Método Dibujar plano

El método **Dibujar plano** implica establecer tres puntos que definan el plano de corte, de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Estando en el nivel Edificio, seleccione el bloque correspondiente.
- Active la herramienta **Cortar bloque** desde la barra de herramientas o desde el menú *Editar*.
- Seleccione el método de corte **1-Dibujar plano** en el panel de Opciones de dibujo.
- Ubique el cursor sobre el bloque y haga clic izquierdo para establecer los tres puntos que definirán el plano (se recomienda usar los **auxiliares de modelado** para ubicarlos con precisión). Una vez hecho esto el bloque se dividirá en **dos bloques provisionales**, uno rojo y otro verde.
- Haga clic sobre cualquiera de los dos bloques provisionales para concluir el proceso de corte.
- Elimine uno de los bloques, en caso de que sea conveniente.

### Método Seleccionar plano

El método **Seleccionar plano** implica activar, como referencia de corte, un **plano existente** en el modelo. Dicho plano puede ser del mismo bloque que se está cortando o de un bloque distinto, pero se debe verificar que realmente genere el seccionamiento deseado. En ocasiones puede ser útil crear bloques provisionales para definir correctamente el plano de corte. El procedimiento general es el siguiente:

- Estando en el nivel Edificio, seleccione el bloque correspondiente.
- Active la herramienta **Cortar bloque** desde la barra de herramientas o desde el menú *Editar*.
- Seleccione el método de corte **2-Seleccionar plano** en el panel de Opciones de dibujo.

- Ubique el cursor sobre el plano que servirá como referencia, el cual se resaltará en azul, y haga clic izquierdo. Una vez hecho esto el bloque se dividirá en **dos bloques provisionales**, uno rojo y otro verde.
- Haga clic sobre cualquiera de los dos bloques provisionales para concluir el proceso de corte.
- Elimine uno de los bloques, en caso de que sea conveniente.

**Nota:** En ocasiones los bloques de contorno cortados no se podrán convertir a bloques de edificio, debido a sus características geométricas. En este caso el bloque de contorno se mostrará de color sepia para indicar que no puede ser convertido.

## Operaciones booleanas

Las **Operaciones booleanas** (geometría constructiva de sólidos, o CSG) son una herramienta de modelado que se puede emplear para combinar bloques y crear nuevas formas geométricas, incluso de elevada complejidad. Las operaciones booleanas disponibles son las siguientes:

**1-Unión.** Dos bloques se unen para formar un único bloque.

**2-Intersección.** La región geométrica en que se intersecan dos bloques se convierte en un nuevo bloque.

**3-Sustracción.** A un bloque se le sustrae la región geométrica en que se interseca con otro, para generar un nuevo bloque.

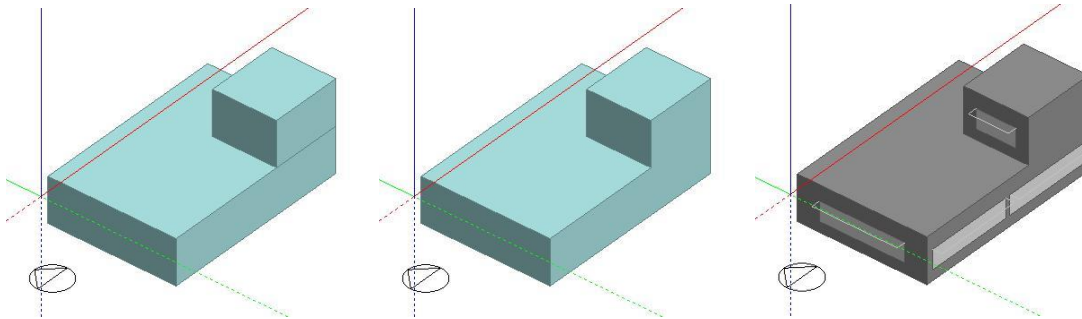
La operación de **unión** se puede aplicar a bloques de edificio, componente y contorno, mientras que las operaciones de intersección y sustracción sólo se aplican a bloques de contorno. Esto es debido a que los bloques de contorno son los únicos que se pueden intersecar durante el proceso de modelado. Los bloques de contorno resultantes de las operaciones booleanas se pueden convertir posteriormente a bloques de edificio o componente.

Las operaciones booleanas pueden ser un recurso para simplificar la geometría de los modelos, reduciendo la interconexión de bloques y las superficies de conexión asociadas. También permiten reducir el número de zonas térmicas.

El procedimiento general es el siguiente:

- Estando en el nivel Edificio, seleccione los dos bloques con los que se va a efectuar la operación booleana.
- Seleccione el **tipo de operación booleana** en el panel de Opciones de dibujo (el cual se muestra automáticamente cuando se seleccionan dos bloques con los que es posible efectuar una operación de este tipo). En caso de que se haya seleccionado dos bloques de edificio solo estará disponible la operación de unión.
- Active la herramienta **Operaciones booleanas** desde la barra de herramientas o desde el menú *Editar*. Los dos bloques se tornan color púrpura en ese momento.
- Haga clic izquierdo con el cursor ubicado en cualquier parte de la pantalla de edición. Al hacer esto se concluirá la operación booleana.

**Nota:** En el caso de la operación booleana **Sustracción**, puede activar o desactivar la casilla **Cambiar el bloque que será sustraído**. El bloque que será sustraído se muestra de color verde.



*Ejemplo de aplicación de la operación booleana Unión para integrar dos bloques en uno. De izquierda a derecha: dos bloques de contorno separados, el bloque de contorno resultante después de la operación booleana y el bloque de contorno convertido a bloque de edificio.*

## Edición de bloques en Opciones del modelo

Cuando se está en el nivel Bloque se habilita la sección **Bloque** en diálogo de **Opciones del modelo**, el cual se puede abrir desde la barra de herramientas o desde el menú *Editar*. Ahí es posible efectuar las siguientes operaciones:

### Geometría de bloque

Es posible intercambiar la forma del bloque entre **1-Extruido**, **2-Muros inclinados** o **3-Cubiertas inclinadas**. Con cualquiera de estas formas se activan las opciones de configuración que se explican en el apartado **Formas de bloque**.

Cuando un bloque extruido se transforma en bloque de cubiertas inclinadas o en bloque de muros inclinados la forma original será recordada, de tal manera que aun cuando sea editado mediante las herramientas Cortar bloque y Desplazar plano será posible volver a convertirlo a bloque extruido y la forma original será restaurada.

Es importante verificar que al cambiar la forma del bloque no se produzcan **intersecciones con otros bloques**, ya que eso generará un error. Asimismo, se debe tomar en cuenta que si el bloque tiene una geometría compleja la transformación podría no admitirse.

### Transición cubierta inclinada - muro

En esta sección es posible controlar cuales elementos del bloque serán considerados como cubiertas inclinadas, y cuales como muros inclinados, de acuerdo a su pendiente. Por ejemplo, si un bloque de edificio se convierte a bloque de cubiertas inclinadas, pero se desactiva la casilla **Permitir cubiertas inclinadas**, entonces los nuevos planos inclinados se considerarán muros.

Si se activa la casilla Permitir cubiertas inclinadas y se especifica, por ejemplo, un **Ángulo de transición cubierta-muro** de 45°, todos los planos que tengan un ángulo igual o inferior a 45° respecto al plano base se considerarán como cubiertas (usando los cerramientos y distribución de acristalamiento de cubierta). En el mismo ejemplo, todos los planos que tengan un ángulo superior



a 45° respecto al plano base se considerarán como muros (usando los cerramientos y distribución de acristalamiento de muro).

## Convertir bloques(s) de contorno

Es posible convertir **bloques de contorno** a **bloques de edificio** o **bloques de componente** (para convertir varios bloques de contorno al mismo tiempo se puede emplear una **selección múltiple**). El procedimiento implica seleccionar el bloque de contorno correspondiente y luego activar la herramienta **Convertir bloque(s) de contorno** desde la barra de herramientas, el menú *Editar* o el menú de botón derecho. Al hacer esto se despliega el diálogo **Opciones de Conversión de Bloques de Contorno**, puede indicar si desea convertir el bloque de contorno a bloque de edificio o a bloque de componente.

## Transferir bloques

Es posible transferir todos los bloques de un edificio a otro, siempre y cuando haya por lo menos dos edificios en el modelo. Para ello se debe activar la herramienta **Transferir bloques** desde el menú *Editar*. Una vez abierto el diálogo de la herramienta seleccione el edificio que contiene los bloques que desea transferir y el edificio al que serán transferidos y presione el botón Aceptar.

### Notas:

1. Antes de iniciar la transferencia debe verificar que ninguno de los bloques del edificio fuente se superponga con los bloques del edificio de destino. Incluso una pequeña superposición hará que no sea posible efectuar la transferencia.
2. La operación **Transferir bloques** no se puede deshacer, y borra cualquier acción existente de deshacer/rehacer.

## Bloques especiales

En DesignBuilder es posible crear otros dos tipos de bloques, que resultan útiles para algunos tipos de análisis. Se trata de los **Montajes** y los **Colectores solares**, que se describen a continuación:



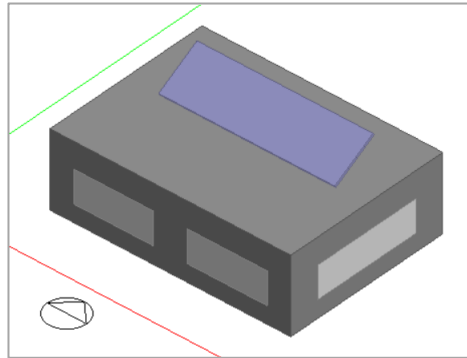
### Dibujar colector solar

Cuando se está en el nivel Edificio, es posible dibujar **colectores solares**. Se trata de un tipo especial de bloques que permite modelar colectores solares térmicos y fotovoltaicos.

Para dibujar un colector solar puede seguir estos pasos:

- a) Active la herramienta **Dibujar colector solar**, haciendo clic en el ícono correspondiente de la barra de herramientas o desde el menú *Editar* > *Dibujar*.
- b) Seleccione el tipo de colector solar: **Térmico** o **Fotovoltaico**.
- c) Dibuje el colector solar sobre alguna superficie del modelo (por ejemplo la cubierta de un bloque o el plano del terreno) siguiendo el mismo procedimiento que con los bloques de componente. Sin embargo, tenga en cuenta que los colectores solo se pueden dibujar con la opción de perímetro 2-*Rectángulo*, y que no es posible establecer una distancia de **Extensión** (el colector se genera automáticamente con una extensión de 10 cm).

d) En caso de ser necesario seleccione el colector solar, active la herramienta **Rotar**, y gírelo asignarle el ángulo de inclinación adecuado:



#### Notas:

1. Los colectores solares térmicos solo se pueden emplear con HVAC Detallado, mientras que los colectores fotovoltaicos se pueden emplear tanto con HVAC Simple como con HVAC Detallado.
2. Una vez dibujado el colector solar, sus propiedades se pueden definir en el encabezado **Colector solar** de la pestaña de datos de **Cerramientos** (es necesario ir al nivel del colector). En el caso de los colectores solares térmicos, otras de sus propiedades solo se pueden definir en la pantalla de edición de HVAC Detallado.

## 2.4. Crear particiones (zonas) y patios - nivel Bloque

Una vez creado un bloque es posible dibujar en él **particiones** (muros interiores) y **patios**. Para ello es necesario ir al nivel del bloque correspondiente (ver sección [Navegación a través del modelo](#)), con lo que se activan las herramientas **Dibujar particiones** y **Dibujar patios**. Se puede acceder a dichos comandos desde la barra de herramientas o desde el menú *Editar > Dibujar*. Recuerde que en el entorno de DesignBuilder crear particiones es casi equivalente a crear **zonas térmicas**. Cuando dentro de un bloque de edificio se dibujan particiones, automáticamente se crean zonas térmicas diferenciadas. La única excepción son las particiones “libres” que no generan zonas térmicas.

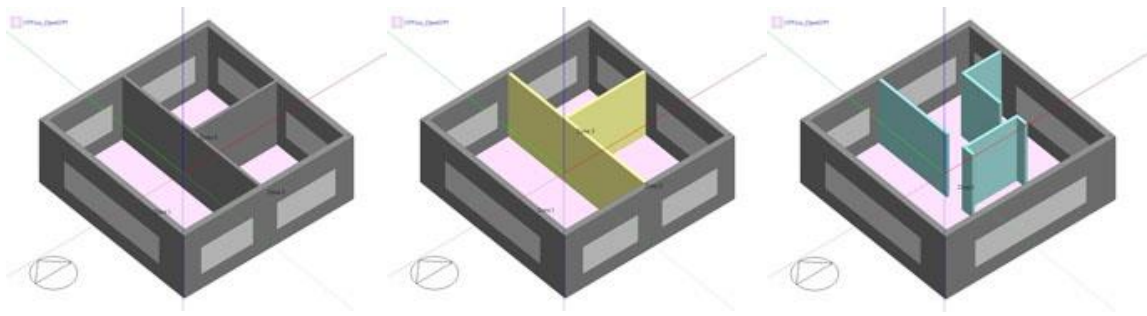
En esta sección se describen los procedimientos para crear particiones y patios, así como las implicaciones de modelado que tienen estos objetos.

### Dibujar particiones

Para crear nuevas particiones, una vez estando en el nivel Bloque se debe activar la herramienta **Dibujar particiones**, ya sea desde la barra de herramientas o desde el menú *Editar > Dibujar*. Las particiones se pueden emplear para modelar muros internos, para dividir los bloques en dos o más zonas térmicas y para incluir masa térmica interna, entre otras funciones que se explican con detalle más adelante.

## Tipos de particiones

DesignBuilder permite generar tres tipos de partición: **estándar**, **virtual** y **libre**. Los primeros dos se definen estableciendo el **Tipo de partición** como *1-Estándar* o *2-Virtual*, en el panel de Opciones de dibujo (el cual aparece cuando se ha activado la herramienta **Dibujar particiones**, estando en el nivel Bloque). Adicionalmente, estas particiones deben trazarse de manera que la partición única o la secuencia de particiones toquen en ambos extremos a otros muros. Las **particiones libres**, por otro lado, se definen automáticamente al quedar uno o ambos extremos de la partición o secuencia de particiones sin hacer contacto con otros muros.



*Los tres tipos de partición, de izquierda a derecha: estándar, virtual, libre. Cada tipo se muestra con un color distinto en la pantalla de edición.*

En los siguientes apartados se describe con mayor detalle las características de cada uno de los tipos de partición.

### Particiones estándar

Para crear **particiones estándar** es necesario establecer el tipo de partición como *1-Estándar* en el panel de **Opciones de dibujo**, así como trazarlas de tal manera que ambos extremos de la partición, o de la secuencia de particiones, toquen muros exteriores u otras particiones existentes en el bloque.

Las particiones estándar generan zonas térmicas automáticamente, si se ha activado la casilla **Zonificación automática de bloques** en el diálogo de *Opciones del modelo > Herramientas de dibujo > Edición misceláneos*.

Estas particiones representan muros interiores, los cuales separan dos zonas térmicas y admiten flujos de calor entre ellas. Su desempeño térmico dependerá, más allá de sus características geométricas, de la composición física definida como parte de los datos del modelo (pestaña **Cerramientos**).

### Particiones virtuales

Para crear **particiones virtuales** es necesario establecer el tipo de partición como *2-Virtual* en el panel de **Opciones de dibujo**, así como trazarlas de tal manera que ambos extremos de la partición, o de la secuencia de particiones, toquen muros exteriores u otras particiones existentes en el bloque.

Tal como sucede con las particiones estándar, las particiones virtuales generan zonas térmicas automáticamente, si se ha activado la casilla **Zonificación automática de bloques** en el diálogo de *Opciones del modelo > Herramientas de dibujo > Edición misceláneos*. Sin embargo estas particiones se modelan **incluyendo un hueco que abarca prácticamente toda su superficie**, lo cual significa que:

- Desde el punto de vista del modelado la partición virtual no genera un muro interno, por lo que el cerramiento que se le asigne como parte de los datos del modelo (pestaña Cerramientos) no tendrá efecto. Una partición virtual no constituye una barrera al flujo de calor ni representa masa térmica interna.
- El aire puede fluir entre las dos zonas separadas por la partición virtual, si se activa la casilla **Modelar flujos de aire a través de huecos y particiones virtuales**, en el diálogo de *Opciones del modelo > Avanzado > Ventilación natural*. En el caso de la ventilación natural programada también es necesario indicar un **Caudal de aire por área de abertura** (en el mismo diálogo de Opciones del modelo).
- La radiación solar puede pasar a través de la partición virtual, si se emplea la opción de **distribución solar 3-Completa interior y exterior** (diálogo de *Opciones del modelo > Diseño de refrigeración / Simulación > Solar*).
- Dado que las particiones virtuales ya tienen un hueco que abarca prácticamente toda su superficie, no es posible dibujar otras aberturas en ellas.

Las particiones virtuales pueden ser útiles para evaluar las condiciones ambientales en diferentes zonas de un espacio único, las cuales en realidad no están separadas por muros interiores. Un ejemplo típico son los edificios de oficinas de planta abierta, en los cuales suele haber diferentes necesidades de climatización en las zonas centrales y en las zonas perimetrales (a pesar de que no haya muros separando dichas zonas). También pueden ser de ayuda para desarrollar estudios de iluminación natural o de sobrecalentamiento en edificios con espacios muy amplios.

**Nota:** Es posible cambiar las particiones ya creadas, del tipo estándar al tipo virtual y viceversa, si se va al nivel cada una de ellas y se cambia el tipo en el panel de **Opciones de dibujo**.

## Particiones libres

Es posible generar un tercer tipo de partición, denominado **partición libre**. Las particiones libres se generan cuando, al trazar una partición o una secuencia de particiones, uno o ambos extremos quedan desconectados de otros muros (se puede terminar la secuencia haciendo clic derecho y seleccionando en el menú emergente el comando **Terminar secuencia**). En este caso **no se generan zonas térmicas diferenciadas** dentro del bloque.

### Notas:

1. EnergyPlus no modela las particiones libres en forma geométrica, sino sólo como **masa térmica interna** añadida a la zona.
3. Las particiones libres no son consideradas en la pantalla de visualización ni en otros tipos de análisis, como los de iluminación natural o CFD. Si requiere que las particiones libres sean consideradas, puede representarlas mediante bloques de componente creados dentro del bloque de edificio.

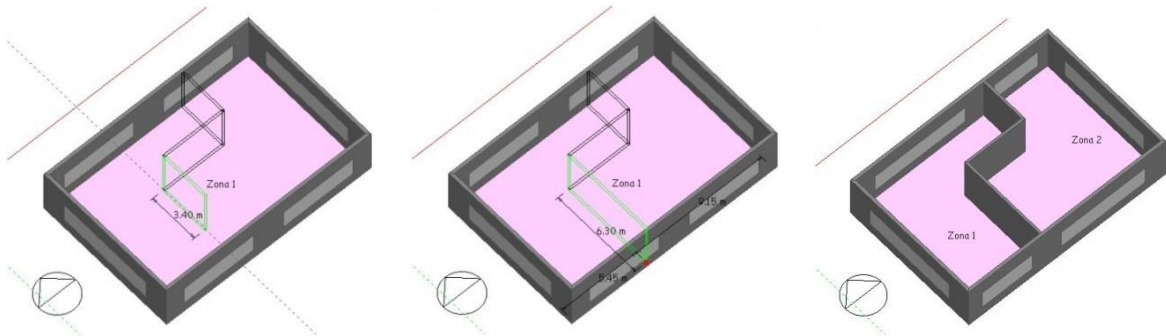
## Procedimiento de trazo de particiones

Para crear particiones se debe trazar una línea o una secuencia de líneas sobre el suelo de un bloque. Las líneas representan el eje central de los muros, de tal manera que el **espesor geométrico** definido para las particiones queda centrado respecto a dichas líneas. El procedimiento de trazo varía ligeramente cuando se trazan particiones (estándar o virtuales) que dividen zonas y cuando se trazan particiones libres.

### Particiones que generan zonas térmicas

Si se desea que las particiones, ya sea estándares o virtuales, generen **zonas térmicas**, tanto el punto inicial como el punto final de la secuencia deben hacer contacto con muros exteriores o con otras particiones. En este caso el procedimiento general de trazo es el siguiente:

1. Estando en el nivel del bloque correspondiente, active la herramienta **Dibujar particiones** desde la barra de herramientas o desde el menú *Editar > Dibujar*.
2. Seleccione el **Tipo de partición** (1-Estándar o 2-Virtual) y el **Tipo de línea** inicial (1-Línea recta o 2-Arco), en el panel de **Opciones de dibujo**.
3. Coloque el cursor en el punto inicial de la secuencia, el cual debe ubicarse en un muro exterior u otra partición, y haga clic izquierdo. Mueva el cursor al siguiente punto y haga nuevamente clic izquierdo. Continúe de esa forma hasta hacer clic izquierdo sobre el punto final de la secuencia, el cual debe ubicarse en un muro exterior u otra partición. La partición se genera automáticamente después de este último paso.



*Ejemplo de procedimiento de trazo de particiones estándar, generando zonas térmicas.*

Al trazar particiones se recomienda tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Se recomienda hacer uso de los **Auxiliares de modelado** durante la creación de particiones, especialmente las **Referencias de punto**, que permiten identificar puntos específicos de muros exteriores y particiones existentes. Sin embargo si se emplea un dibujo DXF como referencia de trazo, en ocasiones es mejor **desactivar la Referencia DXF** durante el trazo de particiones para evitar la interferencia de puntos DXF que se encuentran cercanos al eje central de los muros.
- Durante el proceso de trazo es posible **deshacer la última línea de la secuencia** presionando la tecla ESC. Se puede presionar varias veces dicha tecla para retroceder hasta el punto inicial.
- Al definir el último punto de una partición o secuencia, este se puede indicar en una zona más allá del muro o partición de conexión final. La última partición se cortará automáticamente para ajustarse a ese muro o partición de conexión final.

- Si durante el proceso se cambia el **Tipo de línea** a 2-Arco es necesario hacer clic en el centro geométrico del arco que se desea dibujar. Previamente hay que definir el **Ángulo de desarrollo** y el número de **Segmentos** del arco. Recuerde que en DesignBuilder-EnergyPlus las superficies curvas se representan mediante un conjunto de superficies planas (facetas).
- El espesor geométrico de las particiones se define de acuerdo a los parámetros establecidos en el encabezado **Geometría, áreas y volúmenes**, en la pestaña de datos de Cerramientos.
- El espesor geométrico de las particiones no afecta su comportamiento térmico en las simulaciones con EnergyPlus. Dicho desempeño dependerá fundamentalmente de la composición definida como parte de los datos del modelo, en la pestaña *Cerramientos > Particiones (muros interiores)*.
- Al concluir el trazo de particiones estas se generan abarcando toda la altura del bloque. Si la superficie superior de dicho bloque (por ejemplo la cubierta) tiene una inclinación, la partición se recortará automáticamente para ajustarse a la inclinación.

### Trazo de particiones libres

El procedimiento de trazo de las **particiones libres** es prácticamente idéntico al de las particiones **estándar** y **virtuales**, con la salvedad de que uno o ambos extremos de la partición o secuencia de particiones quedan desconectados de otros muros o particiones. En resumen, cualquiera de estas circunstancias generará particiones libres y no dividirá el bloque en zonas térmicas:

1. Iniciar la secuencia en un punto de un muro exterior o una partición existentes, y luego concluir el trazo mediante el comando **Terminar secuencia** (al cual se puede acceder desde el menú *Editar* o desde el menú auxiliar de clic derecho) sin hacer contacto con otro muro o partición.
2. Iniciar la secuencia en un punto que no haga contacto con un muro o una partición existentes, y luego concluir el trazo mediante el comando **Terminar secuencia** sin hacer contacto con otro muro o partición.
3. Iniciar la secuencia en un punto que no haga contacto con un muro o partición existente, y luego concluir el trazo indicando el último punto de la secuencia en un muro o partición existente.

**Nota:** Si una partición libre se conecta posteriormente a un muro exterior u otra partición, mediante la adición de más particiones, automáticamente se convertirá en una partición estándar o virtual y se generarán zonas térmicas diferenciadas.

### Zonificación automática de bloques

Cuando se crea una partición o una secuencia de particiones que tocan en ambos extremos a muros o particiones existentes, y se encuentra activada la casilla **Zonificación automática de bloques** en el diálogo de *Opciones del modelo > Herramientas de dibujo > Edición misceláneos*, automáticamente se generan nuevas zonas térmicas. Dichas zonas se actualizan de inmediato en el **Árbol del modelo** y en la vista 3D de la pestaña Modelo.

Sin embargo esta función puede demandar más tiempo en el proceso de modelado, sobre todo cuando se trabaja con edificios grandes y/o complejos, ya que cada vez que se crea una zona el modelo se debe regenerar internamente. En esos casos se recomienda **desactivar** la casilla



**Zonificación automática de bloques**, lo cual permite trazar con mayor rapidez todas las particiones y posponer la zonificación hasta el final.

Si se ha desactivado la zonificación automática de bloques, una vez concluido el trazo de las particiones se puede efectuar la zonificación mediante el comando **Rezonificar bloques**, disponible en el menú *Herramientas*. Igualmente es posible concluir la zonificación mediante el comando **Regenerar modelo** (también disponible en el menú *Herramientas*).

#### Notas:

1. Además de permitir la zonificación de los bloques, el comando **Regenerar modelo** puede ser útil si en el proceso de creación del modelo las adyacencias se han alterado de alguna manera. Este comando recalcula la geometría de las zonas, superficies y adyacencias.
2. Cuando se desactiva la opción de **Zonificación automática de bloques** las particiones estándar se muestran provisionalmente en el modelo como **particiones de contorno**, con el mismo color que las particiones libres. Una vez efectuada la zonificación mediante los comandos **Rezonificar bloques** o **Regenerar modelo**, las particiones se convierten en particiones estándar.

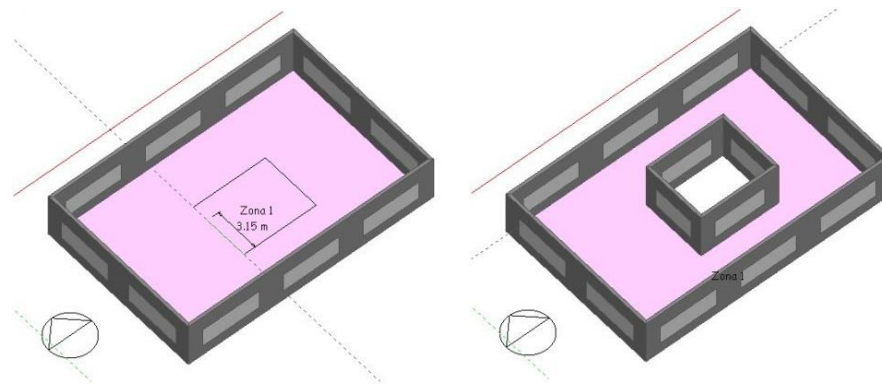
## Dibujar patios

Los patios se pueden emplear para modelar espacios exteriores que quedan rodeados por el propio edificio. Para dibujar un patio, una vez estando en el nivel Bloque, se debe activar la herramienta **Dibujar patios**, ya sea desde la barra de herramientas o desde el menú *Editar > Dibujar*.

Los patios se generan **trazando un perímetro**, con cualquier forma, sobre el suelo del bloque correspondiente (se recomienda revisar el apartado **Trazo de perímetros** para consultar las opciones disponibles). Una vez concluido el trazo del perímetro el patio se genera automáticamente extruyendo sus muros exteriores en toda la altura del bloque.

Se recomienda tener en cuenta los siguientes aspectos al dibujar patios:

- Los patios se modelan como espacios exteriores y no como zonas térmicas. Si requiere conocer las condiciones térmicas aproximadas de un patio entonces no se recomienda emplear la herramienta **Dibujar patios**, sino modelarlo, por ejemplo, mediante particiones internas y un hueco en la cubierta.
- Si desea que DesignBuilder prolongue automáticamente los patios de bloques existentes a bloques superiores, active la casilla **Incluir automáticamente los patios de bloques inferiores** en el diálogo de *Opciones del modelo > Herramientas de dibujo > Edición misceláneos*.
- Al momento de dibujar un patio, las líneas del perímetro no pueden tocar otros muros o particiones. Esto significa que el patio debe estar completamente en el interior del bloque, y que esta herramienta no es útil para generar patios de edificios en "L" o en "U".
- No se puede crear ningún otro bloque de edificio o componente dentro de un patio, ya que esto produce un error de intersección de bloques. Para poder modelar una condición como esa (otros bloques dentro del patio) tendría que generar el patio mediante la **operación booleana Sustracción**. La única desventaja con esta última opción es que los patios no se pueden editar posteriormente desde el nivel Bloque, como en el caso de los que han sido generados mediante la herramienta **dibujar patio**.



*Ejemplo del procedimiento para dibujar un patio dentro de un bloque.*

## 2.5. Crear aberturas - nivel Superficie

Al desarrollar modelos 3D de edificios, DesignBuilder permite crear aberturas de dos maneras distintas:

- **Generación automática de aberturas.** Desde la pestaña de Aberturas es posible establecer plantillas de distribución para el acristalamiento en muros, particiones y cubiertas. También es posible auto-generar puertas y rejillas en muros y particiones. Si se activan, todas estas aberturas se crearán automáticamente al dibujar bloques y/o particiones.
- **Trazo personalizado de aberturas.** Las aberturas se dibujan manualmente, con la forma deseada, estando en el nivel superficie.

La primera opción se recomienda en las etapas iniciales del proyecto, o cuando se trata de edificios con aberturas distribuidas de manera uniforme. Su uso se describe con mayor detalle en la sección de [Aberturas](#). En esta sección se describen las operaciones involucradas en la creación de **aberturas personalizadas**, que son mucho más flexibles en cuanto a su configuración geométrica, así como de otros elementos de superficie especiales.

- Ventanas
- Puertas
- Rejillas
- Huecos
- Sub-superficies
- Elementos superficiales CFD

### Trazo de aberturas, sub-superficies y elementos superficiales CFD

Para trazar aberturas es necesario ir al nivel de la superficie correspondiente (ver sección [Navegación a través del modelo](#)). Al estar en el nivel Superficie, desde la barra de herramientas o desde el menú *Editar > Dibujar* se puede acceder a las herramientas de dibujo de aberturas: Ventana, Puerta, Rejilla, Hueco, Sub-superficie y Elemento superficial CFD.

**Nota:** Cuando se dibujan aberturas personalizadas se puede optar por conservar las aberturas auto-generadas (o no) en el modelo, cuando estas existan. Ver más abajo: **Mantener aberturas auto-generadas**.

Una vez en el nivel superficie, y después de seleccionar alguna herramienta de dibujo de abertura, el procedimiento de trazo es muy similar al de **trazo de perímetros**. Es posible elegir la **forma de perímetro** 1-Polígono, 2-Rectángulo o 3-Círculo; y en el caso de la forma polígono es posible elegir entre el **tipo de línea** 1-Línea recta o 2-Arco.

Una vez seleccionada la forma de perímetro se debe ubicar el cursor sobre la superficie (en este caso el único plano de dibujo disponible) para posicionar el origen de la abertura. Conforme se mueve el cursor sobre la superficie se despliegan **cotas dinámicas** desde los vértices de dicha superficie, las cuales ayudan a ubicar el punto de origen de la abertura. Si la **Referencia de incremento** se encuentra activa (panel de Opciones de dibujo), las cotas dinámicas se incrementarán de acuerdo al valor especificado.

Las cotas dinámicas se referencian de manera predeterminada a los vértices **más cercanos** a la posición del cursor. Sin embargo puede establecer que se referencien a un **vértice determinado**, incluso si este no es el más cercano. Para ello primero acerque el cursor al vértice deseado, presione la tecla SHIFT y manténgala presionada hasta que posicione el origen de la abertura.

**Nota:** Cuando se trabaja con superficies puede ser útil activar la **Vista estándar Perpendicular** (a la derecha de la barra de menús, en la parte superior de la pantalla), para facilitar el trazo de aberturas, sub-superficies y elementos superficiales CFD.

### Uso del teclado para ingresar distancias en el trazo de aberturas

Es posible usar el teclado para ingresar distancias durante el trazo de aberturas, incluyendo la ubicación del origen y sus dimensiones. Como ejemplo, veamos el trazo de una ventana de 3m de largo por 2m de altura, cuyo origen se ubica a 1m desde el borde izquierdo y a 0.5m desde el borde inferior de la superficie:

- a) Estando en el nivel superficie active el comando **Dibujar ventana** y seleccione la forma de perímetro 2-Rectángulo.
- b) Ubique el cursor en la esquina inferior izquierda de la superficie, de tal manera que se muestre el punto verde de **referencia punto final** (es necesario tener activada esa referencia).
- c) Entonces, para definir el origen de la ventana, ingrese las distancias siguiendo las coordenadas X-Y: **1** y luego **0.5** (no es necesario incluir una coma entre ambos valores, pero si un espacio) y presione la tecla ENTER. Automáticamente el origen de la ventana se posicionará en la posición deseada.
- d) A continuación teclee las distancias que definen las dimensiones de la ventana, nuevamente siguiendo las coordenadas X-Y y dejando un espacio entre ellas: **3** y luego **2**, y presione la tecla ENTER. La ventana se generará automáticamente con las dimensiones especificadas.

#### Notas:

1. Cuando se ingresan distancias con el teclado, estas aparecen debajo del encabezado **Teclear**, en el panel de Opciones de dibujo.

2. Por convención, cuando se trabaja en el nivel superficie, los valores positivos hacen que las coordenadas X se incrementen hacia la derecha, y las coordenadas Y hacia arriba. Lo contrario sucede cuando se ingresan valores negativos. Esto es así independientemente de que la superficie se vea desde adentro o desde afuera.

3. Puede alternar entre la definición de distancias con el teclado y la definición de distancias con el cursor y clic izquierdo.

### Mantener aberturas auto-generadas

Cuando se está en el nivel superficie, incluso si se ha activado alguna herramienta de dibujo de aberturas, en el panel de Opciones de dibujo aparece la casilla **Mantener aberturas auto-generadas**. Si esta casilla se deja activa, al dibujar cualquier abertura las aberturas auto-generadas (creadas mediante plantillas de **Distribución** en la pestaña de Aberturas) se conservarán en la superficie, pero se convertirán a aberturas personalizadas. Por otro lado, si la casilla se desactiva, al activar una herramienta de dibujo de aberturas las aberturas auto-generadas se eliminarán de la superficie.

En cualquier caso, si posteriormente se desea reasignar las aberturas auto-generadas, desde el nivel de la superficie se puede activar el comando *Reasignar datos heredados > Borrar aberturas personalizadas (restaurar aberturas auto-generadas)*, el cual se puede activar desde la barra de herramientas o desde el menú *Editar*.

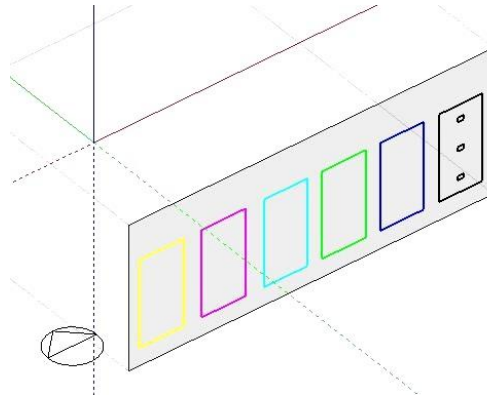
### Tipos de aberturas y superficies especiales

DesignBuilder permite dibujar diferentes tipos de aberturas y elementos superficiales especiales. Cada uno de estos tipos de abertura juega un papel distinto en los procesos de cálculo y simulación, como se explica a grandes rasgos en este apartado.

Para identificar mejor las aberturas y superficies especiales, cada una de ellas se muestra con un color diferente en la pestaña de Edición, cuando se está en el nivel Superficie (a diferencia de las aberturas auto-generadas, que se muestran en gris):

- **Ventanas:** Amarillo
- **Puertas:** Cian
- **Rejillas:** Magenta
- **Huecos:** Verde
- **Sub-superficies:** Azul
- **Elementos superficiales CFD:** Diferentes colores, dependiendo del tipo de límite

En los siguientes apartados se explican las características generales de cada uno de estos tipos de aberturas y superficies especiales.



*Los diferentes tipos de abertura y superficies especiales (vistos en el nivel superficie). De izquierda a derecha: ventana, rejilla, puerta, hueco, sub-superficie y límite CFD.*

## Ventanas

Las ventanas representan **superficies traslúcidas** a través de las cuales puede ingresar una parte de la radiación solar, de acuerdo con las **opciones del modelo** relacionadas con el **Soleamiento**. También se pueden emplear para modelar la **entrada y salida de aire** de manera controlada, de acuerdo con las opciones del modelo relacionadas con la **Ventilación natural**.

Las ventanas pueden ser tanto **exteriores** como **interiores**, y su composición se define en la pestaña de *Aberturas > Ventanas exteriores / Ventanas interiores / Ventanas en cubierta*. A las ventanas exteriores es posible añadirles diferentes tipos de **dispositivos de sombreado**.

Puede encontrar más información sobre los parámetros relacionados con las ventanas en [ésta sección](#).

## Puertas

Las puertas representan superficies que son **opacas a la radiación solar** (sus composición física se define como un cerramiento), pero permiten modelar la **entrada y salida de aire** en forma parcialmente controlada, de acuerdo con las opciones del modelo relacionadas con la **Ventilación natural**.

Las puertas pueden ser tanto **exteriores** como **interiores**. Sus propiedades relacionadas con la ventilación se definen en la pestaña de *Aberturas > Puertas*, mientras que su configuración constructiva se define en la pestaña de *Cerramientos > Sub-superficies*.

**Nota:** Si la puerta es acristalada, lo cual significa que puede dejar pasar radiación solar, entonces debe modelarse como una **ventana**. Si una parte de la puerta es acristalada y otra opaca, se puede modelar con dos aberturas adyacentes, una del tipo ventana y otra del tipo puerta.

Puede encontrar más información sobre los parámetros relacionados con las puertas en [esta sección](#).

## **Rejillas**

Las rejillas representan superficies que son **opacas a la radiación solar**, pero permiten modelar la **entrada y salida de aire** en forma parcialmente controlada, de acuerdo con las opciones del modelo relacionadas con la **Ventilación natural**.

Las rejillas pueden ser tanto **exteriores** como **interiores**, y sus propiedades se definen en la pestaña de *Aberturas > Rejillas*.

Puede encontrar más información sobre los parámetros relacionados con las rejillas en [esta sección](#).

## **Huecos**

Los huecos representan **aperturas permanentes** a través de las cuales puede ingresar la radiación solar, de acuerdo con las **opciones del modelo** relacionadas con el **Soleamiento**. También se pueden emplear para modelar la **entrada y salida de aire** de manera NO controlada, de acuerdo con las opciones del modelo relacionadas con la **Ventilación natural**.

Los huecos pueden ser tanto **exteriores** como **interiores**. Dada su naturaleza, en este caso no es necesario definir sus propiedades (más allá de las opciones del modelo relacionadas con el soleamiento y la ventilación natural).

### **Notas:**

1. Los huecos también se pueden emplear para agrupar zonas entre sí, cuando se activa la casilla **Agrupar zonas conectadas por huecos**, en el diálogo de *Opciones del Modelo > Avanzado > Simplificación*.
2. Es posible dibujar grandes huecos en una superficie para generar el efecto de eliminar dicha superficie. Esta técnica puede ser útil, por ejemplo, para crear espacios tipo atrio, para conectar bloques de cubiertas inclinadas con los bloques inferiores o para conectar zonas de distintos bloques.

Puede encontrar más información sobre los parámetros relacionados con los huecos en [esta sección](#).

## **Sub-superficies**

Las sub-superficies no representan aberturas propiamente dichas, ya que son opacas a la radiación solar y no permiten modelar la entrada y salida de aire, sino que se emplean para modelar **partes de los cerramientos en las que cambia su composición**. Se pueden aplicar en cerramientos tanto **exteriores** como **interiores**, y su configuración constructiva se define en la pestaña de *Cerramientos > Sub-superficies*.

**Nota:** Las sub-superficies se pueden emplear para modelar puentes térmicos. Imaginemos por ejemplo un muro exterior con una capa de aislamiento interrumpida por columnas de concreto insertadas en el mismo muro. Las sub-superficies pueden ser útiles para modelar las partes del muro en las que se ubican las columnas, asignándoles un cerramiento sin aislamiento.



Puede encontrar más información sobre las características de las sub-superficies, y sus implicaciones en los procesos de cálculo y simulación, en [esta sección](#).



## Elementos superficiales CFD

Aunque se dibujan con el mismo procedimiento que las aberturas y sub-superficies, los elementos superficiales CFD se emplean para modelar elementos que solo tienen una función específica en los análisis CFD, tales como rejillas difusoras y de extracción, áreas de flujo de calor, etc. Debido a ello, las opciones y parámetros asociados a estos elementos se describen con detalle en la sección [Crear elementos superficiales CFD](#).

**Nota:** A diferencia de las aberturas, los bordes de los polígonos que conforman los límites CFD no pueden coincidir con los bordes de los cerramientos en los que se ubican. Debe haber una distancia de al menos 0.1m entre dichos bordes.

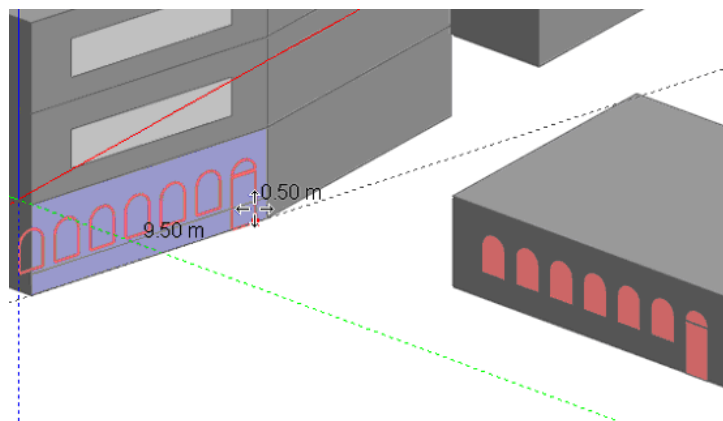
## Edición de aberturas

Estando en el nivel superficie es posible seleccionar las aberturas personalizadas (no las auto-generadas) para eliminarlas, moverlas, copiarlas, reflejarlas o rotarlas. Se recomienda consultar la sección de [Operaciones generales](#) para obtener más información sobre estos comandos.

### Edición de aberturas desde el nivel Edificio

Las aberturas exteriores se pueden seleccionar estando en el nivel Edificio, lo que permite eliminarlas, moverlas o copiarlas ahí mismo. En este caso aplican las siguientes reglas:

- Se puede seleccionar varias aberturas en una misma superficie para moverlas o copiarlas a otra superficie cualquiera.
- Es posible seleccionar aberturas en múltiples superficies, pero en ese caso solo pueden ser borradas (no se pueden mover o copiar).
- Si se están moviendo o copiando varias aberturas simultáneamente, y no todas caben en la superficie de destino, las que no quepan serán eliminadas automáticamente.



*Ejemplo de copia de ventanas desde un bloque a otro, estando en el nivel Edificio. La ventana que no cabe en la nueva superficie será eliminada automáticamente*

## 2.6. Comandos básicos y complementos

### Controles de vista (pantalla de edición)

Los **Controles de vista** permiten modificar la forma en que se visualiza el modelo 3D, facilitando su creación y edición. Los siguientes son los controles disponibles (ver más abajo la descripción de cada uno de ellos):

- **Órbita dinámica**
- **Zoom dinámico**
- **Ajustar a la pantalla**
- **Desplazamiento**
- **Ventana de Zoom**
- **Tipo de vista**
- **Perpendicular**

**Nota:** Los controles de vista pueden ser activados en cualquier momento durante la operación de las herramientas de dibujo. Una vez completado el cambio de vista el control puede ser desactivado para volver a la herramienta de dibujo activa.

#### **Órbita**

La **Órbita** permite **rotar** la vista del modelo en cualquier dirección. Existen dos métodos básicos para activar esta herramienta:

**Opción 1:** Active la herramienta desde el icono correspondiente en la barra de Herramientas, desde el menú *Vista* o mediante el teclado: *Control + Mayúsculas (Shift) + O*. Después mantenga presionado el botón izquierdo del ratón mientras mueve el cursor en la dirección deseada.

**Opción 2:** Mantenga presionada la rueda central del ratón mientras mueve el cursor en la dirección deseada.

#### **Zoom dinámico**

El **Zoom dinámico** permite **acercar o alejar** el modelo en la pantalla. Existen tres métodos básicos para activar esta herramienta:

**Opción 1:** Active la herramienta desde el icono correspondiente en la barra de Herramientas, desde el menú *Vista* o mediante el teclado: *Control + Mayúsculas (Shift) + Z*. Posteriormente mantenga presionado el botón izquierdo del ratón mientras mueve el cursor hacia arriba (el modelo se acerca) o hacia abajo (el modelo se aleja).

**Opción 2:** Gire la rueda central del ratón hacia adelante (el modelo se acerca) o hacia atrás (el modelo se aleja).

**Opción 3:** Mantenga presionadas al mismo tiempo la tecla *Control* y la rueda central del ratón mientras mueve el cursor hacia adelante (el modelo se acerca) o hacia atrás (el modelo se aleja).

## Ajustar a la pantalla

Esta herramienta permite ajustar la vista del modelo al **tamaño de la pantalla de edición**:

**Única opción:** Active la herramienta desde el icono correspondiente en la barra de Herramientas, desde el menú *Vista* o mediante el teclado: *Control + Mayúsculas (Shift) + F*.

## Desplazamiento

Esta herramienta permite **desplazar** el modelo en cualquier dirección. Existen dos métodos básicos para activarla:

**Opción 1:** Active la herramienta desde el icono correspondiente en la barra de Herramientas, desde el menú *Vista* o mediante el teclado: *Control + Mayúsculas (Shift) + N*. Después mantenga presionado el botón izquierdo del ratón mientras mueve el cursor en la dirección deseada.

**Opción 2.** Mantenga presionadas al mismo tiempo la tecla *Mayúsculas (Shift)* y la rueda central del ratón mientras mueve el cursor en la dirección deseada.

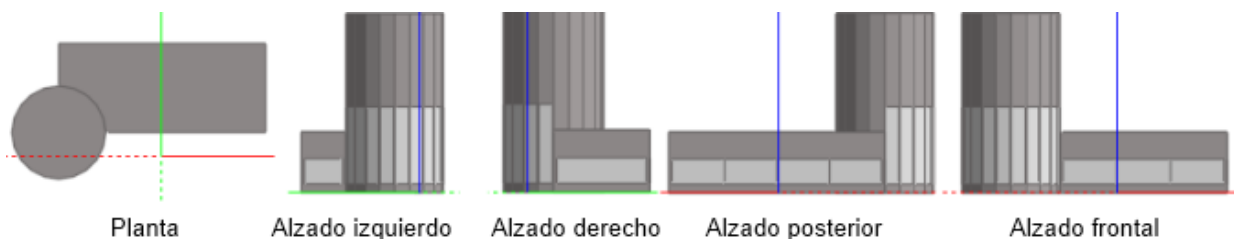
## Zoom de ventana

El Zoom de ventana permite generar acercamientos a zonas específicas del modelo. Solo existe un método para activar esta herramienta:

**Única opción:** Active la herramienta desde el icono correspondiente en la barra de Herramientas, desde el menú *Vista* o mediante el teclado *Control + Mayúsculas (Shift) + W*. Después ubique el cursor en el primer vértice de la ventana, presione el botón izquierdo y manténgalo así mientras desplaza el cursor hasta el vértice contrario, y una vez ahí deje de presionar el botón izquierdo.

## Vista estándar

Además de la vista en **Axonométrico**, empleada por DesignBuilder de manera predeterminada, es posible generar vistas estándar mediante el comando **Tipo de vista** (barra de Menús, en la parte superior de la pantalla):



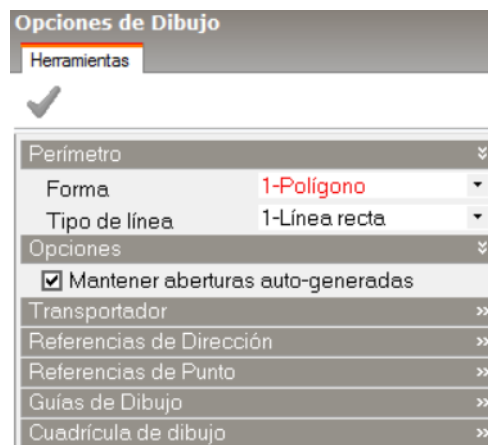
## Perpendicular

Cuando se está en el nivel Superficie, el botón **Perpendicular** (barra de Menús, en la parte superior de la pantalla) permite rotar el punto de vista hasta hacerlo perpendicular a dicha superficie. Al emplear este botón también se ajusta automáticamente el zoom, de tal manera que la superficie ocupa toda la pantalla.

Tenga en cuenta que la opción del programa **Vista perpendicular a la superficie** permite establecer si dicha vista perpendicular será desde el exterior (predeterminado) o desde el interior de la zona a la que pertenece la superficie.

## Trazo de Perímetros

Los bloques, los patios y las aberturas se crean mediante el trazo de **perímetros** sobre **planos de dibujo activos**. Cuando se activa cualquiera de esas herramientas de dibujo es posible acceder a las opciones de **Perímetro** mediante el panel **Opciones de Dibujo** (en la parte inferior izquierda de la pantalla). Por ejemplo, al activar la herramienta **Dibujar abertura**, estando en el nivel Superficie:



## Plano de dibujo activo

Los perímetros se trazan siempre sobre un **plano de dibujo activo**, cuya identificación depende del nivel en el que se está trabajando. Por ejemplo, cuando se está trabajando en el nivel de una superficie, digamos un muro, dicha superficie es el único plano de dibujo disponible.

En cambio cuando se está trabajando en el nivel Edificio tanto el plano base (nivel 0) como cualquier superficie de los bloques existentes se pueden seleccionar como plano de dibujo activo. En ese caso, si se tiene activa una herramienta de dibujo, las diferentes superficies de los bloques se **resaltan en azul** cuando se pasa el cursor sobre ellas, indicando que se pueden establecer como plano de dibujo activo.

**Nota importante:** Es posible bloquear un plano de dibujo activo, para facilitar el proceso de modelado, si después de resaltarlo con el cursor se mantiene presionada la tecla SHIFT.

## Formas de perímetro

Hay disponibles tres formas básicas de perímetro para el trazo de bloques, patios y aberturas:

### 1-Polígono

### 2-Rectángulo

### 3-Círculo

## Polígono

La forma **Polígono** es la más versátil de todas, ya que permite generar prácticamente cualquier forma geométrica mediante una secuencia de líneas. El **Tipo de línea** se puede cambiar durante el proceso de trazo, ya sea como *1-Línea recta* o *2-Arco*.

**Procedimiento de trazo:** Coloque el cursor en el primer vértice del polígono, en cualquier punto del **plano de dibujo activo**, y haga clic izquierdo. Luego mueva el cursor al siguiente vértice y haga nuevamente clic. Continúe de esa forma hasta cerrar el polígono en el vértice inicial. Al hacer esto último se genera automáticamente el bloque (en caso de que se haya activado la opción *Auto-completar bloque*), el patio o la abertura.

### Notas:

- a) Si en el proceso se cambia el **Tipo de línea** a *2-Arco* es necesario hacer clic en el centro geométrico del arco que se desea dibujar (previamente se define el **Ángulo** de desarrollo y el número de **Segmentos** del arco).
- b) Es posible usar las **auxiliares de modelado**, como las referencias de **dirección** y de **punto**, o el **transportador**, para facilitar el proceso de trazo.
- c) Si en un momento dado se desea cancelar la última línea trazada solo es necesario presionar la tecla ESC, o bien activar el menú de clic derecho y seleccionar *Deshacer último punto*. Puede repetir este procedimiento hasta volver al punto inicial.

## Rectángulo

La forma **Rectángulo** permite generar perímetros rectangulares, ofreciendo mayor rapidez cuando se trabaja con formas regulares.

**Procedimiento de trazo:** Coloque el cursor en el primer vértice del rectángulo, en cualquier punto del **plano de dibujo activo**, y haga clic. Mueva el cursor para ubicar el vértice opuesto del rectángulo y haga nuevamente clic para concluirlo. Al hacer esto último se genera automáticamente el bloque (en caso de que se haya activado la opción *Auto-completar bloque*), el patio o la abertura con forma rectangular.

## Círculo

La forma **Círculo** permite trazar perímetros "circulares" mediante un conjunto de segmentos rectos.

**Procedimiento de trazo:** Después de definir el número de **Segmentos** que lo conformarán, coloque el cursor en el centro del círculo, en cualquier punto del **plano de dibujo activo**, y haga clic izquierdo. Luego mueva el cursor para definir el radio del círculo y haga nuevamente clic para

concluirlo. Al hacer esto último se genera automáticamente el bloque (en caso de que se haya activado la opción *Auto-completar bloque*), el patio o la abertura con forma circular.

**Nota:** En DesignBuilder y EnergyPlus los círculos son representados geoméricamente mediante **polígonos**. La precisión de dicha representación puede ser mejorada aumentando el número de **Segmentos** (líneas rectas) que conforman el polígono. Sin embargo, mientras más segmentos son usados más memoria y tiempo de procesamiento serán requeridos, especialmente en el caso de los bloques. Debido a ello se recomienda mantener el número de segmentos predeterminados por el programa siempre que sea posible.

## Tipo de línea

Cuando la **forma de perímetro** (ver punto anterior) se establece como **1-Polígono**, es posible emplear dos tipos de línea de trazo:

**1-Línea recta**

**2-Arco**

### Línea recta

Al activar la opción *1-Línea recta*, el perímetro se traza estableciendo el punto de origen de la primera línea y los puntos finales de todas las líneas rectas que conforman el polígono, hasta volver a hacer clic en el punto de origen.

### Arco

Para incluir un arco en un polígono se puede cambiar el tipo de línea a *2-Arco*. Cada arco se define mediante un **Ángulo** de desarrollo y un número de **Segmentos**, y se traza estableciendo el centro geométrico haciendo clic izquierdo con el cursor en la posición deseada.

#### **Notas:**

- a) Es posible indicar un ángulo de desarrollo negativo para crear un arco en sentido contrario a las manecillas del reloj.
- b) Como en el caso de los círculos, en DesignBuilder y EnergyPlus los arcos son representados geoméricamente mediante una serie de segmentos (líneas rectas). La precisión de dicha representación puede ser mejorada aumentando el número de **Segmentos**. Sin embargo, mientras más segmentos son usados más memoria y tiempo de procesamiento serán requeridos, especialmente en el caso de los bloques. Debido a ello se recomienda mantener el número de segmentos predeterminados por el programa siempre que sea posible.

## Auxiliares de modelado

DesignBuilder ofrece diversas herramientas auxiliares para crear los modelos geométricos con mayor facilidad y precisión:

- **Transportador**
- **Referencias de dirección**
- **Referencias de punto**



- Guías de dibujo
- Líneas auxiliares
- Medir

**Nota:** Solo se puede acceder a los primeros cuatro comandos cuando se activa alguna herramienta de dibujo, por ejemplo la herramienta **Dibujar bloque** (en el nivel Edificio).

## Transportador

El transportador es una herramienta auxiliar para trazar líneas con ángulos específicos dentro del **plano de dibujo activo**. Puede ser activado en el panel de **Opciones de dibujo**, el cual se despliega durante la operación de cualquier herramienta de dibujo.

**Funcionamiento:** Después de activar el comando **Transportador**, es necesario ingresar el ángulo de **Incremento** (°). El cursor de muestra entonces con la imagen de un transportador. Después de establecer el punto inicial de la línea es necesario mover el cursor en la dirección adecuada hasta encontrar el ángulo deseado (que será siempre una suma del valor de incremento establecido).

## Referencias de dirección

Cuando se trazan perímetros, particiones o aberturas, las **Referencias de dirección** se pueden usar para dibujar líneas:

- Alineadas con los ejes cartesianos de modelo (**Referencias eje X, Y y Z**).
- Paralelas respecto a otros elementos existentes en el modelo (**Referencia paralela**).
- Perpendiculares respecto a otros elementos existentes en el modelo (**Referencia perpendicular**).
- Paralelas y a una distancia predeterminada respecto a otros muros y particiones existentes en el modelo (**Referencia equidistancia**, estando en el nivel bloque).

En los siguientes apartados se describen los procedimientos generales empleados con cada uno de estos comandos.

## Referencias de eje X, Y y Z

Hay tres referencias axiales, correspondientes a los ejes cartesianos X, Y y Z del modelo. Estas se pueden activar en la sección **Referencias de Dirección**, dentro del panel **Opciones de Dibujo**, siempre y cuando se encuentre en operación algún comando de dibujo.

**Procedimiento:** Después de establecer el punto inicial de una línea, conforme se mueve el cursor para trazarla sobre un plano activo, la línea se referencia y cambia de color al alinearse con alguno de los ejes cartesianos (eje X: **rojo**, eje Y: **verde**, eje Z: **azul**). Si el plano no es horizontal, la referencia de ejes se aplica de acuerdo al sistema regular de coordenadas, como si el plano fuera rotado hasta ser horizontal. En ese caso la línea cambia a color **naranja** para indicar el eje X y a **púrpura** para indicar el eje Y.

**Nota:** Estando en el nivel Edificio, aun cuando el **plano de dibujo activo** sea horizontal, también se puede establecer una referencia con el eje Z, lo cual permite generar bloque extrudidos horizontalmente. Este proceso se explica con mayor detalle en la sección **Creación de bloques**.

## Referencia paralela

La **Referencia paralela** se usa para trazar líneas paralelas respecto a los bordes de otros objetos existentes en el dibujo. Se puede activar en la sección **Referencias de Dirección**, en el panel **Opciones de Dibujo**, siempre y cuando se encuentre en operación algún comando de dibujo.

**Procedimiento:** Para trazar una línea paralela a un borde primero se establece el punto inicial de la línea, y luego se mueve el cursor hasta tocar el borde respecto al cual se desea que sea paralela, presionando a continuación la tecla SHIFT. Esto permitirá inferir la dirección del borde seleccionado, la cual se puede bloquear manteniendo presionada la tecla SHIFT para prevenir la interferencia de cualquier otro borde. Después, al mover la línea en curso hasta una posición aproximadamente paralela al borde seleccionado, se referenciará y cambiará a color **cian**.

**Nota:** Cuando la **Referencia paralela** se encuentra activa también se pueden emplear las **Guías de dibujo**.

## Referencia perpendicular

La **Referencia perpendicular** se usa para trazar líneas perpendiculares respecto a los bordes de otros objetos existentes en el modelo, o bien a las líneas precedentes cuando se traza un perímetro o una secuencia de particiones. Se puede activar en la sección **Referencias de Dirección**, en el panel **Opciones de Dibujo**, siempre y cuando se encuentre en operación algún comando de dibujo.

**Procedimiento:** Para trazar una línea perpendicular primero se establece el punto inicial de la misma, y luego se mueve el cursor hasta tocar el borde respecto al cual se desea que sea perpendicular, presionando a continuación la tecla SHIFT. Esto permitirá inferir la dirección del borde seleccionado, la cual se puede bloquear manteniendo presionada la tecla SHIFT para prevenir la interferencia de cualquier otro borde. Después, al mover la línea en curso hasta una posición aproximadamente perpendicular al borde seleccionado, se referenciará y cambiará a color **amarillo**. En el caso de las líneas perpendiculares a líneas precedentes, solo es necesario ubicar el cursor en una posición que se acerque a esa condición geométrica.

**Nota:** Cuando la **Referencia paralela** se encuentra activa también se pueden emplear las **Guías de dibujo**.

## Referencia equidistancia

La **Referencia equidistancia** se puede usar para trazar líneas de particiones y patios paralelas a otros muros y particiones existentes, a una distancia predeterminada. Sólo se puede activar cuando se está en el nivel bloque y se ha activado la herramienta **Dibujar particiones** o **Dibujar patio**.

**Procedimiento:** Cuando se activa ésta referencia se despliega el parámetro **Distancia** en el panel de **Opciones de dibujo**, el cual permite ingresar la distancia de separación que se desea

establecer entre el elemento existente y la nueva partición. Al mover el cursor sobre el modelo, es posible visualizar indicadores de referencia equidistancia para cada uno de los muros o particiones existentes. Después de establecer el punto inicial de la partición, ésta se prolongará automáticamente con la distancia de separación indicada. Al mover el cursor hasta el siguiente segmento, el indicador de referencia equidistancia aparecerá de nuevo. Se puede evitar la interferencia de referencias no deseadas presionando la tecla SHIFT.

**Nota:** Cuando la **Referencia equidistancia** se encuentra activa también se pueden emplear las **Guías de dibujo** y otras referencias. De esta manera, por ejemplo, se puede iniciar una partición a una distancia fija desde el inicio de un muro existente usando la **Referencia borde** en combinación con la **Referencia de incremento**.

## Referencias de punto

Las **Referencias de punto** ayudan a posicionar los puntos iniciales y finales de las líneas durante el proceso de trazo (por ejemplo cuando se están creando bloques, particiones o líneas auxiliares), ligándolos a puntos específicos de elementos existentes en el modelo o a incrementos de distancia predeterminados.

Cuando las referencias de punto se encuentran activas, se mostrará un indicador de color al acercar el cursor a un punto clave en un elemento existente, permitiendo posicionar el punto inicial de un perímetro o una partición precisamente en ese punto.

Las siguientes **Referencias de punto** se encuentran disponibles:

- **Referencia de incremento**
- **Referencia punto final**
- **Referencia punto medio**
- **Referencia borde**
- **Referencia DXF**
- **Referencia a perímetros inferiores**

**Nota:** En ocasiones algunas referencias pueden interferir al intentar dibujar desde un punto en particular. Lo mismo puede suceder con otros auxiliares de trazo como las guías de dibujo. En este caso puede desactivar temporalmente los comandos que requiera, deseleccionando las casillas correspondientes en el panel de **Opciones de dibujo**.

## Referencia de incremento

La **Referencia de incremento** aplica para cualquier proceso que involucre ubicar un punto o mover un objeto en una determinada dirección. Dichos procesos incluyen la creación de particiones y el trazado de líneas de perímetro que tengan activa una **Referencia de dirección**, así como el **desplazamiento** de la superficie de un bloque en forma perpendicular a su posición original.

La referencia de incremento es similar a la retícula CAD convencional, y de hecho si sólo se usara junto con las **Referencias a ejes** se tendría el mismo efecto. Sin embargo, la referencia de

incremento es más versátil, ya que permite establecer incrementos a lo largo de cualquier vector definido, y no solo de los ejes cartesianos.

**Procedimiento:** Después de establecer el punto inicial de una línea, esta referencia permite incrementar su longitud en intervalos de distancia predeterminados. El intervalo de incremento se define en la casilla **Incremento**, que aparece en el panel de **Opciones de dibujo** cuando se ha activado la opción. Para que la referencia de incremento tenga efecto el desarrollo de la línea debe ser a lo largo de un vector definido, por ejemplo los ejes cartesianos (X, Y, Z) o los vectores definidos por la **Referencia paralela**, la **Referencia perpendicular** o el **Transportador**.

### Cambiar dirección de incremento

Cuando se traza sobre una línea o borde de referencia, la **Referencia de incremento** solo se puede generar desde uno de los puntos finales de dicho borde. Se puede invertir la dirección para que los incrementos sean generados desde el otro extremo activando el comando **Cambiar dirección de incremento**, debajo de la opción **Referencia de incremento**.

### Referencia punto final

La **Referencia punto final** permite posicionar un punto de trazo inicial o final en cualquiera de los dos extremos de un borde existente. Cuando el cursor se encuentra dentro del ámbito de influencia de la referencia se despliega un indicador **verde**.

Por ejemplo, para ubicar el punto inicial de un nuevo bloque en el extremo del borde de un bloque existente se puede mover el cursor sobre el plano correspondiente y presionar la tecla SHIFT para fijarlo como **plano de dibujo**. Luego, manteniendo la tecla SHIFT presionada, se mueve el cursor cerca del extremo deseado para activar la **Referencia de punto final**.

### Referencia punto medio

La **Referencia punto medio** permite posicionar una línea en el punto central de un borde existente. Funciona de manera similar a la **Referencia punto final**. En el caso de la referencia punto medio el indicador es de color **cian**.

### Referencia borde

La **Referencia borde** permite posicionar un punto de trazo inicial o final en cualquier punto a lo largo del borde de un objeto existente. Cuando el cursor se encuentra dentro del ámbito de influencia de la referencia se despliega un indicador **rojo**.

La **Referencia borde** puede ser usada junto con la **Referencia de incremento** para ubicar un punto mediante incrementos de distancia predeterminados. Cuando el cursor se encuentra dentro del ámbito de influencia de la referencia se despliega un indicador rojo, así como un indicador de distancias. Este último permite ubicar un punto a una determinada distancia desde cualquiera de los extremos del borde. Es posible cambiar el extremo desde el cual se establecen los incrementos de distancia activando la casilla **Cambiar dirección de incremento**.

## Referencia DXF

La **Referencia DXF** permite posicionar un punto de trazo inicial o final en uno los puntos finales de las líneas de un dibujo DXF. Cuando el cursor se encuentra dentro del ámbito de influencia de la referencia se despliega un indicador **verde**.

### Notas:

1. La **Referencia DXF** solo se puede emplear cuando ha sido importado un **archivo de dibujo 2D** con el formato DXF.
2. Generalmente se recomienda desactivar la **Referencia DXF** cuando se dibujan **particiones** en el nivel Bloque, y solo usar las líneas DXF como referencia visual. Esto, por ejemplo, para garantizar la ubicación de puntos en el perímetro, y no en puntos DXF muy cercanos al perímetro pero que en realidad no lo tocan.

## Referencia a perímetros inferiores

La **Referencia a perímetros inferiores** solo tiene efecto cuando se está en el nivel Bloque. Permite referenciar puntos a perímetros y particiones de bloques que se encuentran adyacentes y se ubican en la parte inferior del bloque en el que se está trabajando actualmente.

**Nota:** En ocasiones es mejor no activar esta referencia para evitar interferencias durante el proceso de dibujo.

## Guías de dibujo

Las **Guías de dibujo** son líneas de referencia que se extienden en ambas direcciones desde los puntos finales y centrales de los bordes de objetos existentes, sobre el **plano de dibujo activo**, cuando se emplea alguna herramienta de dibujo. Son siempre paralelas a los ejes X y Y del plano de dibujo y se hacen visibles (como líneas punteadas) solo cuando el cursor se alinea lo suficiente con uno de los puntos de referencia.

Cuando se usan junto con otros auxiliares de dibujo como las **Referencias de dirección y de punto**, así como el **Transportador**, las guías de dibujo ofrecen un mecanismo eficaz para crear objetos con base en sus relaciones geométricas con otros objetos existentes en el modelo.

**Nota:** En ocasiones las guías de dibujo pueden interferir cuando se intenta ubicar un determinado punto geométrico. En esos casos es mejor desactivarlas provisionalmente, deseleccionando las casillas correspondientes en el panel de **Opciones de Dibujo**.

## Líneas auxiliares

Las **Líneas auxiliares** se pueden emplear como referencia para trazar elementos del modelo con una determinada configuración geométrica. Se pueden crear con la ayuda de auxiliares de dibujo como las **referencias** y el **transportador**, y luego usarse como elementos hacia los cuales o desde los cuales derivar el trazo de los objetos del modelo. Estando en el nivel Edificio, las líneas auxiliares también se pueden referenciar al eje Z para crear perímetros verticales.

## Dibujar líneas auxiliares

Después de activar la herramienta **Dibujar línea auxiliar** (mediante el ícono correspondiente en la barra de Herramientas o desde el menú *Editar > Dibujar*), haga clic en el punto inicial y luego en el punto final de la línea, sobre un **plano de dibujo activo**. Dicho plano puede ser el nivel cero del modelo, o bien cualquiera de las superficies del mismo. Es posible usar las **Referencias de dirección y punto**, las **Guías de dibujo** y el **Transportador** como ayuda durante el proceso de trazo. Se puede cancelar el trazo de una línea auxiliar en proceso pulsando la tecla ESC o seleccionando **Cancelar Dibujar línea auxiliar** en el menú *Editar* o en el menú de clic derecho.

Las líneas auxiliares tienen numerosas aplicaciones en la ubicación de los puntos de trazo. Por ejemplo, si desea colocar un bloque a una distancia exacta de la esquina de un bloque existente, puede activar la **Referencia perpendicular**, hacer clic en la herramienta **Dibujar línea auxiliar** y trazar una línea perpendicular desde la esquina correspondiente, con la distancia requerida.

## Borrar líneas auxiliares

Las líneas auxiliares se pueden eliminar, después de seleccionadas, mediante el comando **Eliminar** (accesible desde la barra de Herramientas y desde el menú *Editar*), o bien presionando la tecla **SUPR**. También se puede borrar todas las líneas auxiliares al mismo tiempo ejecutando el comando **Eliminar todas las líneas auxiliares** desde el menú *Editar > Eliminar* o desde el menú de clic derecho.



## Medir

Esta herramienta permite calcular distancias, ángulos, áreas y perímetros en cualquier plano del modelo.

**Procedimiento:** Vaya a la parte del modelo donde se desea hacer la medición y seleccione la herramienta desde la barra de Herramientas o el menú *Editar*. A continuación seleccione el tipo de medición en el panel **Opciones de dibujo**. Las opciones disponibles son:

**1-Distancia.** Haga clic en dos puntos para calcular la distancia entre ellos.

**2-Ángulo.** Haga clic en tres puntos para definir dos líneas y calcular el ángulo entre ellas.

**3-Área.** Dibuje un polígono cerrado sobre un plano, haciendo clic con el ratón cuantas veces sea necesario, para calcular el área de dicho polígono.

**4-Perímetro.** Dibuje un polígono cerrado sobre un plano, haciendo clic con el ratón cuantas veces sea necesario, para calcular el perímetro de dicho polígono.

**Nota:** El valor solicitado (distancia, ángulo, área o perímetro) se muestra resaltado en el panel de **Opciones de Dibujo**, una vez concluido el procedimiento.

## Comandos de edición generales

Los comandos correspondientes a las **Operaciones generales** permiten manipular y editar diversos objetos del modelo (bloques, aberturas, etc.). Se puede acceder a estos comandos desde la barra de herramientas, desde el menú *Editar* o mediante el teclado. A excepción del comando

**Seleccionar**, para poder activar el resto de los comandos es necesario que un objeto se encuentre seleccionado. En esta sección se describe con detalle las siguientes operaciones generales:

- **Seleccionar**
- **Mover objeto(s)**
- **Copiar objeto(s)**
- **Reflejar objeto(s)**
- **Rotar objeto(s)**
- **Extender/estrechar bloque**
- **Eliminar objeto(s)**

**Nota:** Es posible volver atrás o adelante en la aplicación de las operaciones generales, seleccionando **Deshacer...** o **Rehacer...** en el menú *Editar* (o presionando las teclas *Control-Z* y *Control-R*, respectivamente).

## **Seleccionar**

Permite seleccionar uno o más objetos para poder realizar alguna operación geométrica.

**Procedimiento:** Active el comando **Seleccionar** desde la barra de herramientas o el menú *Editar*. Posicione el cursor sobre el objeto que desea seleccionar y haga clic izquierdo (al hacerlo el objeto cambia de color). Si desea seleccionar varios objetos puede mantener presionada la tecla CTRL mientras hace clic sobre ellos, o bien puede usar una ventana de selección. En este último caso posicione el cursor en uno de los vértices de la ventana, haga clic izquierdo, desplace el cursor hasta el vértice opuesto y haga nuevamente clic izquierdo. Todos los objetos que queden completamente dentro de la ventana, a excepción de las **Líneas auxiliares**, serán seleccionados.

## **Mover**

Permite desplazar uno o más objetos desde su posición original a una nueva posición.

**Procedimiento:** Seleccione el objeto u objetos que desea mover (edificios, bloques, particiones, patios, aberturas, sensores de luz diurna). Active la herramienta **Mover** desde la barra de herramientas, el menú *Editar* o el menú de clic derecho. Defina el punto inicial haciendo clic izquierdo (el punto inicial puede estar en cualquier superficie del modelo, aunque se recomienda ubicarlo sobre uno de los vértices de los objetos a mover). Desplace el cursor hasta el punto deseado y haga clic izquierdo de nuevo. El proceso descrito se puede facilitar mediante los **Auxiliares de modelado**.

### **Notas:**

1. Mientras se mueven los objetos se despliega una línea de desplazamiento, la cual puede ser posicionada con ayuda de las **Referencias de ejes**, el **Transportador** y las **Guías de dibujo**. También es posible usar la **Referencia de incremento** para indicar con mayor facilidad una determinada distancia de desplazamiento.



2. Estando en el nivel Edificio los bloques pueden moverse hasta posicionarse sobre cualquier plano de otro bloque existente. Las caras del bloque existente se resaltarán en azul conforme se mueve el cursor sobre ellas, indicando cuál de ellas representa el plano de dibujo activo en un momento dado. Es posible bloquear el plano de dibujo activo presionando la tecla SHIFT, para posicionar con mayor facilidad el bloque en el punto requerido.



## Copiar

Permite copiar uno o más objetos.

El procedimiento para usar esta herramienta es idéntico al de la herramienta **Mover**, por lo que puede revisar dicha sección (ver arriba). Tenga en cuenta que en este caso el objeto copiado no puede intersectarse con el objeto original.



## Reflejar

Permite hacer copias reflejadas (simétricamente) de objetos existentes en el modelo.

**Procedimiento:** Seleccione el objeto o los objetos de los cuales desea generar una copia reflejada (edificios, bloques, particiones, patios, aberturas). Active la herramienta **Reflejar** desde la barra de herramientas, el menú *Editar* o el menú de clic derecho. Seleccione el **Eje de reflexión** (X o Y) en el panel de **Opciones de dibujo** y a continuación defina el eje de reflexión haciendo doble clic izquierdo en algún punto del plano en el que se asienta el objeto. Si desea desplazar la copia reflejada el segundo clic se puede hacer después de mover el cursor a la posición requerida. El procedimiento se puede facilitar mediante los **Auxiliares de modelado**.



## Rotar

Permite rotar uno o más objetos sobre un plano de referencia.

**Procedimiento:** Seleccione el objeto o los objetos que desea rotar (edificios, bloques, particiones, patios, aberturas). Active la herramienta **Rotar** desde la barra de herramientas, el menú *Editar* o el menú de clic derecho. Al hacerlo, automáticamente se activa la herramienta **Transportador**. Defina el punto de giro sobre el plano de rotación, haciendo clic izquierdo (el punto de giro puede estar en cualquier parte del plano de rotación, aunque se recomienda ubicarlo sobre uno de los vértices de los objetos a mover). A continuación desplace el cursor para definir el ángulo de rotación y haga clic izquierdo de nuevo. El procedimiento se puede facilitar mediante los **Auxiliares de modelado**.

### Notas:

1. Estando en el nivel Edificio es posible rotar bloques alrededor de un punto de giro ubicado sobre planos con cualquier orientación. Al mover el cursor sobre las distintas superficies del modelo, cada una de ellas se tornará azul para indicar que se puede activar como plano de rotación.
2. En el caso de las **particiones** y los **patios**, que sólo se pueden rotar estando en el nivel Bloque, el plano activo para llevar a cabo la rotación siempre será el plano base del bloque. En el caso de las aberturas personalizadas, que solo se pueden rotar estando en el nivel Superficie, el plano

activo de rotación siempre será el plano de la propia superficie. Las aberturas predeterminadas generadas mediante plantillas de distribución no se pueden rotar.

3. Es posible definir un **Incremento de rotación**, en el panel de **Opciones de dibujo**, para definir con mayor precisión el ángulo de rotación. Por ejemplo, si se indican 5°, el ángulo de rotación se incrementará en intervalos con ese valor. Los ángulos de rotación se incrementan en sentido contrario a las manecillas del reloj.



## Extender/estrechar

Permite extender o estrechar un bloque a lo largo de uno de los ejes cartesianos X, Y, Z.

**Procedimiento:** Estando en el nivel Edificio seleccione el bloque de edificio, componente o contorno que se desea editar. Active la herramienta **Extender/estrechar** desde la barra de herramientas, el menú *Editar* o el menú de clic derecho, con lo que automáticamente se genera una “caja virtual” alineada con los ejes cartesianos. A continuación posicione el cursor sobre uno de los planos de la caja virtual (que cambia de color en ese momento) y selecciónelo haciendo clic izquierdo. Luego desplace el cursor para definir la nueva medida del bloque en la dirección normal del plano seleccionado y haga clic izquierdo de nuevo. El procedimiento se puede facilitar mediante los **Auxiliares de modelado**.

### Notas:

1. Con esta herramienta los bloques solo pueden ser extendidos o estrechados siguiendo los ejes cartesianos (X,Y y Z). Si el bloque seleccionado se encuentra rotado respecto a dichos ejes, entonces se producirá una deformación. Esta característica se puede aprovechar para generar formas especiales, como rombos, óvalos, etc.
2. La deformación de los bloques se da simultáneamente en ambas direcciones, lo cual en ciertos casos puede provocar que el bloque extendido se interseque con otro objeto, anulando la operación. Si desea extender o estrechar un bloque solo en una dirección se recomienda emplear la herramienta **Desplazar plano**.



## Eliminar

Permite eliminar uno o más objetos.

**Procedimiento:** Seleccione el objeto o los objetos que desea eliminar (edificios, bloques, particiones, patios, aberturas, líneas auxiliares). Active la herramienta **Eliminar** desde la barra de herramientas, el menú *Editar* o el menú de clic derecho. A continuación haga clic en el botón **Aceptar** del dialogo emergente.

### Notas:

1. Como procedimiento alternativo puede seleccionar los objetos y a continuación presionar la tecla SUPR (Borrar), lo cual suele ser más rápido.
2. Cuando se hace una selección múltiple de objetos mediante una ventana, las líneas auxiliares no son seleccionadas. Para eliminar líneas auxiliares se recomienda emplear el comando **Eliminar todas las líneas auxiliares**.

## Importar datos geométricos

DesignBuilder ofrece dos alternativas para importar archivos que pueden facilitar la creación de los modelos geométricos:

- **Importar archivo de dibujo 2D.** Permite importar archivos de dibujo 2D, con diversos formatos, que se pueden emplear como referencia en planta.
- **Importar modelo BIM.** Permite importar modelos 3D a través del formato gbXML.

### Importar archivos de dibujo 2D

DesignBuilder permite importar **archivos de dibujo 2D** con formato DXF, PDF, BMP, JPG, PNG, GIF y TIFF, los cuales pueden emplearse como referencia en planta para trazar bloques y particiones, facilitando la creación de modelos geométricos de edificios.

Para importar un archivo de dibujo se debe estar en el nivel Sitio o Edificio, y desde ahí activar el comando **Importar archivo de dibujo 2D**, disponible en el menú *Archivo > Importar*. Solo es posible importar un archivo de dibujo a la vez, pero puede cambiarlo cuantas veces lo requiera.

#### Tipo de archivo

Al activar el comando **Importar archivo de dibujo 2D** se abre el **asistente de importación**. El siguiente paso es seleccionar el tipo de archivo que desea importar:

- 1-DXF.** Archivos de dibujo 2D en formato DXF (*Drawing Exchange Format*). A diferencia de los restantes formatos, esta opción permite tomar como referencia los puntos finales de las líneas incluidas en el dibujo.
- 2-PDF.** Archivos de dibujo en formato PDF (*Portable Document Format*). Solo es posible incluir una página por archivo.
- 3-BMP.** Archivo de imagen en formato BMP (*Windows Bitmap*).
- 4-JPG.** Archivo de imagen en formato JPG (JPEG).
- 5-PNG.** Archivo de imagen en formato PNG (*Portable Network Graphics*).
- 6-GIF.** Archivo de imagen en formato GIF (*Graphics Interchange Format*).
- 7-TIFF.** Archivo de imagen en formato TIFF (*Tagged Image File Format*).

#### Nombre del archivo

Después de haber definido el tipo, seleccione el archivo correspondiente haciendo clic en el comando **Nombre del archivo** y luego en el botón de **puntos suspensivos** que aparece a la derecha. Con eso se abrirá el explorador de archivos. A continuación se describe por separado los procedimientos específicos para importar/editar archivos de dibujo DXF y archivos de imagen (PDF, BMP, JPG, PNG, GIF y TIFF).

### Importar archivos de dibujo DXF

Los archivos DXF se pueden crear en AutoCAD, ProgeCAD y otros programas similares. Cuando se emplean estos archivos en DesignBuilder se recomienda “limpiar” el dibujo antes de importarlo,

evitando la inclusión de contenidos en espacio papel, mallas y elementos de referencia. Algunos bloques de dibujo también pueden provocar problemas.

Una de las ventajas de los dibujos DXF es que pueden ser escalados con precisión. Además, DesignBuilder puede tomar como referencia de trazo los puntos finales de las líneas incluidas en el dibujo DXF. Para ello es necesario activar la **Referencia DXF** en el panel de **Opciones de dibujo** (disponible cuando se tiene activa alguna herramienta de dibujo).

Cuando se selecciona un archivo DXF es posible definir los siguientes parámetros:

### Unidades

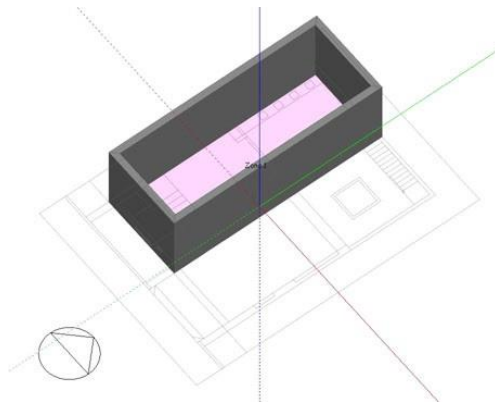
Debe indicar las unidades con las que fue creado el dibujo, mediante una de las opciones disponibles en la lista desplegable. Este dato sólo se puede consultar en el programa usado para crear el dibujo CAD. Si se equivoca es posible que genere el error "Fuera de rango". Por ejemplo, si el archivo CAD se creó en milímetros y las unidades se indican aquí como metros, cuando DesignBuilder intente leerlo multiplicará las distancias por mil y generará un dibujo muy grande. El modelador de DesignBuilder tiene un alcance que se limita a varios cientos de metros. Si un dibujo excede esas dimensiones se produce el error señalado.

### Altura sobre el plano base

Es posible establecer la altura en la que se posicionará el dibujo DXF, considerada desde el plano base (nivel 0.0). Los dibujos 2D se pueden mover en el modelo una vez que son importados, por lo que no es indispensable saber la altura exacta en el momento de la importación. Por ejemplo puede importar el dibujo a una altura cero y posteriormente moverlo hasta la ubicación correcta utilizando el comando **Mover**.

### Selección de capas DXF

Después de definir los parámetros anteriores debe hacer clic en el botón **Siguiente** para seleccionar las capas del dibujo. Puede desactivar las capas no requeridas, desmarcando las casillas correspondientes. Los efectos en el dibujo se pueden verificar en la pantalla de edición. Finalmente haga clic en el botón Terminar para concluir el proceso de importación.



*Ejemplo de dibujo DXF empleado como auxiliar para dibujar bloques.*

## Editar dibujos DXF

Una vez importados, los dibujos DXF pueden ser seleccionados para posteriormente moverlos o eliminarlos:

### Mover dibujo DXF

Una vez seleccionado, el dibujo DXF se puede mover a una determinada posición (tanto en sentido horizontal como vertical) mediante el comando **Mover**. Este comando se puede activar desde la barra de herramientas, el menú *Editar* o el menú de clic derecho. Es posible emplear las **Referencias de punto** para relacionar de manera más precisa el dibujo con los objetos del modelo.

### Eliminar dibujo DXF

Una vez seleccionado, el dibujo DXF se puede borrar mediante el comando **Eliminar**. Este comando se puede activar desde la barra de herramientas, el menú *Editar* o el menú de clic derecho. Al eliminar el dibujo DXF no se elimina el archivo DXF desde el cual se importó. También se pueden eliminar los dibujos DXF mediante el comando **Eliminar dibujo DXF importado**, desde el menú *Editar > Eliminar*.

**Nota:** En ocasiones es necesario acercar la vista del dibujo DXF para seleccionarlo con mayor facilidad y precisión.

Además de los anteriores, los siguientes dos comandos de edición de dibujos DXF se encuentran disponibles en el menú *Editar* (solo cuando se ha importado algún archivo de dibujo DXF):

### Establecer el eje X para el dibujo DXF

En caso de ser necesario este comando permite rotar los dibujos DXF, siguiendo este procedimiento:

- Active el comando desde el menú *Editar > Establecer el eje X para el dibujo DXF*.
- Trace el punto inicial y el punto final de una línea de referencia sobre el dibujo DXF, de preferencia empleando las referencias de punto DXF.
- La línea de referencia trazada, junto con el dibujo DXF, se alineará automáticamente con el eje X del modelo. El punto final de la línea de referencia se orientará siempre hacia la derecha.

### Escalar el dibujo DXF

Este comando permite escalar los dibujos DXF para hacerlos más grandes o más pequeños. Esto puede ser necesario, por ejemplo, si no se conocen las unidades del dibujo DXF al momento de importarlo. El procedimiento es el siguiente:

- Active el comando desde el menú *Editar > Escalar el dibujo DXF*.
- Trace el punto inicial y final de una línea de referencia de la cual se conozca su longitud “real”, sobre el dibujo, de preferencia empleando las referencias de punto DXF.
- Defina la nueva dimensión de la línea de referencia (que modificará las dimensiones del dibujo en esa proporción). Para ello se puede mover el cursor y hacer clic cuando la cota dinámica

indique la dimensión requerida (lo cual se facilita si se activa la **Referencia de incremento**), o bien ingresar la dimensión directamente con el teclado.

## Recomendaciones de uso de los dibujos DXF

Cuando se usan dibujos DXF como referencia de trazo conviene tomar en cuenta los siguientes aspectos:

1. Dado que en DesignBuilder los bloques de edificio se crean a partir de su perímetro exterior, generalmente resulta fácil emplear los puntos de extremo de las líneas DXF como referencia de trazo (siempre y cuando se haya activado la **Referencia DXF** en el panel de **Opciones de dibujo**).
2. Cuando se dibujan particiones la situación es distinta. Estas se trazan a partir de su eje central, por lo que no siempre hay líneas en los dibujos DXF que se puedan emplear como referencia. Un error común es referenciar las particiones a líneas DXF muy cercanas a los muros exteriores, pero no lo suficiente para crear una conexión con estos. Debido a ello se recomienda que desactive la **Referencia DXF**, en el panel de **Opciones de dibujo**, al trazar particiones en el nivel Bloque.
3. Los archivos de dibujo 2D se centran horizontalmente en el modelo al momento de importarlos. Eso significa que si se tienen varias plantas arquitectónicas superpuestas con distinta configuración geométrica es posible que no se alineen correctamente. Para evitar este problema se recomienda crear un marco uniforme y adecuadamente referenciado en todos los dibujos DXF antes de importarlos, de tal manera que al centrarse en el modelo queden correctamente relacionados unos con otros.
4. En ocasiones los dibujos DXF no tienen dimensiones moduladas (por ejemplo en múltiplos de 5cm) lo cual puede entorpecer el proceso de modelado. Cuando esto es así, y se desea generar modelos en DesignBuilder con dimensiones moduladas, se recomienda desactivar la **Referencia DXF** y emplear los dibujos DXF sólo como referencia visual (como sería en el caso de los archivos de imagen).

## Importar archivos de dibujo Bitmap

DesignBuilder también permite importar archivos con diversos formatos de imagen, denominados aquí, en su conjunto, “archivos de dibujo Bitmap”: PDF, BMP, JPG, PNG, GIF o TIFF. En ese caso el asistente de importación permite establecer los parámetros que se describen a continuación.

**Nota:** Los archivos de dibujo Bitmap no permiten referencias a puntos como los dibujos DXF, pero puede ser una opción eficaz para definir rápidamente la geometría del modelo.

## Altura sobre el plano base

Es posible establecer la altura en la que se posicionará el dibujo Bitmap, considerada desde el plano base (nivel 0.0). Los dibujos se pueden mover en el modelo una vez que son importados, por lo que no es indispensable saber la altura exacta en el momento de la importación. Por ejemplo puede importar el dibujo a la altura cero y posteriormente moverlo hasta la ubicación correcta utilizando el comando **Mover**.

## Invertir colores del dibujo Bitmap

Marque esta opción si desea que los colores en el dibujo Bitmap se inviertan. Por ejemplo, si el dibujo es de color blanco sobre fondo negro, por lo general será mejor invertir los colores para facilitar su lectura.

## Auto-escalar dibujo Bitmap después de cargarlo

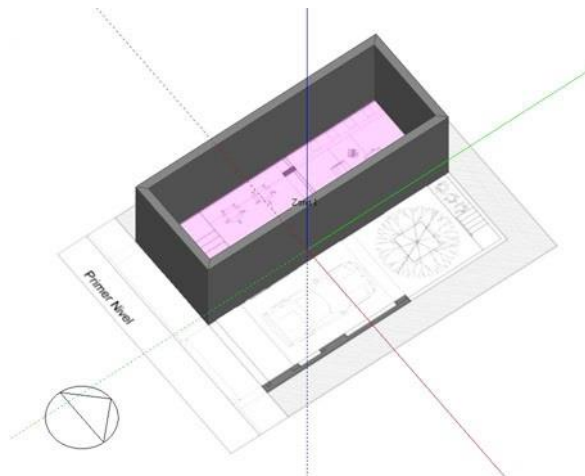
Si desea que el comando **Escalar dibujo Bitmap** se active automáticamente cuando el asistente de importación se cierre, marque la casilla correspondiente.

## Calidad

Al disminuir el número de píxeles del dibujo es posible reducir significativamente su “peso” y por lo tanto acelerar las operaciones de escalar y rotar. El valor predeterminado de 0.5 ofrece un buen equilibrio entre el tamaño del dibujo y su facilidad de lectura. Si el dibujo es muy grande puede reducir la calidad para no sobrecargar la memoria. En cambio si el dibujo es difícil de leer puede aumentar la calidad.

## Transparencia

Puede controlar el nivel de transparencia del dibujo. El valor predeterminado es 0.5.



*Ejemplo de dibujo Bitmap empleado como auxiliar para dibujar bloques.*

## Edición de los dibujos Bitmap

Una vez importado el dibujo Bitmap, este se puede seleccionar estando en la pantalla de edición para moverlo o para eliminarlo:

### Mover dibujo Bitmap

Una vez seleccionado, el dibujo Bitmap se puede mover a una determinada posición (tanto en sentido horizontal como vertical) mediante el comando **Mover**. Este comando se puede activar desde la barra de herramientas, el menú *Editar* o el menú de clic derecho. Es posible emplear las **Referencias de punto** para relacionar de manera más precisa el dibujo con los objetos del modelo.



## Eliminar dibujo Bitmap

Una vez seleccionado, el dibujo Bitmap se puede borrar mediante el comando **Eliminar**. Este comando se puede activar desde la barra de herramientas, el menú *Editar* o el menú de clic derecho. Al eliminar el dibujo Bitmap no se elimina el archivo desde el cual se importó. También se pueden eliminar los dibujos Bitmap mediante el comando **Eliminar dibujo Bitmap importado**, desde el menú *Editar > Eliminar*.

**Nota:** En ocasiones es necesario acercar la vista del dibujo Bitmap para seleccionarlo con mayor facilidad y precisión.

Además de los anteriores, los siguientes dos comandos de edición de dibujos Bitmap se encuentran disponibles en el menú *Editar* (solo cuando se ha importado algún archivo de dibujo Bitmap):

## Establecer el eje X para el dibujo Bitmap

En caso de ser necesario, este comando permite rotar los dibujos Bitmap siguiendo este procedimiento:

- Active el comando desde el menú *Editar > Establecer el eje X para el dibujo Bitmap*.
- Trace el punto inicial y el punto final de una línea de referencia sobre el dibujo Bitmap.
- La línea de referencia trazada, junto con el dibujo Bitmap, se alineará automáticamente con el eje X del modelo. El punto final de la línea de referencia se orientará siempre hacia la derecha.

## Escalar el dibujo Bitmap

Este comando permite hacer más grandes o más pequeños los dibujos Bitmap, para ajustarlos a una escala determinada en el modelo. El procedimiento es el siguiente:

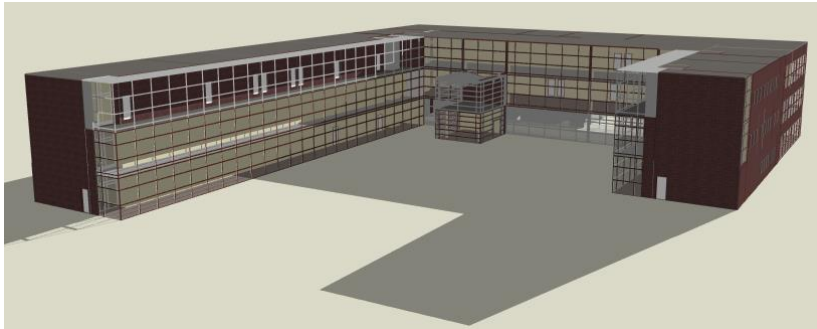
- Active el comando desde el menú *Editar > Escalar el dibujo Bitmap*.
- Trace el punto inicial y final de una línea de referencia de la cual se conozca su longitud “real”, sobre el dibujo.
- Defina la nueva dimensión de la línea de referencia (que modificará las dimensiones del dibujo en esa proporción). Para ello puede mover el cursor y hacer clic cuando la cota dinámica indique la dimensión requerida (lo cual se facilita si se activa la **Referencia de incremento**), o bien ingresar la dimensión directamente con el teclado.

## Importar modelos BIM

DesignBuilder proporciona interoperabilidad con modelos BIM a través del formato **gbXML**. Esto le permite importar modelos arquitectónicos 3D creados en Revit, ArchiCAD, Microstation y otros sistemas CAD 3D que soporten el intercambio de datos gbXML para optimizar los flujos de trabajo y definir la geometría del modelo de la manera más eficiente posible.

Para importar datos gbXML primero debe crear un edificio en el modelo, pero sin dibujar ningún bloque. A continuación vaya al menú *Archivo > Importar > Importar modelo BIM*. Esto abre el diálogo de importación.

A diferencia de la importación de archivos de dibujo 2-D, que sólo proporciona una referencia de trazado en 2D, la importación de datos CAD 3D permite incorporar la **geometría completa** del modelo, incluyendo bloques, superficies, ventanas y puertas.



*Ejemplo de modelo importado desde Revit mediante gbXML*



*Ejemplo de modelo importado desde ArchiCAD*

## Diálogo de importación de modelos BIM

Este diálogo tiene dos páginas. En la primera puede seleccionar el archivo XML que desea importar. Una vez seleccionado el modelo, pulse el botón **Siguiente** para pasar a la segunda página. Con modelos grandes puede haber un retraso en este punto, mientras los datos XML se cargan. La segunda página muestra una vista en miniatura de los datos gbXML, junto con algunos controles para establecer el modo en que serán importados.

### Vista

Se puede visualizar la imagen en miniatura de los datos gbXML desde varios puntos de vista. Seleccione entre: Planta, Izquierda, Derecha, Posterior, Frontal, Axonométrico (vista 3-D).

### Modo de importación

Esta opción permite seleccionar el método para identificar los bloques y zonas en el modelo importado. Los archivos gbXML por lo general consisten en un grupo de superficies que representan los cerramientos del edificio (por ejemplo muros y cubiertas) y un grupo de espacios

que representan los volúmenes habitables. DesignBuilder puede usar una de las dos aproximaciones, o ambas, para generar la representación más precisa posible del modelo BIM original. Puede seleccionar una de las siguientes opciones:

**1-Automático.** El programa trata de identificar el método más adecuado a partir de una lectura de los datos bloque a bloque. Esto puede permitir que más datos sean leídos de manera coherente que con los otros dos métodos, pero también puede causar problemas si algunos espacios adyacentes usan métodos diferentes. Por ejemplo, si un bloque en contacto con el terreno usa el método de superficies, y el bloque inmediatamente superior usa el método de espacios, puede haber un desajuste en las áreas entre las zonas, así como una mala interfaz entre ambos bloques.

**2-Superficies.** Para definir la geometría de los bloques solo se emplean las **superficies** identificadas como tales en el archivo gbXML. Es la opción predeterminada, ya que suele ofrecer los mejores resultados al importar modelos BIM desde Revit y otros programas.

**3-Espacios.** Para definir la geometría de los bloques solo se emplean los **espacios** identificados como tales en el archivo gbXML. Puede ser la mejor opción con modelos importados desde DesignBuilder o AutoCAD.

## Tolerancia de separación para adyacencias

Es la **máxima separación** entre superficies gbXML paralelas que serán interpretadas como una adyacencia entre dos espacios. Debe ingresar un valor superior al predeterminado (0.5) si los espacios gbXML están separados por cerramientos gruesos, o si las cámaras de falsos techos y/o suelos suspendidos se excluyen de los datos gbXML. Por ejemplo, si la separación más grande que será modelada como adyacencia es de 0.6m, entonces debe ingresar ese valor aquí.

La **Tolerancia de separación para adyacencias** se puede actualizar después de importar el modelo en el diálogo de **Opciones del modelo** (pestaña *Avanzado* > *Ajustes de adyacencia*).

## Crear bloques de plantas (pisos)

Esta opción permite identificar las plantas (pisos) del edificio de manera automática, agrupando los espacios adyacentes que tienen las mismas coordenadas inferiores y superiores en el eje Z. La planta se genera entonces como un único bloque de edificio. La ventaja de este mecanismo es que posteriormente resulta bastante más fácil modificar la distribución de los espacios interiores, además de que facilita la navegación en modelos muy grandes.

**Nota:** En ocasiones puede ser mejor, sobre todo con archivos gbXML de baja calidad, importar las superficies tal como se definen en el modelo BIM. En esos casos la opción **Crear bloques de plantas** se debe desactivar, y la opción **Permitir bloques con perforaciones** se debe activar.

## Importar propiedades térmicas

Si se activa esta opción DesignBuilder cargará las **propiedades térmicas** de los materiales, cerramientos y acristalamientos presentes en el modelo BIM, y los asignará a los cerramientos y aberturas del modelo.

## Permitir bloques de edificio abiertos

Los **bloques de edificio abiertos** son un tipo especial de bloque que solo se crea al importar modelos BIM. Se trata de bloques a los que les falta una o más superficies, y por lo tanto no son completamente cerrados como los bloques de edificio normales de DesignBuilder. Estos bloques tienen importantes limitaciones:

- No se pueden emplear en los cálculos de iluminación natural ni en las simulaciones CFD.
- No admiten las herramientas de edición Añadir superficies, Desplazar plano, Reflejar objetos, y Cortar bloque. Tampoco se pueden emplear en operaciones booleanas.
- DesignBuilder no puede determinar de manera confiable la orientación de las superficies de los bloques abiertos. En ese sentido se recomienda revisar el modelo con detalle y en caso de ser necesario emplear la herramienta Invertir orientación de la superficie.

**Nota:** Los bloques de edificio abiertos se muestran con un gris más claro que el de los bloques de edificio normales, y su ícono en el **Árbol del modelo** incluye un rectángulo rojo.

## Importar como bloques de edificio

Esta opción, activa de manera predeterminada, permite que los espacios se importen como **bloques de edificio**, listos para su uso en el modelo DesignBuilder. Si desactiva la opción los espacios serán importados como bloques de contorno, que ofrecen una representación exacta de los espacios gbXML. Esto último puede ser útil para identificar problemas con datos gbXML mal generados. Por ejemplo si un espacio se interseca con otro será generado como bloque de contorno y no como bloque de edificio.

## Importar superficies de sombreado

Las superficies de sombreado se definen de manera especial en los datos gbXML, por lo que pueden ser tratadas por separado si es necesario. Puede optar por cargar las superficies de sombreado como parte del proceso de importación, o no utilizar este control. Las superficies de sombreado importadas a través de gbXML son superficies planas (2D).

## Agrupar superficies coplanarias

Si la importación de superficies de sombreado está activada, puede optar por agrupar las superficies coplanarias, es decir, que se encuentran en el mismo plano.

## ¿Cómo funciona el proceso de importación gbXML en DesignBuilder?

La información geométrica exportada mediante gbXML es esencialmente un conjunto de espacios (zonas térmicas) que representan los volúmenes interiores del modelo CAD original. Estos objetos espaciales no son nativos del sistema CAD, sino que se suelen identificar de forma manual o semi-automatizada mediante algún tipo de complemento (*plug-in*). El resultado normal de ese proceso de identificación es un conjunto de espacios separados por huecos, en los cuales se encontrarían los elementos constructivos del modelo CAD original: muros, losas, particiones, etc.

El sistema de importación gbXML de DesignBuilder funciona básicamente convirtiendo los espacios originales en bloques de edificio, un bloque por zona. Los bloques representan la geometría interna

de los espacios, por lo que se aplica la plantilla de **Criterios geométricos** *External measurements, internal zone* para asignar un espesor de cero a todas las superficies de los bloques. La adyacencia entre superficies vecinas se calcula en DesignBuilder a partir de la **Tolerancia de separación para adyacencias**.

**Nota:** Es importante entender que el éxito del proceso de importación depende en gran medida de que tan bien se haya realizado el proceso de identificación espacial en el sistema CAD. Si el modelo BIM tiene espacios faltantes o intersectados, entonces el modelo DesignBuilder tendrá problemas también.

## Importando modelos desde Revit

DesignBuilder ofrece un **complemento** para las versiones más recientes de Revit, el cual facilita el proceso de importación de modelos BIM desde ese programa. El complemento está incluido en la instalación de DesignBuilder, pero la versión de Revit que desea usar debe estar instalada antes de instalar o reinstalar el primero. Puede encontrar más información sobre la importación de modelos desde Revit a DesignBuilder en [este documento](#) (en inglés).

## Exportar archivo DXF 3D

Es posible exportar la geometría de los modelos de DesignBuilder, en formato **DXF 3D**, mediante el menú *Archivo > Exportar > Exportar archivo DXF 3D del modelo*. Al activar el comando se abre un cuadro de diálogo, en el cual es posible elegir una de las siguientes opciones:

**1-Modelo completo con detalles.** El modelo del edificio se exporta en su totalidad, incluyendo elementos 3D detallados como los marcos de ventanas. Esta opción puede ser útil para llevar el modelo a otros programas con el objeto de efectuar procesos posteriores. Más abajo se muestran imágenes de modelos exportados de DesignBuilder y procesados en SketchUp y Artlantis.

**2-Zonas.** Sólo se exportan las zonas del modelo. Esta opción puede ser útil para verificar que el modelo sea adecuado para las simulaciones energéticas.



*Modelo de DesignBuilder exportado y editado en SketchUp (izquierda) y Artlantis (derecha).*

**Nota:** Al abrir un archivo DXF de DesignBuilder en SketchUp, asegúrese de configurar correctamente las opciones de escala en el cuadro de diálogo de dicho programa.

## Posicionamiento de sensores lumínicos (nivel Zona)

En esta sección se describen las operaciones involucradas en el posicionamiento de los **sensores lumínicos** en el interior de las zonas térmicas. Para poder realizar esta acción primero es necesario ir al nivel de la zona correspondiente (ver sección [Navegación a través del modelo](#)).

Si el **Control de Iluminación** se encuentra activo para la zona en cuestión (pestaña de *Iluminación > Iluminación general*), automáticamente se desplegará sobre el suelo un rectángulo azul con el número "1" en su interior (lo cual indica que se trata del "Sensor lumínico 1"). De manera predeterminada el Sensor lumínico 1 se posiciona aproximadamente en el centro geométrico de la zona. Si se selecciona la casilla **Activar área de iluminación 2** (pestaña de *Iluminación > Iluminación general > Control de iluminación*) se mostrará adicionalmente un segundo rectángulo, ahora con el número 2 en su interior (indicando que se trata del "Sensor lumínico 2").

La posición en planta de los sensores lumínicos se puede cambiar desde el nivel Zona. Para ello se deben seleccionar los símbolos que representan los sensores lumínicos y posteriormente activar la herramienta **Mover objetos** desde la barra de Herramientas o desde el menú Editar.

**Nota:** Cuando se mueven los sensores lumínicos desde el nivel Zona solo modifica su posición en planta. Su **posición en altura** se establece en el diálogo de Opciones del modelo. Tome en cuenta que la misma altura del plano de trabajo será considerada en todas las zonas del modelo.



### 3. Opciones del modelo

Las **Opciones del modelo** permiten establecer el nivel de detalle de las simulaciones y los criterios de cálculo y simulación, entre muchos otros aspectos. Afectan de manera significativa los **Datos del modelo** que serán empleados, por lo que se recomienda definir las desde un inicio en cada nuevo proyecto (aunque siempre es posible cambiarlas luego).

Las opciones del modelo se almacenan en el nivel **Edificio** y en el propio archivo. Eso significa que las opciones establecidas en un archivo no afectarán a otros archivos de DesignBuilder. También es posible establecer opciones del modelo independientes para cada edificio en un mismo archivo.

Puede abrir el diálogo de **Opciones del modelo** de tres formas distintas:

- Desde el menú *Editar > Opciones del modelo*.
- Presionando la tecla F11.
- Haciendo clic en el icono correspondiente en la barra de herramientas:



El diálogo de opciones del modelo tiene las siguientes pestañas: **Datos**, **Avanzado**, **Diseño de calefacción**, **Diseño de refrigeración**, **Simulación**, **Pantallas**, **Herramientas de dibujo**, **Bloque**, **Información del proyecto** y **Coste/Carbono**. Sin embargo, tome en cuenta que la pestaña **Bloque** solo se encuentra disponible cuando se abre el diálogo estando en el nivel Bloque. Así mismo, cuando se abre el diálogo desde el nivel Sitio sólo se encuentran disponibles las pestañas de **Pantallas** y **Herramientas de dibujo**.

#### 3.1. Datos

Las opciones disponibles en la pestaña de **Datos** regulan principalmente el nivel de detalle requerido en las simulaciones. Los textos ubicados a la derecha de cada control deslizante (en azul), proporcionan información básica sobre las opciones disponibles.

##### Opciones de datos

En este encabezado puede seleccionar una **Plantilla de opciones del modelo**, con opciones predeterminadas para diferentes tipos de análisis. De esa manera es posible configurar rápidamente todas las opciones requeridas.

**Nota:** Actualmente esta opción no se encuentra operativa.

##### Datos de cerramientos y acristalamiento

El control deslizante **Datos de cerramientos y acristalamiento** permite definir la manera en que las plantillas de Cerramientos serán cargadas en la **pestaña correspondiente**.

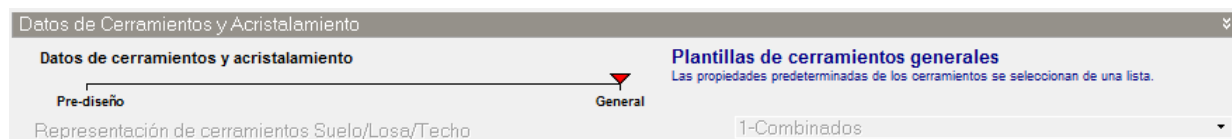


## Pre-diseño

Cuando se selecciona la opción **Pre-diseño**, las plantillas de cerramientos se cargan mediante un par de controles deslizantes que permiten combinar 4 niveles de Aislamiento y 3 niveles de Masa térmica. Esta opción se recomienda en las etapas iniciales, si se desea evaluar rápidamente el efecto de diferentes niveles de aislamiento y masa térmica.

## General

Si se selecciona la opción **General**, las plantillas de cerramientos se cargan de la manera usual, permitiendo acceder directamente a todas las plantillas de cerramientos existentes en el modelo. Esta opción se recomienda para definir los cerramientos del modelo de manera más personalizada.



## Datos de ganancias

En este encabezado puede seleccionar, mediante un control deslizante, el nivel de detalle con el que serán modeladas las **ganancias internas** (personas, aparatos, iluminación) en el edificio.

## Agrupadas

Todas las ganancias internas asociadas a personas, aparatos (computadoras, equipos de oficina) e iluminación se agrupan en **un valor único**, el cual se define en la pestaña de datos de Ganancias.

### Notas:

1. El cálculo de las ganancias solares no se ve afectado por esta ni las otras opciones de **Datos de ganancias**.
2. La opción de ganancias **Agrupadas** no permite generar **resultados de Confort** ni **Distribución de temperaturas** en las simulaciones. Esto se debe a que EnergyPlus requiere saber las condiciones específicas de las personas para generar dichos resultados.

## Simplificadas

Las ganancias internas por personas, aparatos e iluminación se definen por separado. Las ganancias por aparatos, a su vez, se pueden agrupar en diferentes categorías (Computadoras, Equipos de oficina, Misceláneos, Cocina, Procesos). Esta es la opción predeterminada, y generalmente la más recomendada para proyectos normales.

## Detalladas

Con esta opción las ganancias por personas se modelan como en la opción anterior, pero las ganancias por aparatos e iluminación se modelan especificando elementos individuales en cada zona. Para especificar dichos elementos es necesario ir al nivel **Zona** y definir los parámetros necesarios en la pestaña de datos **Equipos** (la cual solo aparece con esta opción).

Al seleccionar esta opción DesignBuilder establece automáticamente la opción de **Sincronización** como *Programaciones*.

Es importante tener en cuenta que la opción de ganancias **Detalladas** fue pensada principalmente para modelar de manera muy precisa las ganancias internas en edificios existentes. Por su naturaleza, esta opción puede demandar mucho tiempo de simulación, especialmente en edificios grandes, por lo que generalmente se recomienda emplear la opción de ganancias **Simplificadas**.

**Nota:** La opción de ganancias **Detalladas** podría no estar disponible en futuras versiones del programa.

## Método de ocupación

Esta opción permite seleccionar la manera en que será definida la densidad de ocupación en las diferentes zonas del edificio. Los valores correspondientes se especifican en la pestaña de datos de Actividad. Las opciones disponibles actualmente son las siguientes:

**1-Personas por área.** La densidad de ocupación se define en términos de la cantidad (fraccional) de personas por área de suelo. Se trata de la opción predeterminada.

**2-Área por persona.** La densidad de ocupación se define de manera inversa a la opción anterior, en este caso en términos de área de suelo por persona.

**Nota:** Al cambiar entre una opción y otra, los valores especificados en la sección correspondiente de la pestaña de datos de Actividad se podrán actualizar automáticamente.

## Ganancias latentes por ocupación

Las **Ganancias latentes por ocupación** se refieren, en términos simples, a la humedad aportada por las personas mediante procesos como la transpiración y la respiración. Hay dos opciones para calcular estas ganancias latentes en DesignBuilder:

**1-Cálculo dinámico.** La fracción latente de las ganancias por ocupación es calculada por EnergyPlus con base en la temperatura interior y la tasa metabólica. En este caso, la proporción de ganancias sensibles respecto a las totales será menor en la medida en que aumente la temperatura de la zona. Con temperaturas interiores por encima de 30°C prácticamente todas las ganancias por ocupación se considerarán latentes.

**2-Fracción fija.** La fracción latente de las ganancias por ocupación se considera constante, independientemente de las condiciones internas, y se define en la pestaña de datos de Actividad.

**Nota:** Las ganancias totales por ocupación (latente + sensible) no se ven afectada por estas opciones, sólo la proporción entre las cargas latentes y las cargas sensibles.

## Unidades de ganancias por iluminación

DesignBuilder ofrece dos opciones de **Unidades de ganancias por iluminación**, las cuales afectan la manera en que se define la **potencia de iluminación** en la pestaña de datos de Iluminación:

**1-Watts por m<sup>2</sup>.** La potencia de iluminación se define como una tasa por metro cuadrado de área de suelo (W/m<sup>2</sup>), independientemente del nivel de iluminancia requerido. Así, la potencia máxima total de iluminación se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Potencia máxima de iluminación (W)} = \text{Energía de iluminación (W/m}^2\text{)} \times \text{Área de la zona (m}^2\text{)}$$

La ventaja de este método es que permite visualizar directamente el nivel de ganancias por iluminación. Sin embargo, puede causar problemas al cargar datos mediante plantillas de iluminación, en las que las ganancias por iluminación se definen en W/m<sup>2</sup>-100lux: si después se cambia la plantilla de actividad, y con ella el nivel mínimo de iluminancia, el valor de iluminación en W/m<sup>2</sup> no se actualiza automáticamente. Por esta razón se ofrece la segunda opción.

**2-Watts por m<sup>2</sup> @ 100 Lux.** La potencia de iluminación se define como una tasa por metro cuadrado de área de suelo y por cada 100 lux de iluminancia requerida (W/m<sup>2</sup>-100 lux), parámetro éste último que se define en la pestaña de datos de **Actividad**. Así, la potencia máxima de iluminación se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Potencia máxima de iluminación (W)} = \text{Energía de iluminación (W/m}^2\text{-100 lux)} \times \text{Área de la zona (m}^2\text{)} \times (\text{Iluminancia requerida de la zona} / 100)$$

Por ejemplo, si un espacio de 24 m<sup>2</sup> tiene un sistema de iluminación con una potencia máxima de 600 W, y está diseñado para proporcionar 500 lux de iluminancia, la energía de iluminación se puede expresar de dos maneras:

$$\text{Energía de iluminación} = 600 \text{ W} / 24 \text{ m}^2 = \mathbf{25 \text{ W/m}^2}$$

$$\text{Energía de iluminación} = (600 \text{ W} / 24 \text{ m}^2) / (500 \text{ lux} / 100 \text{ lux}) = \mathbf{5 \text{ W/m}^2\text{-100 lux}}$$

Aunque esta opción puede parecer más confusa, tiene la ventaja de que permite definir explícitamente la eficiencia energética del sistema de iluminación. De esta manera es posible, por ejemplo, establecer un determinado sistema de iluminación en el nivel Edificio y dejar que las ganancias por iluminación se ajusten automáticamente en cada zona dependiendo del nivel de iluminancia requerido.

## Sincronización

La **Sincronización** representa el control de los horarios en los que se dan determinados eventos o sucesos en el edificio, por ejemplo la ocupación, el uso de aparatos y el funcionamiento de los sistemas HVAC, entre muchos otros. DesignBuilder ofrece dos opciones para modelar la sincronización: **Día laborable** y **Programaciones**.

### Día laborable

La sincronización se modela de manera simplificada, mediante periodos diarios definidos por una hora de **Inicio** y una hora de **Finalización**. Es posible establecer el número de días de la semana en los que aplica. Por ejemplo si se indica un valor de 5 se asume que el día laborable es de lunes a viernes. Esta opción se recomienda sólo en las etapas iniciales de análisis.

### Programaciones

La sincronización se modela de manera más detallada, ya sea mediante **Programaciones 7/12** o **Programaciones compactas**. Esta opción, sobre todo cuando se emplean programaciones

compactas, resulta mucho más flexible que la de **Día laborable**, aunque requieren más trabajo para ser definidas.

## Los sistemas HVAC y la ventilación natural operan con la ocupación

Si activa esta casilla, que solo se encuentra disponible cuando se emplea la opción de sincronización **Día laborable**, los sistemas de calefacción, refrigeración, ventilación mecánica, ventilación natural y ACS funcionan en sincronía con el programa establecido para la ocupación.

## Las ganancias internas operan con la ocupación

Si activa esta casilla los aparatos y equipos, así como la iluminación, funcionarán de manera sincronizada con la ocupación. Se trata de una aproximación simplificada que obviamente no es recomendable cuando hay variaciones entre los horarios de ocupación y los de otras ganancias internas (por ejemplo si una parte de los equipos deben permanecer activos durante periodos desocupados).

**Nota:** Tome en cuenta que esta opción no afecta los **sistemas HVAC**, para los que es necesario establecer las programaciones correspondientes.

## HVAC

DesignBuilder ofrece dos alternativas para modelar los sistemas de climatización de los edificios, **HVAC Simple** y **HVAC Detallado**. A continuación se describen las opciones del modelo relacionadas con ambas alternativas.

### HVAC Simple

Con el **HVAC Simple** no se modelan sistemas de climatización “reales”, con todos sus componentes y controles específicos. En su lugar se modelan sistemas “ideales” que suministran la energía de calentamiento/enfriamiento y los caudales de ventilación necesarios para mantener el confort en los edificios. Esta opción es especialmente adecuada en las etapas de iniciales de diseño, así como para evaluar el dimensionado de los sistemas de climatización. También es una excelente alternativa para evaluar estrategias de **diseño arquitectónico** orientadas a la optimización ambiental y energética de los edificios, cuando no se requiere modelar sistemas HVAC detallados.

Cuando se emplea la opción de HVAC Simple los sistemas de ventilación mecánica se pueden modelar con dos objetos distintos de EnergyPlus, *ZoneHVAC:IdealLoadsAirSystem*, o *ZoneVentilation:DesignFlowRate*, dependiendo de las opciones del modelo seleccionadas.

Los requerimientos de ventilación mecánica se calculan de manera individual en cada zona en la que el sistema HVAC se encuentra disponible. Por otro lado, los **consumos energéticos** asociados a la generación de calor y frío (por ejemplo el uso de calderas y enfriadoras) se determinan de manera simplificada, dividiendo las cargas de los sistemas HVAC por unos coeficientes de desempeño estacional (CoP) asignados a dichos sistemas.

## Dimensionado de HVAC

Cuando se utiliza el **HVAC Simple**, el programa permite establecer automáticamente la capacidad de los sistemas de calefacción y refrigeración, o bien definirla de manera manual. Esto depende de la opción seleccionada:

**1-Adecuado.** Los sistemas se modelan considerando que tienen una capacidad ilimitada, de tal manera que pueden satisfacer cualquier demanda de calefacción y/o refrigeración, así como mantener siempre las temperaturas de consigna. Esta opción puede generar cargas excesivas de calefacción y/o refrigeración, sobrestimando los consumos energéticos y subestimando las horas de discomfort. En este caso no se requiere efectuar cálculos previos de dimensionado.

**2-Manual.** Con esta opción debe ingresar manualmente la capacidad de los sistemas de calefacción y refrigeración. Esto se hace en la pestaña de datos de **HVAC**, estando en el nivel **Zona** (lo cual significa que debe ingresar un valor en cada una de las zonas servidas por el sistema HVAC). Esta opción puede ser adecuada si conoce la capacidad de los sistemas y no desea que esta cambie cada vez que el modelo se vuelve a simular.

**3-Autodimensionado.** Es la opción predeterminada. La capacidad de los sistemas de calefacción y refrigeración se determina mediante cálculos específicos de dimensionado, efectuados antes de cualquier simulación. En este caso la capacidad de los sistemas no se muestra como parte de los datos del modelo.

**4-Autodimensionado si no se ha establecido.** La capacidad de los sistemas de calefacción y refrigeración se pueden determinar y cargar en los datos del modelo, después de ejecutar sendos cálculos de **Diseño de calefacción** y **Diseño de refrigeración** (la capacidad de los sistemas se puede ver en cada zona, en la pestaña de datos de HVAC). Si esto no se ha hecho, entonces se efectúa el procedimiento de autodimensionado mediante cálculos automáticos antes de las simulaciones.

Tome en cuenta que con la opción *4-Autodimensionado si no se ha establecido*, los datos de capacidad de los sistemas de calefacción y refrigeración no son tratados de la misma manera que otros resultados. Los resultados de una simulación se borran cuando se edita cualquier dato del modelo, pero ese no es el caso con la capacidad de los sistemas HVAC. Esta sólo se actualiza cuando:

- No existen datos de capacidad de los sistemas de calefacción y refrigeración (el valor es cero o se encuentra en blanco) al ejecutar una simulación. En ese caso se ejecutan los cálculos automáticos de autodimensionado.
- Se ejecutan los cálculos de **Diseño de calefacción** y **Diseño de refrigeración** (pestañas de cálculo correspondientes).
- Se modifican las **Opciones del modelo**. En este caso la capacidad de los sistemas HVAC es borrada de los datos del modelo.

Si desea mantener la capacidad de los sistemas siempre actualizada, y no requiere manejar valores específicos, lo más recomendable es emplear la opción *3-Autodimensionado*. Si requiere introducir valores específicos, y evitar que estos cambien cuando se modifiquen las Opciones del modelo, entonces se recomienda usar la opción *2-Manual*.

**Nota:** En los cálculos de diseño de calefacción y refrigeración, las cargas correspondientes siempre se satisfacen por lo que esta opción no se aplica (sólo se aplica a las simulaciones).

## Método de autodimensionado de HVAC Simple

Cuando se emplea la opción de *3-Autodimensionado* (ver apartado anterior), se cuenta con dos alternativas para ejecutar los cálculos automáticos de dimensionado de los sistemas HVAC:

**1-EnergyPlus.** La función interna de autodimensionado de EnergyPlus se ejecuta como parte de la simulación principal, tal como sucede con el **HVAC Detallado**. Esta es la opción predeterminada.

**2-DesignBuilder.** Primero se ejecutan, de manera automática, los cálculos de Diseño de calefacción y Diseño de refrigeración de DesignBuilder. Los resultados obtenidos se cargan luego para ejecutar la simulación principal. Así, esta opción implica tres simulaciones separadas, dos para el dimensionado de los sistemas y la simulación dinámica principal.

La opción *1-EnergyPlus* es la más recomendada para ejecutar cálculos de autodimensionado con rapidez, sobre todo para periodos de simulación cortos. En este caso los resultados de los cálculos de autodimensionado se cargarán en los archivos de EnergyPlus *epluszsz.csv* (resultados de zona) y *eplusssz.csv* (resultados de sistema). Se puede acceder a dichos archivos desde *Archivo > Carpetas > Carpeta de EnergyPlus* después de la simulación.

De cualquier manera, tome en cuenta que la opción *2-DesignBuilder* tiene la ventaja de que genera resultados en las pestañas de cálculo de **Diseño de calefacción** y **Diseño de refrigeración**, y que dichos resultados serán consistentes con las capacidades consideradas en la simulación.

## Especificación de detalles de HVAC Simple/Diseño

Si emplea HVAC Simple, y activa esta casilla, podrá especificar algunos detalles básicos de los sistemas, como el cálculo de la **energía auxiliar** y el método de **ventilación mecánica**. En los siguientes apartados se explican dichas opciones.

### Cálculo de energía auxiliar

Si activa la casilla **Especificación de detalles de HVAC Simple/Diseño** (ver arriba), dispone de tres opciones para modelar la energía auxiliar, es decir, la energía consumida por ventiladores, bombas, controles y otros elementos auxiliares asociados a los sistemas HVAC:

**0-Ninguno.** No se calcula la energía auxiliar. Esta opción se suele utilizar en las etapas iniciales del diseño, o bien cuando no se requiere incluir los consumos energéticos de los elementos auxiliares de los sistemas HVAC.

**1-NCM.** La energía consumida por los elementos auxiliares se define como un valor anual por área de suelo (kWh/m<sup>2</sup>), en la pestaña de datos de HVAC. Los valores predeterminados incluidos en las plantillas de HVAC se han tomado del *National Calculation Method* (NCM) del Reino Unido.

**2-Auxiliares por separado.** El consumo de **energía auxiliar** se calcula con base en una tasa (W/m<sup>2</sup>) y una programación, que se especifican en la pestaña de datos de HVAC. Si se emplea el **Método de ventilación mecánica 2-Cargas ideales** (*IdealLoadsAirSystem*), la tasa de energía

auxiliar debe incluir la ventilación mecánica, pero no así si se emplea el método *1-Ventilación de zona*, que permite calcular el consumo de los ventiladores por separado.

## Método de ventilación mecánica

Esta opción permite establecer el método para modelar la ventilación mecánica en las simulaciones y en los cálculos de diseño de la refrigeración. Hay dos opciones disponibles:

**1-Ventilación de zona (DesignFlowRate).** La ventilación mecánica se modela mediante el objeto de EnergyPlus *ZoneVentilation:DesignFlowRate*, de manera independiente al sistema principal de HVAC. Con esta opción el consumo de energía y los aportes de calor de los ventiladores se pueden incluir en los balances térmicos de zona (si se selecciona la opción de Cálculo de la energía auxiliar *2-Auxiliares por separado*). Sin embargo, no es posible modelar el enfriamiento gratuito (economizador), la recuperación de calor ni el control de la humedad.

**2-Cargas ideales (IdealLoadsAirSystem).** La ventilación mecánica se modela de manera integrada con los sistemas de calefacción y refrigeración, mediante el objeto de EnergyPlus *ZoneHVAC:IdealLoadsAirSystem*. En este caso la energía de los ventiladores y su aporte de calor al balance térmico de las zonas no se incluyen en las simulaciones, pero si es posible modelar el enfriamiento gratuito (economizador), la recuperación de calor y el control de la humedad.

## HVAC Detallado

Con esta opción los sistemas de HVAC se modelan de manera detallada, mediante objetos específicos de EnergyPlus. Si se activa, en el **Árbol del modelo** (a la izquierda de la pantalla de edición) aparece un nuevo elemento llamado *<Sistema HVAC>*. Haciendo clic en dicho elemento se abre una pantalla donde puede definir los sistemas HVAC mediante una interfaz gráfica.

**Nota:** Cuando emplea **HVAC Detallado** debe emplear también la opción de **Sincronización Programaciones**.

## Datos de actividad para HVAC detallado

Cuando emplea **HVAC Detallado** dispone de dos opciones para manejar los datos relacionados con el control de la temperatura y la humedad, el aire exterior mínimo y los consumos de ACS:

**1-Datos de HVAC Simple.** Las consignas de temperatura (calefacción y refrigeración) y de humedad relativa, así como el aire exterior mínimo y los parámetros de consumo de agua caliente sanitaria (ACS) se toman de las pestañas de datos de **Actividad y HVAC**. Esta alternativa requiere menos trabajo para definir las consignas señaladas, y además los resultados de las simulaciones serán generalmente más parecidos a los resultados de simulaciones con **HVAC Simple**. Sin embargo, esta opción también implica la pérdida de flexibilidad para definir las consignas (por ejemplo sólo se pueden utilizar dos consignas de temperatura por zona: regular y secundaria).

**2-Datos de HVAC Detallado.** Los datos de HVAC relacionados con la actividad se definen directamente en los diálogos de edición de **HVAC Detallado**. Esta opción suele requerir más tiempo para definir las consignas, pero también ofrece mayor flexibilidad. Por ejemplo es posible definir un amplio rango de consignas de temperatura para la calefacción y la refrigeración,



mediante el uso de programaciones específicas. También es posible aplicar diferentes consignas de temperatura para **techos fríos** y **suelos radiantes**.

El siguiente listado indica en que parte se definen los datos de HVAC relacionados con la actividad, de acuerdo a las dos opciones mencionadas previamente.

### 1-Datos de HVAC Simple

#### Pestaña de Actividad

- Consignas de temperatura de la calefacción (Regular y Secundaria)
- Consignas de temperatura de la refrigeración (Regular y Secundaria)
- Consigna de humidificación
- Consigna de deshumidificación
- Aire exterior mínimo por persona o por suelo
- Demanda de agua caliente sanitaria (ACS)

#### Pestaña de HVAC

- Programación de funcionamiento de la calefacción
- Programación de funcionamiento de la refrigeración
- Programación de funcionamiento del ACS

### 1-Datos de HVAC Simple

#### Dialogo de HVAC de Zona

- Programaciones de consignas de calefacción
- Programaciones de consignas de refrigeración
- Programaciones de consignas de humidificación
- Programaciones de consignas de deshumidificación
- Aire exterior mínimo por persona o por suelo
- Demanda de agua caliente sanitaria (ACS)

#### Diálogo de suelo radiante

- Programación de consignas de la calefacción

#### Diálogo de techo frío

- Programación de consignas de la calefacción

#### Diálogo de salida de agua caliente sanitaria

- Caudal máximo
- Programación de fracción de caudal

**Nota:** Para los cálculos de **Diseño de calefacción** y **Diseño de refrigeración** siempre se toman los datos de las pestañas de Actividad y HVAC, incluso si se selecciona la opción *2-Datos de HVAC Detallado*.

## Modo pasivo (desactivar sistema HVAC detallado)

Esta opción ofrece un modo rápido para desactivar los sistemas de HVAC detallado (sin tener que eliminarlos) para llevar a cabo simulaciones en modo pasivo. Posteriormente se puede deseleccionar la casilla y volver a considerar los sistemas de HVAC detallado.

## Ventilación natural

DesignBuilder permite modelar la ventilación natural de dos maneras distintas: Programada y Calculada. En las siguientes secciones se detallan ambas opciones.

### Ventilación natural programada

Con esta opción la ventilación natural se modela de manera implícita, por ejemplo mediante **tasas máximas de renovación de aire** (renov/h) que se pueden modificar en el tiempo mediante **programaciones**. Ambos parámetros se establecen en la pestaña de datos de HVAC.

Dado que las tasas de ventilación natural se definen directamente, en este caso no es necesario (ni posible) definir aspectos como la apertura de puertas y ventanas. Sin embargo hay algunos parámetros de control que se definen en las pestañas de datos de **Actividad y HVAC**.

### Unidades de infiltración

Hay cuatro opciones para definir las unidades de infiltración en las simulaciones con ventilación natural **Programada**, así como en los cálculos de **Diseño de calefacción y Diseño de refrigeración**:

**1-renov/h.** La infiltración se define mediante una tasa de renovaciones de aire por hora, considerando condiciones de presión normales (no condiciones de presión de prueba). Esta es la opción predeterminada.

**2-m<sup>3</sup>/h-m<sup>2</sup> a 50 Pa.** La infiltración se define como un caudal de aire por unidad de área expuesta, cuando la diferencia de presión entre el exterior y el interior es de 50 Pa. Estas unidades se emplean comúnmente en el Reino Unido. Tenga en cuenta que la tasa real de infiltración, que sucede ante condiciones de presión normales, será bastante menor que el valor ingresado aquí.

**3-m<sup>3</sup>/h-m<sup>2</sup> a 4 Pa.** La infiltración se define como un caudal de aire por unidad de área expuesta, cuando la diferencia de presión entre el exterior y el interior es de 4 Pa. Estas unidades se emplean comúnmente en Francia y Bélgica.

**4-n50 (renov/h a 50 Pa).** La infiltración se define mediante una tasa de renovaciones de aire por hora (renov/h) cuando la diferencia de presión entre el exterior y el interior es de 50 Pa. Tenga en cuenta que la tasa real de infiltración, que sucede ante condiciones de presión normales, será bastante menor que el valor ingresado aquí.

DesignBuilder calcula las renovaciones de aire por hora ante condiciones de presión normales, cuando se usan las opciones 2, 3 y 4, con base en los criterios y métodos del estándar EN 12831. El caudal de aire en m<sup>3</sup>/s, por otro lado, se calcula a partir de los datos de renovación:

$$m^3/s = renov/h * Volumen de zona / 3600$$

Donde el *Volumen de zona* es el volumen total del aire en la zona, el cual se calcula de acuerdo a las opciones establecidas en la sección **Geometría, áreas y volúmenes**, en la pestaña de datos de Cerramientos.

**Nota:** Esta selección afectará las unidades empleadas en el encabezado **Estanqueidad al aire**, en la pestaña de datos de **Cerramientos**.

## Ventilación natural calculada

Con esta opción la ventilación natural se modela tomando en cuenta las **condiciones del viento** en el sitio (velocidad y dirección), así como el grado de apertura y el funcionamiento de puertas y ventanas. En otras palabras, el usuario no define las tasas de ventilación natural, sino que el programa las calcula de acuerdo a los parámetros mencionados.

En este caso, además de activar la ventilación natural en la pestaña de datos de **HVAC**, el usuario debe definir los parámetros de funcionamiento de ventanas, puertas y rejillas en la pestaña de datos de **Aberturas**. Adicionalmente es necesario tomar en cuenta los parámetros de control de la ventilación natural que se definen en las pestañas de **Actividad** y **HVAC**.

Generalmente se recomienda emplear la opción de ventilación natural **Programada**, ya que permite ingresar datos de manera más sencilla y las simulaciones suelen ser más rápidas. Sin embargo la opción de ventilación natural **Calculada** puede ser muy útil para evaluar las tasas de ventilación que se pueden lograr en los edificios de acuerdo a sus características arquitectónicas.

## Unidades de infiltración

Las unidades de infiltración se definen igual que con la ventilación natural **Programada**, pero en este caso solo se emplean en los cálculos de **Diseño de calefacción** y **Diseño de refrigeración**.

## Método de estanqueidad al aire

Cuando se emplea la ventilación natural **Calculada** es posible definir el nivel de estanqueidad al aire del edificio de dos maneras:

**1-Control deslizante de plantillas.** Se dispone de 5 niveles predeterminados de estanqueidad al aire, que disminuyen gradualmente las tasas de infiltración: Muy pobre, Pobre, Medio, Bueno y Excelente. No es posible establecer parámetros personalizados para calcular infiltración.

**2-Plantilla de grietas.** En este caso es posible seleccionar una **plantilla de grietas**, e incluso definir una plantilla personalizada. Esta opción permite modelar el nivel de estanqueidad de forma mucho más flexible, pero es importante tener claros los conceptos involucrados.

El nivel de estanqueidad al aire se emplea sólo para calcular la **infiltración**, y se define en la pestaña de datos de **Cerramientos**.

## Superficies BIM

Puede seleccionar que superficies importadas de modelos BIM, mediante el sistema *gbXML*, serán mostradas en las pantallas de DesignBuilder.

## 3.2. Avanzado

En la pestaña **Avanzado** es posible establecer opciones relacionadas con la simplificación del modelo, el control de la ventilación natural y el modelado de la iluminación, entre otros. Recuerde que las opciones del modelo son independientes para cada edificio existente en un mismo archivo de DesignBuilder.

### Simplificación

Las opciones de **Simplificación** permiten fundamentalmente reducir, en ocasiones de manera significativa, el tiempo requerido para llevar a cabo las simulaciones. Se encuentran disponibles las siguientes opciones:

#### Agrupar zonas con la misma actividad

Si activa esta casilla todas las zonas que compartan la misma plantilla de **Actividad** serán agrupadas en una sola. Tenga cuidado de que la agrupación efectuada con esta opción sea razonable desde el punto de vista del comportamiento térmico del edificio.

#### Agrupar zonas conectadas por huecos

Si activa esta casilla todas las zonas conectadas entre sí por **huecos** dibujados en el nivel superficie (no huecos pertenecientes a **particiones virtuales**), serán agrupadas en una sola. Es posible agrupar una o más zonas dentro del mismo bloque o a través de múltiples bloques. Verifique que la agrupación hecha con esta opción sea razonable desde el punto de vista del comportamiento térmico del edificio.

#### Agrupar zonas por selección

Si activa esta casilla podrá agrupar zonas seleccionadas manualmente, mediante el comando del menú *Herramientas > Agrupar zonas*.

#### Agrupar ventanas similares en una superficie

Si activa esta casilla todas las ventanas ubicadas en la misma superficie se agruparán en una sola, siempre y cuando tengan la misma área, composición, configuración de marcos y divisores, dispositivos de sombreado, etc. En las simulaciones con EnergyPlus se aplicará un multiplicador a la ventana agrupada para considerar la radiación solar y las pérdidas y ganancias de calor que se tendrían con todas las ventanas originales. Esta opción puede reducir de manera importante los tiempos de simulación cuando el edificio tiene superficies con muchas ventanas iguales.

#### Notas:

1. Esta opción de agrupamiento no se permite en superficies de zonas que cuentan con **control de iluminación**. Tampoco se permite cuando la **distribución solar** se establece como *3-Completa interior y exterior*. Esto es porque EnergyPlus no podría identificar la ubicación de cada una de las ventanas, y por lo tanto no sería capaz de calcular de manera detallada la radiación solar y visible que ingresa al espacio.

2. No se recomienda emplear esta opción cuando se usa la ventilación natural **Calculada**, sobre todo si las ventanas tienen diferente porcentaje de apertura y/o programación de funcionamiento. Al agrupar las ventanas no se tendría en cuenta las variaciones de esos parámetros.

### Agrupar grietas similares en una superficie

Si activa esta casilla todas las grietas ubicadas en la misma zona se agruparán en una sola, siempre y cuando se orienten en la misma dirección y se ubiquen a la misma altura. En las simulaciones con EnergyPlus se aplicará un multiplicador a la grieta agrupada para considerar la infiltración que se tendría con todas las grietas originales. Esta opción sólo aplica cuando la ventilación natural se ha establecido como **Calculada**.

## Ajustes de adyacencia

### Tolerancia de separación para adyacencias

Es la **máxima separación** entre superficies paralelas que serán interpretadas como una adyacencia entre dos espacios. Se emplea para determinar cuáles superficies son adyacentes a otro espacio y cuales al ambiente exterior.

Este parámetro se aplica a todos los modelos, pero es especialmente importante cuando se importan **modelos BIM** mediante gbXML, ya que éstos suelen incluir separaciones entre las zonas. Debe ingresar un valor superior al predeterminado (0.5) si los espacios están separados por cerramientos muy gruesos, o si las cámaras de falsos techos y/o suelos suspendidos se excluyen de los datos gbXML. Por ejemplo, si la separación más grande que será modelada como adyacencia es de 0.6m, entonces debe ingresar ese valor aquí.

La **Tolerancia de separación para adyacencias** también se puede definir en el dialogo de importación de modelos gbXML, antes de concluir el proceso.

### Tolerancia angular de adyacencia

Además de cumplir con la **tolerancia de separación** (ver arriba), para que dos superficies vecinas se consideren adyacentes el ángulo entre ellas no debe ser mayor al valor especificado aquí. El valor predeterminado es de 5°, pero puede ser entre 1° y 10°.

### Adyacencias de bloques de componente estándar

Active la casilla si desea que la tolerancia de separación también se aplique a los bloques de componente estándar.

## Ventilación natural

En este encabezado puede seleccionar algunas opciones que definen la forma en que será modelada la ventilación natural. Se encuentran disponibles las siguientes opciones:

## Modelar flujos de aire a través de huecos y particiones virtuales

Si se activa esta casilla, en las simulaciones se considerará el flujo de aire a través de los **huecos**, incluyendo aquellos que forman parte de **particiones virtuales**. Si se desactiva, dichos huecos no serán considerados en lo que respecta a los flujos de aire.

**Nota:** Desactivar esta casilla puede ser una forma rápida de cambiar el modelo para considerar las particiones virtuales como particiones estándar.

## Calculada

### Factor de viento

Cuando se emplea la ventilación natural Calculada, es posible hacer simulaciones conservadoras respecto al efecto del viento en la ventilación natural. Para excluir por completo el efecto del viento en la ventilación natural especifique un **Factor de viento** de 0.0. Para considerar el efecto completo del viento, de acuerdo a los demás parámetros de control, especifique un factor de viento de 1.0 (valor predeterminado). Ingrese valores intermedios entre 0.0 y 1.0 para reducir en cierta medida el efecto del viento en la ventilación natural calculada.

**Nota:** Este factor solo modifica el efecto del componente viento en el cálculo de la ventilación natural, no así la ventilación producida por el efecto chimenea. Debido a ello, habrá ventilación natural aunque el factor sea 0.0.

### Coeficiente de descarga para ventanas y huecos

El coeficiente de descarga representa el ratio entre la descarga de aire a través de un orificio real y la descarga de aire a través de un orificio ideal, dadas las mismas condiciones. Es empleado por EnergyPlus para determinar los caudales de aire a través de aberturas cuando se emplea la opción de ventilación natural **Calculada**.

La literatura científica ofrece un amplio rango de valores de coeficiente de descarga. Por ejemplo el Anexo 20 de la International Energy Agency (IEA), **Air flow Through Large Openings in Buildings**, indica que los coeficientes reportados en la literatura varían entre 0.3 y 0.8, y que no se entiende cabalmente que causa las diferencias. Otras fuentes recomiendan valores cercanos a 0.6. Por ejemplo el **Manual del Usuario de CONAMNV 2.0** indica que “el coeficiente de descarga está relacionado con los efectos dinámicos, y generalmente es cercano a 0.6 para un orificio y ligeramente superior para otras aberturas en los edificios.

ASRAE propone la siguiente correlación basada en las diferencias de temperatura entre zonas, para rangos de  $\delta T$  entre 0.5 y 40:

$$C_d = 0.4 + 0.0045 \delta T$$

Dadas las incertidumbres asociadas al cálculo de la ventilación natural (coeficientes de presión de viento, áreas efectivas de las aberturas reales, entre otros) un valor entre 0.60 y 0.65 suele ser adecuado.

## Modular áreas de apertura

Cuando se emplea la ventilación natural **Calculada** puede modular la apertura de ventanas y puertas, con el objeto de evitar el ingreso de aire demasiado frío, mediante los parámetros que se describen a continuación:

**Valor inferior de  $T_{int}-T_{ext}$ .** Valor inferior de la diferencia entre la temperatura interior y la temperatura exterior, el cual inicia el cierre de las aperturas.

**Valor superior de  $T_{int}-T_{ext}$ .** Valor superior de la diferencia entre la temperatura interior y la temperatura exterior, el cual interrumpe el cierre de las aperturas.

**Valor límite del factor de modulación de aperturas.** Es un valor entre 0.0 y 1.0 que indica hasta qué grado se cierran las aberturas cuando se alcanza el Valor superior de  $T_{int}-T_{ext}$ . Por ejemplo, un valor de 0.2 indica que las aperturas se cierran al 20% de su área en ese punto.

Para saber más sobre esta opción consulte la sección **Modular áreas de apertura** en el capítulo de **Datos del modelo** (pestaña de HVAC).

## Programada

### Caudal de aire a través de aberturas internas

Si emplea la opción de ventilación natural **Programada** y activa esta casilla es posible modelar el flujo de aire a través de aberturas internas (ventanas, rejillas, puertas y huecos) mediante la mezcla de aire entre zonas adyacentes. Para ello, además de activar la casilla, debe especificar un **Caudal de aire por área de abertura** ( $m^3/s-m^2$ ). Este caudal de aire se considera igual en ambas direcciones, y se modela mediante el objeto de EnergyPlus *Mixing*.

## Iluminación

### Método de iluminación natural

Puede seleccionar el método que será empleado en los cálculos de la iluminación natural con EnergyPlus: *1-Detallado* o *2-DELight*.

**1-Detallado.** El método detallado implica, en una primera fase, el cálculo de factores de luz diurna en los puntos de referencia especificados por el usuario (hasta dos puntos por zona). En dicho cálculo se considera la distribución de luminancias del cielo (con cuatro modelos de cielo: claro, claro turbio, intermedio y nublado), el tamaño y orientación de las ventanas, la transmitancia del vidrio, la reflectancia de las superficies interiores, los dispositivos de sombreado y las obstrucciones internas. En una segunda fase los factores de luz diurna se emplean para calcular la iluminancia en los puntos de referencia, considerando en cada etapa de simulación las condiciones exteriores definidas por el archivo de datos climáticos. Finalmente, se establece la diferencia entre la iluminancia de luz diurna y la de diseño para modelar el control de la iluminación artificial y estimar los ahorros energéticos potenciales (ver **Control de iluminación**).

**2-DELight.** Éste método es similar al anterior, pero tiene algunas diferencias importantes: (a) mediante el uso de funciones de distribución de transmitancia bidireccional, es capaz de modelar sistemas de acristalamiento con geometrías más complejas, así como vidrios con características



ópticas especiales, como los holográficos o prismáticos; (b) emplea un método de radiosidad para estimar las reflexiones de la luz en las superficies internas, a diferencia del método detallado que emplea una técnica de flujo dividido, o *split-flux*; (c) puede incluir hasta 100 puntos de referencia arbitrariamente distribuidos en la zona, aunque esta función no está implementada en DesignBuilder; (d) el método DElight no permite modelar sistemas de sombreado dinámicos, como los vidrios electro crómicos o las persianas de tablillas movibles; (e) tampoco puede efectuar cálculos de confort visual, como el deslumbramiento.

En general se recomienda usar el método *1-Detallado*, a menos que tenga razones de peso para usar el método *2-DElight*. Puede revisar con mayor profundidad las implicaciones de cada uno de estos métodos en el manual *Engineering Reference* de EnergyPlus.

## Filtros

### Excluir superficies menores a...

Las superficies con un área menor al valor especificado en este campo serán omitidas, de tal manera que no serán tomadas en cuenta en las simulaciones ni aparecerán en el **Árbol del modelo**. Esto permite evitar el modelado de superficies demasiado pequeñas, las cuales podrían generar problemas en los cálculos con EnergyPlus. El valor predeterminado de 0.05 m<sup>2</sup> se le considera adecuado en la mayoría de los casos.

## Bloques de Componente

### Proporción de las dos áreas mayores para definir bloques planos

Aunque en DesignBuilder los bloques de componente tienen siempre un volumen, algunos de ellos se modelan como "planos", es decir, mediante una sola superficie. Esto sucede cuando la proporción de sus dos caras de mayor área, respecto al área de todas sus caras, es igual o superior al valor ingresado en este campo. Por ejemplo, si indica un valor de 0.80 significa que cuando el área de las dos caras mayores represente el 80% o más del área de todas las caras, entonces el bloque se considera "plano". La cara que será empleada para modelar el bloque plano depende de la **Selección de superficie de bloques de componente planos** (ver abajo).

### Selección de superficie del bloque de componente plano

Cuando un bloque de componente se considera plano (ver sección anterior), DesignBuilder utiliza la opción seleccionada aquí para decidir cuál de sus dos superficies mayores será considerada como objeto de sombreado en el modelo. Las opciones disponibles son:

**1-Más alto.** Se considera la superficie con una posición más elevada.

**2-Más bajo.** Se considera la superficie con una posición más baja.

**Nota:** Si requiere que todas las superficies de los bloques de componente sean consideradas en las simulaciones puede ingresar aquí un valor de 0.99.

### 3.3. Diseño de calefacción

Las opciones disponibles en esta sección permiten definir los parámetros empleados en los cálculos de **autodimensionado** y **Diseño de calefacción**.

#### Descripción del cálculo

[Este campo se encuentra disponible sólo en el diálogo de **Opciones de Cálculo** que se abre al ejecutar un cálculo de **Diseño de calefacción**]

Puede ingresar de manera opcional un texto que describa el cálculo a desarrollar, el cual será empleado en los reportes generados desde DesignBuilder.

#### Día de diseño de calefacción

[Esta opción solo se encuentra disponible aquí, y no en el diálogo de **Opciones de Cálculo** que se abre al ejecutar un cálculo de **Diseño de calefacción**]

En este encabezado se define el tipo de **día de diseño de calefacción** que será tomado de las programaciones compactas para el **Autodimensionado** del sistema de calefacción. La única opción disponible actualmente es *10-WinterDesignDay*.

#### Notas:

1. En general se recomienda que las programaciones compactas que regulan la ocupación, los equipos y la iluminación asignen al tipo de día *WinterDesignDay* un valor de 0 (cero), pues de otra manera se corre el riesgo de sub-dimensionar el sistema de calefacción.
2. Esta opción no aplica si se emplea la opción de sincronización **Día laborable**, o bien si se emplean programaciones 7/12 (ver siguiente apartado).
3. Esta opción tampoco aplica para los cálculos de **Diseño de calefacción**, que nunca incluyen las ganancias internas asociadas a la ocupación, los equipos y la iluminación.

#### Activación de perfiles de Día laborable y Programaciones 7/12

Bajo este encabezado se define qué elementos serán considerados en los cálculos de **autodimensionado** de la calefacción, cuando se usan perfiles de **día laborable** o **programaciones 7/12**. En síntesis, las selecciones hechas aquí tienen efecto en estos casos:

- a) Autodimensionado del sistema de calefacción con **HVAC Simple**, con el **método de autodimensionado 1-EnergyPlus**, cuando se usan perfiles de **día laborable** o bien **programaciones 7/12** que tengan seleccionado el método de definición del día de diseño *1-Usa final predeterminado*.
- b) Autodimensionado de los componentes del sistema de calefacción con **HVAC Detallado**, cuando se usan programaciones 7/12 con el método de definición del día de diseño *1-Usa final predeterminado* (con HVAC Detallado no es posible emplear perfiles de día laborable).

Es posible seleccionar las siguientes opciones, activando las casillas correspondientes:

**General.** Programación de uso general para el autodimensionado de HVAC Detallado > **Inactiva** de forma predeterminada.

**Ocupación.** Se consideran las ganancias por ocupación > **Inactiva** de forma predeterminada.

**Iluminación.** Se consideran las ganancias por iluminación > **Inactiva** de forma predeterminada.

**Equipos.** Se consideran las ganancias por equipos > **Inactiva** de forma predeterminada.

**Calefacción.** Se considera activa la calefacción > **Activa** de forma predeterminada.

**Refrigeración.** Se considera activa la refrigeración > **Activa** de forma predeterminada.

**HVAC.** Se consideran activos los sistemas HVAC > **Activa** de forma predeterminada.

**Ventilación natural.** Se considera activa la ventilación > **Inactiva** de forma predeterminada.

**ACS.** Se considera activo el sistema de ACS > **Activa** de forma predeterminada.

En general se recomienda no modificar las opciones predeterminadas, de tal manera que los sistemas de calefacción se consideren activos durante los cálculos de autodimensionado pero que no se incluyan las ganancias internas. Si en los cálculos de autodimensionado de la calefacción se incluyen las ganancias internas por personas, equipos o iluminación, es muy posible que el sistema quede sub-dimensionado.

#### Notas:

1. La calefacción se debe mantener seleccionada también cuando se usa HVAC Simple con el método de autodimensionado **2-DesignBuilder**.
2. Estas opciones no aplican si se usan **programaciones compactas** (ver apartado anterior).
3. Esta opción tampoco aplica para los cálculos de **Diseño de calefacción**, que nunca incluyen las ganancias internas asociadas a la ocupación, los equipos y la iluminación.
4. Algunos usuarios encuentran confuso el mecanismo descrito aquí. Si es su caso, puede emplear programaciones 7/12 con el **método de definición del día de diseño 2-Perfiles** (que permite establecer de manera explícita el funcionamiento de la calefacción y la refrigeración), o mejor aún, **programaciones compactas**.

## Opciones de cálculo

### Método de simulación

En este campo puede visualizar (no modificar) el **método de simulación** que será empleado, el cual depende de la selección efectuada respecto al **Tipo de análisis a desarrollar**.

### Tipo de control de la temperatura

Los sistemas de calefacción acondicionan las zonas para lograr las consignas especificadas en la pestaña de datos de **Actividad**. En el caso de la **consigna de temperatura**, esta se puede definir mediante uno de los siguientes tipos de control:

**1-Temperatura del aire.** El sistema acondiciona las zonas hasta que la **temperatura media del aire** alcanza la consigna especificada.

**2-Temperatura operativa.** El sistema acondiciona las zonas hasta que la **temperatura operativa** alcanza la consigna especificada. La temperatura operativa es el promedio de la **temperatura media del aire** y la **temperatura radiante media**. En este caso la fracción radiante es de 0.5.

**3-Otro.** El sistema acondiciona las zonas hasta que una temperatura con una fracción radiante personalizada alcanza la consigna especificada. En este caso el usuario puede establecer la **Fracción radiante de control**, un valor entre 0.0 y 0.7. Un valor de 0.0 equivaldría a emplear la opción *1-Temperatura del aire*, mientras que un valor de 0.5 equivaldría a emplear la opción *2-Temperatura operativa*. Si la velocidad del aire es superior a 0.2 m/s se recomienda aplicar valores bajos de fracción radiante. Niu y Burnett (1998) citan el *International Standard ISO 77300* y recomiendan los siguientes valores de fracción radiante:

Si la Velocidad del aire **< 0.2 m/s**, Fracción radiante = **0.5**

Si la Velocidad del aire **0.2 - 0.6 m/s**, Fracción radiante = **0.4**

Si la Velocidad del aire **0.6 - 1.0 m/s**, Fracción radiante = **0.3**

**Nota:** Esta opción no afecta las consignas de ventilación mecánica y ventilación natural. En esos casos siempre se emplea la temperatura del aire como referencia.

### Excluir la ventilación natural en todas las zonas

Active la casilla si desea excluir la **ventilación natural** (en caso de que se encuentre activada en el modelo) durante el cálculo de las cargas totales de calefacción. Aun cuando lo haga, la **infiltración** siempre será considerada (también, si se encuentra activada en el modelo).

#### Notas:

1. Recuerde que en los cálculos de diseño de calefacción siempre se consideran los datos de **ventilación natural programada** (pestaña HVAC), incluso si en las **Opciones del modelo** se ha seleccionado la ventilación natural calculada.
2. También tome en cuenta que en los cálculos de **diseño de la calefacción** la ventilación natural funcionará sin tener en cuenta las **programaciones** ni las **consignas** que le sean asignadas.

### Excluir la ventilación mecánica en todas las zonas

Active la casilla si desea excluir la **ventilación mecánica** (en caso de que se encuentre activada en el modelo) durante el cálculo de las cargas totales de calefacción. Esta opción puede ser útil, por ejemplo, cuando se asume que la UTA debe cubrir las cargas de ventilación mecánica y dichas cargas deben calcularse por separado al dimensionar la capacidad de la batería de calor.

**Nota:** Tome en cuenta que en los cálculos de **diseño de la calefacción** la ventilación mecánica funcionará sin tener en cuenta las **programaciones** ni las **consignas** que le sean asignadas.

### Excluir la recuperación de calor

[Esta opción se encuentra disponible solo en el diálogo de **Opciones de cálculo**, que se abre al ejecutar un cálculo de **Diseño de calefacción**]. Active la casilla si desea excluir la **recuperación de calor** (en caso de que se encuentre activada como parte de la ventilación mecánica) en el cálculo de las cargas totales de calefacción.

## Dimensionado del Sistema

### Coeficiente de seguridad

El **coeficiente de seguridad** se multiplica por la suma de las **cargas de calefacción** de todas las zonas, con el objeto de establecer la capacidad total recomendada del sistema de calefacción. Este parámetro permite, por ejemplo, considerar el calor adicional requerido durante periodos de precalentamiento razonablemente cortos. También ofrece mayor certeza de que el sistema de calefacción mantendrá condiciones de confort incluso ante condiciones de invierno extremas. El valor predeterminado es 1.25, lo que significa que el sistema se sobredimensionará un 25%.

## Resultados

La selección de resultados de **Diseño de calefacción** se describe con detalle en la sección de **Opciones de resultados**, por lo que debe ir allí para consultar la información completa.

## Avanzado

### Solución General

#### Convergencia de temperaturas

Cuando la diferencia entre las temperaturas calculadas en dos iteraciones diarias sucesivas es menor al valor indicado aquí, durante el periodo de **pre-simulación** (*warmup*), la convergencia se considera alcanzada (ver notas más abajo).

#### Convergencia de cargas

Cuando la diferencia entre las cargas calculadas en dos iteraciones diarias sucesivas es menor al valor indicado aquí, durante el periodo de pre-simulación (*warmup*), la convergencia se considera alcanzada (ver notas).

#### Notas:

1. La convergencia de la solución simultánea del balance térmico y el sistema HVAC se alcanza cuando ambos criterios, **temperaturas y cargas**, es satisfecho. Ambas tolerancias funcionan de manera similar. Después del segundo día de **calentamiento previo** el programa compara la máxima temperatura alcanzada en el espacio con la máxima temperatura alcanzada el día anterior. Si la diferencia está dentro de la tolerancia, entonces se ha pasado la primera verificación. Se hace una comparación similar con las temperaturas más bajas alcanzadas, así como con las cargas máximas de calefacción. Los cálculos de "calentamiento previo" se mantienen hasta que se han pasado las CUATRO verificaciones.
2. En la versión actual de DesignBuilder, para el cálculo de diseño de calefacción se consideran 10 días mínimos y 100 días máximos de pre-simulación (*warmup*). Solo se puede acceder a estos parámetros a través del archivo IDF.

## Convección

### Algoritmos de convección interna y externa

Puede seleccionar, de entre un amplio rango de opciones, los algoritmos de convección interna y externa que serán empleados para calcular los intercambios de calor entre las superficies de los cerramientos y el aire. Para la convección interna el algoritmo predeterminado es *6-TARP*, mientras que para la convección externa es *6-DOE-2*. Puede encontrar más información sobre estos algoritmos en la sección [Convección superficial](#).

## Otros

### Las superficies "dentro de una zona" se consideran adiabáticas

Los desarrolladores de EnergyPlus recomiendan modelar las superficies totalmente contenidas dentro de una zona como adiabáticas, y esta opción le permite aplicar ese criterio. En la práctica se ha visto que esta opción no hace mucha diferencia en cuanto a la velocidad de las simulaciones o a los resultados obtenidos, por lo que en la mayoría de los casos puede dejarla desactivada.

**Nota:** Las superficies "contenidas dentro de una zona" se suelen generar cuando se emplea una de las opciones de [agrupación de zonas](#), de tal manera que algunos cerramientos que originalmente separaban dos zonas ahora se encuentran dentro de una. Estas superficies no son iguales que las [particiones libres](#), las cuales se modelan como [Masa térmica interna](#).

## 3.4. Diseño de Refrigeración

Las opciones disponibles en esta sección permiten definir los parámetros empleados en los cálculos de **autodimensionado** y **Diseño de refrigeración**.

### Descripción del cálculo

[Este campo se encuentra disponible sólo en el diálogo de **Opciones de Cálculo** que se abre al ejecutar un cálculo de **Diseño de refrigeración**]

Puede ingresar de manera opcional un texto que describa el cálculo a desarrollar, el cual será empleado en los reportes generados desde DesignBuilder.

### Día de diseño de refrigeración

Los parámetros establecidos en este encabezado aplican tanto para los cálculos de **Diseño de refrigeración** como para los cálculos de [Autodimensionado](#). Estos últimos se ejecutan cuando se usa HVAC Simple y se selecciona la opción de **Dimensionado HVAC 1-Autodimensionado**.

### Día

El parámetro **Día** se emplea para determinar el **recorrido aparente del sol**. Este último dato es empleado por el programa para determinar la radiación solar incidente durante el día o los días de diseño de refrigeración (considerando también los datos de ubicación del sitio y un índice predeterminado de **Claridad del cielo** de 0.98). El día predeterminado es el 15.

## Mes

[Este parámetro solo aparece cuando, en los **datos climáticos para diseño de refrigeración**, se ha seleccionado el periodo de temperaturas nominales *1-Mes único*]

Junto con el parámetro **Día** (ver arriba), el **Mes** se usa para determinar el recorrido aparente del sol. Sin embargo, también se usa para establecer los perfiles de ocupación, equipos, iluminación y sistemas HVAC que serán empleados durante el **día de diseño de refrigeración**, cuando se usan programaciones 7/12 con el método de definición del día de diseño *1-Usa final predeterminado*. DesignBuilder siempre toma los datos de la celda correspondiente al día **miércoles** del mes indicado aquí.

El mes predeterminado es el que se suele considerar como el de la mitad del verano, es decir, julio (en el hemisferio norte) o enero (en el hemisferio sur).

## Mes inicial y Mes final

[Estos parámetros solo aparecen cuando, en los **datos climáticos para diseño de refrigeración**, se ha seleccionado el periodo de temperaturas nominales *2-Múltiples meses*]

Junto con el parámetro **Día** (ver arriba), los **meses** se usan para determinar los recorridos aparentes del sol. Sin embargo, también se usan para establecer los perfiles de ocupación, equipos, iluminación y sistemas HVAC que serán empleados durante los **días de diseño de refrigeración**, cuando se usan programaciones 7/12 con el método de definición del día de diseño *1-Usa final predeterminado*. DesignBuilder siempre toma los datos de la celda correspondiente al día **miércoles** de los meses indicados aquí.

El **mes inicial** predeterminado corresponde a la mitad del verano, y el **mes final** es dos meses después. Así, en el hemisferio norte el periodo predeterminado es julio-septiembre, mientras que en el hemisferio sur es enero-marzo. Estos periodos suelen abarcar días de diseño en los que puede haber picos de demanda de refrigeración, especialmente cuando el edificio tiene grandes superficies acristaladas hacia el sur (hemisferio norte) o norte (hemisferio sur).

## Tipo de día en las programaciones compactas

Seleccione el **tipo de día** establecido en las **programaciones compactas** (cuando estas son usadas en el modelo) para determinar los perfiles de ocupación, equipos, iluminación, sistemas HVAC, entre otros, que serán empleados durante el **día de diseño de refrigeración**. El tipo de día predeterminado, y que se recomienda usar siempre para evitar confusiones, es *9-SummerDesignDay*.

**Nota:** Este parámetro no aplica cuando se usan **programaciones 7/12**. En ese caso se usa el parámetro **Mes**, que se explica arriba.



## Opciones de cálculo

### Método de simulación

En este campo puede visualizar (no modificar) el **método de simulación** que será empleado, el cual depende de la selección efectuada en la sección **Tipo de análisis a desarrollar**.

### Tipo de control de la temperatura

Los sistemas de refrigeración acondicionan las zonas para lograr las consignas especificadas en la pestaña de datos de **Actividad**. En el caso de la **consigna de temperatura**, esta se puede definir mediante uno de los siguientes tipos de control:

**1-Temperatura del aire.** El sistema acondiciona las zonas hasta que la **temperatura media del aire** alcanza la consigna especificada.

**2-Temperatura operativa.** El sistema acondiciona las zonas hasta que la **temperatura operativa** alcanza la consigna especificada. La temperatura operativa es el promedio de la **temperatura media del aire** y la **temperatura radiante media**. En este caso la fracción radiante es de 0.5.

**3-Otro.** El sistema acondiciona las zonas hasta que una temperatura con una fracción radiante personalizada alcanza la consigna especificada. En este caso el usuario puede establecer la **Fracción radiante de control**, un valor entre 0.0 y 0.7. Un valor de 0.0 equivaldría a emplear la opción **1-Temperatura del aire**, mientras que un valor de 0.5 equivaldría a emplear la opción **2-Temperatura operativa**. Si la velocidad del aire es superior a 0.2 m/s se recomienda aplicar valores bajos de fracción radiante. Niu y Burnett (1998) citan el *International Standard ISO 77300* y recomiendan los siguientes valores de fracción radiante:

Si la Velocidad del aire **< 0.2 m/s**, Fracción radiante = **0.5**

Si la Velocidad del aire **0.2 - 0.6 m/s**, Fracción radiante = **0.4**

Si la Velocidad del aire **0.6 - 1.0 m/s**, Fracción radiante = **0.3**

**Nota:** Esta opción no afecta las consignas de ventilación mecánica y ventilación natural. En esos casos siempre se emplea la temperatura del aire como referencia.

### Excluir la ventilación natural en todas las zonas

Active la casilla si desea excluir la **ventilación natural** (en caso de que se encuentre activada en el modelo) durante el cálculo de las cargas totales de refrigeración. Aun cuando lo haga, la **infiltración** siempre será considerada (si se encuentra activada en el modelo).

#### Notas:

1. Recuerde que en los cálculos de diseño de refrigeración siempre se consideran los datos de **ventilación natural programada** (pestaña HVAC), incluso si en las **Opciones del modelo** se ha seleccionado la ventilación natural calculada.
2. Si se considera la ventilación natural, y no se aprecia un impacto en los resultados, revise cuidadosamente los parámetros de control (pestañas Actividad y HVAC).

## Excluir la ventilación mecánica en todas las zonas

Active la casilla si desea excluir la **ventilación mecánica** (en caso de que se encuentre activada en el modelo) durante el cálculo de las cargas totales de refrigeración. Esta opción puede ser útil, por ejemplo, cuando se asume que la UTA debe cubrir las cargas de ventilación mecánica y dichas cargas deben calcularse por separado al dimensionar la capacidad de la batería de calor.

## Excluir la recuperación de calor

[Esta opción se encuentra disponible solo en el diálogo de **Opciones de cálculo**, que se abre al ejecutar un cálculo de **Diseño de refrigeración**]

Active la casilla si desea excluir la **recuperación de calor** (en caso de que se encuentre activada como parte de la ventilación mecánica) en el cálculo de las cargas totales de refrigeración. Esta opción solo aplica con el **Método de dimensionamiento 1-ASHRAE** (ver abajo).

## Dimensionado del sistema

### Coeficiente de seguridad

El **coeficiente de seguridad** se multiplica por la suma de las **cargas máximas de refrigeración** de todas las zonas para establecer la capacidad total recomendada del sistema de refrigeración. Este parámetro permite, por ejemplo, considerar el frío adicional requerido en periodos de pre-enfriamiento razonablemente cortos. También ofrece mayor certeza de que el sistema de refrigeración mantendrá condiciones de confort incluso ante condiciones de verano más extremas. El valor predeterminado es 1.15, lo que significa que el sistema se sobredimensionará en un 15%.

### Método de dimensionado

DesignBuilder ofrece los siguientes métodos para el dimensionado de los sistemas de refrigeración.

**1-ASHRAE.** Método estándar de *Balance térmico* implementado por EnergyPlus.

**2-Unitario DX.** Los cálculos se efectúan mediante objetos detallados de EnergyPlus que representan un sistema **Unitario de expansión directa**.

### 1-ASHRAE

Con éste método el cálculo de las cargas de diseño se lleva a cabo mediante el método estándar de *Balance térmico* implementado en EnergyPlus (*ZoneHVAC:IdealLoadsAirSystem*). En este caso es posible definir las condiciones del aire de impulsión mediante los parámetros **Temperatura mínima del aire de impulsión** y **Tasa mínima de humedad del aire de impulsión** (*Datos del Modelo > HVAC > Refrigeración > Condiciones del Aire de Impulsión*).

La carga total (sensible + latente) se calcula a partir de la diferencia de entalpía entre el aire de retorno de la zona y el aire de impulsión para la carga actual. Adicionalmente se asumen los siguientes criterios:

- No hay economizador.
- Se puede considerar la recuperación de calor.

- No hay calefacción.
- No hay aumento de presión del ventilador.
- No hay humidificación / deshumidificación.
- No se consideran plenums de zona.
- Los caudales de aire exterior y su programación se definen en los encabezados **Ventilación mecánica** y **Ventilación natural** de la pestaña de datos de **HVAC**, en el nivel Zona.
- La disponibilidad de la batería de frío se establece mediante la programación del encabezado **Refrigeración** de la pestaña de datos de **HVAC**, en el nivel Zona.
- La consigna de temperatura para la refrigeración se establece en el encabezado **Control Ambiental** de la pestaña de datos de **Actividad**, en el nivel Zona.

## 2-Unitario DX

Con ésta opción el cálculo de las cargas de diseño se lleva a cabo mediante objetos detallados de EnergyPlus, los cuales representan un sistema **Unitario de expansión directa**. Se considera que cada zona tiene su propio sistema unitario, con un ventilador (que no aporta calor al caudal de aire), una batería de frío DX, un control de aire exterior y una compuerta para reducir el caudal de impulsión de aire. Adicionalmente se asumen los siguientes criterios:

- No hay economizador.
- No hay recuperación de calor.
- No hay batería de calor.
- No hay aumento de presión del ventilador.
- No hay humidificación / deshumidificación.
- No se consideran plenums de zona.
- Los caudales de aire exterior y su programación se definen en los encabezados **Ventilación mecánica** y **Ventilación natural** de la pestaña de datos de **HVAC**, en el nivel Zona.
- La disponibilidad de la batería de frío se establece mediante la programación del encabezado **Refrigeración** de la pestaña de datos de **HVAC**, en el nivel Zona.
- La consigna de temperatura para la refrigeración se establece en el encabezado **Control Ambiental** de la pestaña de datos de **Actividad**, en el nivel Zona.

**Nota:** El método Unitario DX tiende a estimar más cargas latentes que el método ASHRAE. En ese sentido se puede emplear para evitar subestimar las cargas latentes de refrigeración.

## Método de cálculo de caudal de aire

[Esta opción se encuentra disponible solo en el diálogo de **Opciones de cálculo**, que se abre al ejecutar un cálculo de **Diseño de refrigeración**]

Para calcular el caudal de aire de diseño a partir de las cargas de refrigeración DesignBuilder ofrece dos métodos:

**1-Solo sensible.** El caudal de aire se calcula simplemente a partir de la carga de refrigeración, la temperatura del aire de impulsión y la consigna de temperatura de la zona. Este método se emplea generalmente cuando la carga latente representa una parte relativamente pequeña de la carga de refrigeración total. Se puede formular de la siguiente manera:

$$\text{Caudal de aire} = \text{Carga refrigeración} * \text{Factor seguridad} / (T_{\text{zona BS}} - T_{\text{impulsión BS}}) * c_{\text{aire}} * \rho_{\text{aire}}$$

Dónde:

$T_{\text{zona BS}}$  = Temperatura de bulbo seco del aire en la zona

$T_{\text{impulsión BS}}$  = Temperatura de bulbo seco del aire de impulsión

$c_{\text{aire}}$  = Calor específico del aire

$\rho_{\text{aire}}$  = Densidad del aire

**2-Sensible + latente.** El método es similar al anterior, pero se emplea la entalpía del aire en lugar de la temperatura de bulbo seco. Puede ser más adecuado cuando las cargas latentes son significativas. Se puede formular de la siguiente manera:

$$\text{Caudal de aire} = \text{Carga refrigeración} * \text{Factor seguridad} / (H_{\text{zona}} - H_{\text{impulsión}}) * \rho_{\text{aire}}$$

Dónde:

$H_{\text{zona}}$  = Entalpía del aire en la zona

$H_{\text{impulsión}}$  = Entalpía del aire de impulsión

$\rho_{\text{aire}}$  = Densidad del aire

## Soleamiento

Las opciones en este encabezado permiten controlar la manera en que serán modeladas las ganancias solares durante los cálculos de Diseño de refrigeración. Todos los parámetros incluidos aquí se describen en las [opciones de soleamiento para Simulación](#), por lo que debe ir a esa sección para consultar los detalles.

## Resultados

La selección de resultados de **Diseño de refrigeración** se describe con detalle en la sección de [Opciones de resultados](#), por lo que debe ir allí para consultar la información completa.

## Avanzado

### Solución General

#### Convergencia de temperaturas superficiales interiores

[Esta opción no se encuentra disponible en el diálogo de **Opciones de cálculo**, que se abre al ejecutar un cálculo de **Diseño de calefacción**]

El **método de balance térmico** incluye una solución numérica con un parámetro de convergencia que define las diferencias máximas permitidas en las temperaturas superficiales, considerando iteraciones sucesivas. Este campo se puede emplear para modificar el valor predeterminado de 0.002, generalmente bastante estable. Valores inferiores pueden aumentar aún más la estabilidad,

a expensas de mayores tiempos de simulación. Valores más altos pueden disminuir los tiempos de simulación, pero podrían generar inestabilidad. Las unidades son °C o °F.

### Convergencia de temperaturas

Cuando la diferencia entre las temperaturas calculadas en dos iteraciones diarias sucesivas es menor al valor indicado aquí, durante el periodo de **pre-simulación** (*warmup*), la convergencia se considera alcanzada (ver notas más abajo).

### Convergencia de cargas

Cuando la diferencia entre las cargas calculadas en dos iteraciones diarias sucesivas es menor al valor indicado aquí, durante el periodo de pre-simulación (*warmup*), la convergencia se considera alcanzada (ver notas).

#### Notas:

1. La convergencia de la solución simultánea del balance térmico y el sistema HVAC se alcanza cuando ambos criterios, **temperaturas y cargas**, es satisfecho. Ambas tolerancias funcionan de manera similar. Después del segundo día de **calentamiento previo** el programa compara la máxima temperatura alcanzada en el espacio con la máxima temperatura alcanzada el día anterior. Si la diferencia está dentro de la tolerancia, entonces se ha pasado la primera verificación. Se hace una comparación similar con las temperaturas más bajas alcanzadas, así como con las cargas máximas de calefacción. Los cálculos de "calentamiento previo" se mantienen hasta que se han pasado las CUATRO verificaciones.
2. En la versión actual de DesignBuilder, para el cálculo de diseño de calefacción se consideran 10 días mínimos y 100 días máximos de pre-simulación (*warmup*). Solo se puede acceder a estos parámetros a través del archivo IDF.

## Convección

### Algoritmos de convección interna y externa

Puede seleccionar, de entre un amplio rango de opciones, los algoritmos de convección interna y externa que serán empleados para calcular los intercambios de calor entre las superficies de los cerramientos y el aire. Para la convección interna el algoritmo predeterminado es **6-TARP**, mientras que para la convección externa es **6-DOE-2**. Puede encontrar más información sobre estos algoritmos en la sección **Convección superficial**.

## Sombreado

### Número máximo de "traslapes de sombras"

Indique el número máximo de figuras generadas por el traslape de sombras. El número de traslapes de sombras es una medida del nivel de complejidad del cálculo de sombras, y el valor máximo permite limitar la cantidad de tiempo destinado a los cálculos solares iniciales.

**Nota:** Si ingresa un valor inferior al predeterminado (15000), la simulación de edificios complejos será más rápida pero la precisión del cálculo de las ganancias solares se puede ver afectada.

## Algoritmo de recorte de polígono

Se trata de un parámetro avanzado. Antes de la versión 7 de EnergyPlus el método interno de recorte de polígono era un caso especial del método de Weiler-Atherton. Ahora hay dos opciones disponibles:

**1-Sutherland Hodgman**

**2-Convex Weiler Atherton**

Teóricamente el algoritmo predeterminado *1-Sutherland Hodgman* es más simple, pero funciona bien en los casos en que las superficies receptoras de las sombras no son convexas. El algoritmo *2-Convex Weiler Atherton* sólo es exacto cuando ambas superficies, emisora y receptora, son convexas. Para obtener más detalles sobre el recorte de polígonos se recomienda revisar el manual de EnergyPlus *Engineering Reference*.

## Otros

### Las superficies “dentro de una zona” se consideran adiabáticas

Los desarrolladores de EnergyPlus recomiendan modelar las superficies totalmente contenidas dentro de una zona como adiabáticas, y esta opción le permite aplicar ese criterio. En la práctica se ha visto que esta opción no hace mucha diferencia en cuanto a la velocidad de las simulaciones o a los resultados obtenidos, por lo que en la mayoría de los casos puede dejarla desactivada.

**Nota:** Las superficies “dentro de una zona” se suelen generar cuando se emplea una de las opciones de **agrupación de zonas**, de tal manera que algunos cerramientos que originalmente separaban dos zonas ahora se encuentran dentro de una. Estas superficies no son iguales que las **particiones libres**, las cuales se modelan como **Masa térmica interna**.

## 3.5. Simulación

Las opciones disponibles en esta pestaña permiten controlar las simulaciones dinámicas efectuadas con el módulo **Simulación**. Algunas de estas opciones también se muestran en el diálogo **Opciones de cálculo**, que aparece antes de iniciar las simulaciones.

### Descripción del cálculo

[Este campo se encuentra disponible sólo en el diálogo de **Opciones de Cálculo** que se abre al ejecutar una **Simulación**]

Puede ingresar de manera opcional un texto que describa el cálculo a desarrollar, el cual será empleado en los reportes generados desde DesignBuilder.

### Periodo de simulación

En el diálogo de **Opciones del modelo** puede especificar el día y mes iniciales (**Desde**), así como el día y mes finales (**Hasta**), para definir el periodo de simulación. En el panel de la derecha del diálogo de **Opciones de cálculo** que se abre al ejecutar una simulación también puede seleccionar uno de los siguientes periodos predeterminados:

- **Simulación anual.** El periodo abarca los 365 días del año.
- **Semana extrema de verano.** Es la semana identificada en el componente de **Clima horario** como la más cálida del año.
- **Semana típica de verano.** Es la semana identificada en el componente de **Clima horario** como típica para el periodo de verano.
- **Todo el verano.** El periodo abarca el verano completo, de acuerdo a los datos del componente de **Clima horario**.
- **Semana extrema de invierno.** Es la semana identificada en el componente de **Clima horario** como la más fría del año.
- **Semana típica de invierno.** Es la semana identificada en el componente de **Clima horario** como típica para el periodo de invierno.
- **Todo el invierno.** El periodo abarca el invierno completo, de acuerdo a los datos del componente de **Clima horario**.

**Nota:** Para poder identificar estos periodos típicos es necesario que al momento de crear el componente de **Clima horario** el archivo .stat correspondiente se encuentre, junto con el de datos climáticos (.epw), en la **Carpeta de datos climáticos** (menú *Archivo > Carpetas*). Si no tiene el archivo .stat, se puede generar mediante el **Procesador de archivos de datos climáticos**.

## Intervalos de resultados

[Esta opción se encuentra disponible solo en el diálogo de **Opciones de cálculo**, que se abre al ejecutar una **Simulación**]

Puede seleccionar los siguientes intervalos para la generación de resultados:

- **Mensual y anual**
- **Diario**
- **Horario**
- **Sub-horario**

**Nota:** Seleccionar resultados horarios y sub-horarios puede producir una gran cantidad de datos, lo cual hace más lento el proceso de simulación y genera archivos DesignBuilder muy grandes. Se recomienda seleccionar estos intervalos solo para periodos de simulación cortos y/o incluir solo los resultados que sean indispensables.

## Opciones de cálculo

### Método de simulación

En este campo puede visualizar (no modificar) el **método de simulación** que será empleado, el cual depende de la selección efectuada en la sección **Tipo de análisis a desarrollar**.



## Etapas de simulación por hora

Este parámetro se usa en el método de **Balance Térmico de Zona** (*Zone Heat Balance*), de EnergyPlus, para definir el número de veces que se resuelven los cálculos iterativos de transferencia de calor y cargas por cada hora virtual de simulación. Los valores disponibles son 2, 4, 6, 10, 12, 30, y 60. Por ejemplo, un valor de 6 indica que cada etapa es de 10 minutos, mientras que un valor de 60 indica que cada etapa es de 1 minuto. Es importante tomar en cuenta los siguientes puntos:

- a) Incrementar el número de etapas por hora suele mejorar la solución numérica empleada en las simulaciones, ya que mejora el acople entre las temperaturas superficiales y la temperatura del aire en las zonas. Sin embargo, esto también exige mayores tiempos de simulación y genera más datos cuando se solicitan resultados en intervalos sub-horarios.
- b) Aunque muchos edificios pueden ser simulados exitosamente con 2 etapas por hora, los valores recomendados son de 4 etapas por hora cuando se usa **HVAC Simple**, y 6 etapas por hora cuando se usa **HVAC Detallado**.
- c) Cuando se emplea el método de cálculo de **Diferencias finitas** y/o se modelan cubiertas verdes, se recomienda un mínimo de 20 etapas de simulación por hora.
- d) Hay otro tipo de etapa de simulación en EnergyPlus, conocido como etapa de simulación del sistema HVAC. Este es un parámetro variable que gobierna el modelado de los sistemas HVAC, y el usuario no tiene control sobre él (excepto mediante las tolerancias de convergencia). Cuando se inicia la solución de la parte del sistema HVAC se toma inicialmente el número de etapas de simulación definido aquí, pero posteriormente el programa puede aumentar automáticamente dicho número para mejorar la solución.
- e) Los archivos de datos climáticos generalmente contienen datos en intervalos de una hora. Sin embargo eso no representa un problema, pues EnergyPlus interpola los datos horarios para coordinarlos con las etapas de simulación empleadas.

## Tipo de control de la temperatura

Los sistemas de refrigeración acondicionan las zonas para lograr las consignas especificadas en la pestaña de datos de **Actividad**. En el caso de la **consigna de temperatura**, esta se puede definir mediante uno de los siguientes tipos de control:

- 1-Temperatura del aire.** El sistema acondiciona las zonas hasta que la **temperatura media del aire** alcanza la consigna especificada.
- 2-Temperatura operativa.** El sistema acondiciona las zonas hasta que la **temperatura operativa** alcanza la consigna especificada. La temperatura operativa es el promedio de la **temperatura media del aire** y la **temperatura radiante media**. En este caso la fracción radiante es de 0.5.
- 3-Otro.** El sistema acondiciona las zonas hasta que una temperatura con una fracción radiante personalizada alcanza la consigna especificada. En este caso el usuario puede establecer la **Fracción radiante de control**, un valor entre 0.0 y 0.7. Un valor de 0.0 equivaldría a emplear la opción *1-Temperatura del aire*, mientras que un valor de 0.5 equivaldría a emplear la opción *2-Temperatura operativa*. Si la velocidad del aire es superior a 0.2 m/s se recomienda aplicar valores bajos de fracción radiante. Niu y Burnett (1998) citan el *International Standard ISO 77300* y recomiendan los siguientes valores de fracción radiante:

Si la Velocidad del aire  $< 0.2 \text{ m/s}$ , Fracción radiante = **0.5**

Si la Velocidad del aire **0.2 - 0.6 m/s**, Fracción radiante = **0.4**

Si la Velocidad del aire **0.6 - 1.0 m/s**, Fracción radiante = **0.3**

**Nota:** Esta opción no afecta las consignas de ventilación mecánica y ventilación natural. En esos casos siempre se emplea la temperatura del aire como referencia.

## Soleamiento

Las opciones en este encabezado permiten controlar la manera en que serán modeladas las ganancias solares durante las simulaciones. La mayoría de las opciones aplica también para los cálculos de Diseño de refrigeración.

### Incluir todos los edificios en el cálculo del sombreado

Active esta casilla para considerar el sombreado producido por otros edificios existentes en el mismo archivo de DesignBuilder.

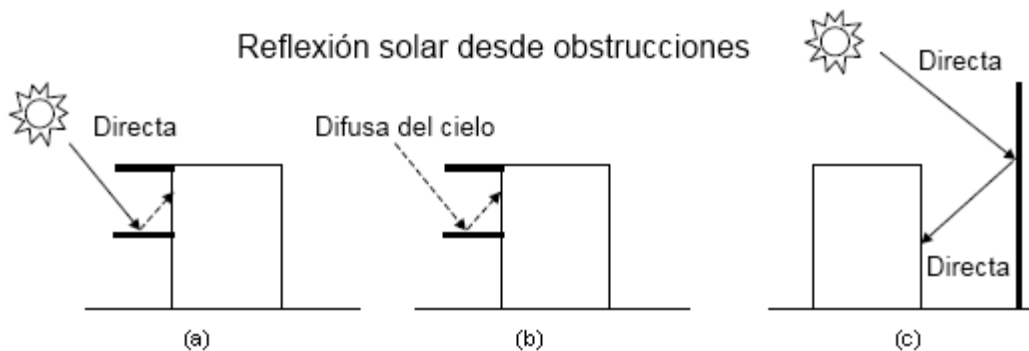
#### Notas:

1. Recuerde que, si bien puede incluir más de un edificio en un mismo archivo, cada edificio se simula por separado. Sin embargo, esta opción le permite modelar los otros edificios como elementos de sombreado.
2. No requiere activar esta casilla para considerar el sombreado producido por bloques de componente que pertenecen al propio edificio.
3. Si los otros edificios en el modelo son muy grandes y complejos las simulaciones se pueden volver muy lentas. En ese caso quizá le conviene modelar los edificios vecinos mediante bloques de componente simplificados.

### Modelar reflexiones (también sombreado sobre el terreno)

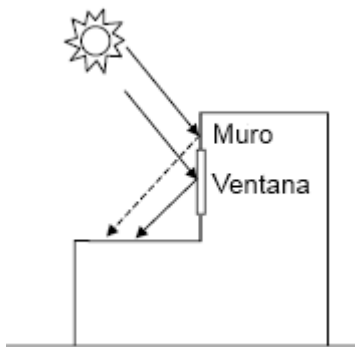
Si activa esta casilla el programa calculará la radiación solar, tanto directa como difusa, que es **reflejada** por las superficies del modelo y afectan al edificio. En EnergyPlus las superficies reflectantes se agrupan en tres categorías:

**A) Superficies de sombreado.** Incluyen elementos como dispositivos de sombreado, bloques de componente y edificios vecinos. Las superficies se consideran reflectores difusos si corresponden a materiales opacos (por ejemplo, bloques de componente) y reflectantes especulares en el caso del acristalamiento (por ejemplo, ventanas de un edificio vecino).



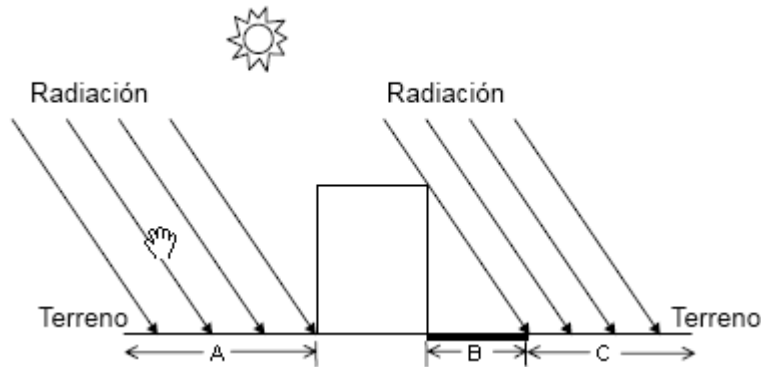
*Ejemplos de reflexiones solares producidas por superficies de sombreado: Las flechas con líneas continuas representan la radiación directa, mientras que las flechas con líneas punteadas representan la difusa. (a) Radiación difusa generada por la radiación directa que incide sobre la parte superior de un voladizo. (b) Radiación difusa generada por la radiación difusa proveniente del cielo que incide en la parte superior de un voladizo. (c) Reflexión especular generada por la radiación directa que incide sobre la fachada vidriada de un edificio vecino.*

**B) Superficies exteriores del edificio.** Se trata de las superficies exteriores del propio edificio. En este caso unas superficies reflejan una parte de la radiación solar sobre otras (y viceversa). Las superficies del edificio se consideran reflectores difusos si corresponden a cerramiento opacos (por ejemplo, muros y cubiertas) y reflectantes especulares en el caso del acristalamiento (por ejemplo, ventanas).



*Ejemplos de reflexiones solares entre superficies del edificio: En este caso la radiación solar directa se refleja en una sección vertical del edificio y luego incide sobre la cubierta adyacente. La reflexión de la ventana se considera especular, mientras que la del muro se considera difusa.*

**C) Superficie del terreno.** Las reflexiones producidas por el suelo se consideran siempre en las simulaciones, independientemente de las opciones del modelo empleadas. Sin embargo, para tomar en cuenta las sombras arrojadas sobre el suelo por el mismo edificio y otros elementos del entorno debe activar la opción **Modelar reflexiones**. En este caso la reflexión siempre se asume como difusa.



Cuando se emplea la opción **Modelar reflexiones** las sombras producidas por el edificio y otras obstrucciones afectan la reflexión de la radiación solar desde el terreno. En este ejemplo la reflexión de radiación directa a difusa se genera solo desde las áreas soleadas A y C, pero no del área sombreada B.

**Nota:** Las reflexiones de las superficies opacas son calculadas a partir de los valores de **absortancia** del material que tienen asignado (la capa de material más externa, en el caso de los cerramientos). Las reflexiones de las superficies acristaladas se calculan a partir de la **reflectancia** de las hojas de vidrio, cuando no existen dispositivos de sombreado. En este último caso se toma en cuenta las reflexiones entre los vidrios del acristalamiento, cuando hay más de una hoja.

## Distribución solar

Las opciones de **Distribución solar** determinan la manera en que EnergyPlus considera la radiación solar que ingresa a través de las superficies acristaladas. Hay tres opciones:

**1-Sombreado mínimo.** En este caso no se considera ningún sombreado exterior, excepto el producido por los cantos de puertas y ventanas. Se considera que toda la radiación que ingresa al espacio incide en el **suelo**, donde es absorbida de acuerdo a la absortancia solar de su material más externo. Toda la radiación reflejada por el suelo se añade a la radiación difusa transmitida, la cual se considera distribuida uniformemente en todas las superficies interiores. Si la zona no tiene suelo, la radiación solar se considera absorbida por todas las superficies interiores de acuerdo a sus valores de absortancia. Luego se calcula el balance térmico de las zonas, tratando la radiación absorbida como un flujo en las superficies.

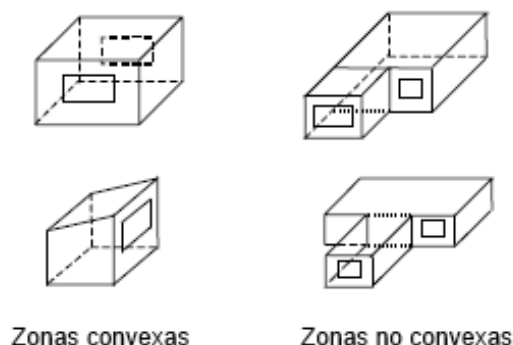
**2-Completa exterior.** Con esta opción se incluye en las simulaciones, además de los cantos de puertas y ventanas, el sombreado generado por aleros, voladizos y otros dispositivos de sombreado, así como por las superficies externas. La radiación solar que ingresa a la zona es tratada igual que con la opción *1-Sombreado mínimo*.

**3-Completa interior y exterior (\*avanzado\*).** Esta opción funciona de manera similar a la *2-Completa exterior*, pero en lugar de considerar que toda la radiación solar transmitida incide sobre el suelo, el programa proyecta los rayos solares que atraviesan las ventanas exteriores y calcula la cantidad de radiación que incide en cada superficie de la zona, incluyendo el suelo, los muros y las ventanas. El programa también calcula cuánta radiación incidente sobre la superficie interna de una ventana exterior (proveniente de otras ventanas exteriores) es absorbida por la

ventana, cuánta es reflejada de nuevo a la zona y cuánta es transmitida al exterior. En todos los casos se tomará en cuenta los dispositivos de sombreado, cuando existan.

#### Notas:

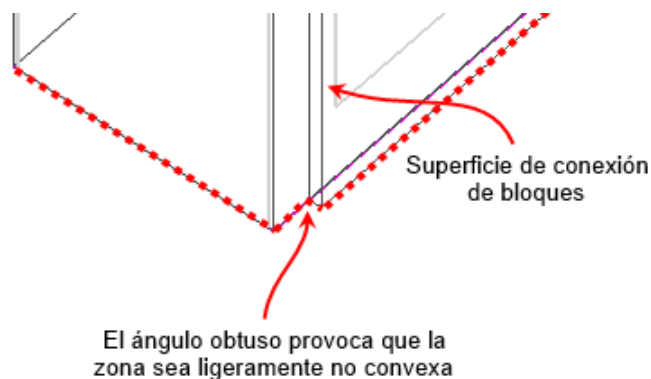
1. Tome en cuenta que debe emplear la opción *3-Completa interior y exterior (\*avanzado\*)* si desea considerar la transmisión de radiación solar y luz a través de las ventanas interiores.
2. Si emplea la opción *3-Completa interior y exterior (\*avanzado\*)* debe asegurarse de que cada zona sea convexa, es decir, que todas sus superficies se puedan ver entre sí (cualquier línea que atravesase el espacio solo debe intersectarse con dos superficies).



#### Verificar la existencia de zonas no convexas

Esta opción sólo aparece cuando se elige la opción de distribución solar *3-Completa interior y exterior (\*avanzado\*)*. Si activa la casilla, el programa comprobará si hay zonas **no convexas**. De manera predeterminada se encuentra activada y se efectúa la verificación propia de DesignBuilder, que es bastante estricta. Si las zonas son sólo **ligeramente no convexas** puede desactivarla y permitir que EnergyPlus, que no es tan estricto, haga la verificación. Es posible que reciba mensajes de error si desactiva esta opción y tiene zonas no convexas.

Una razón común para que la verificación de DesignBuilder identifique una zona como **no convexa**, aun cuando a primera vista no lo parezca, es el uso de la geometría de conexión de bloques. En la imagen de abajo se muestra una fachada de doble piel con una cámara de aire. Al hacer zoom se puede ver en la esquina una **superficie de conexión de bloques** que forma un ángulo obtuso, provocando que la zona sea ligeramente no convexa. Este tipo de situaciones no suelen pasar la verificación de DesignBuilder, pero si la de EnergyPlus. En este caso es seguro desactivar la opción de verificación para permitir que las simulaciones se lleven a cabo.



## Intervalo de sombreado (días)

[Este parámetro solo aplica para las opciones de soleamiento para Simulación, y no para las de Diseño de refrigeración]

Puede especificar el número de días (entre 1 y 365) para el cálculo del sombreado, es decir, cada cuanto tiempo se actualiza el **recorrido aparente del sol**. Por ejemplo, si desea que el sombreado se calcule cada día ingrese 1. Tome en cuenta que valores muy bajos puede provocar simulaciones muy lentas. Un valor de 20 se considera adecuado en la mayoría de los casos.

## Avanzado

### Solución General

#### Algoritmo de solución

Puede elegir entre los siguientes algoritmos de solución para modelar la conducción de calor a través de los cerramientos del edificio:

**1-Función de Transferencia por Conducción (CTF).** Es un algoritmo basado solo en el calor sensible, por lo que no considera el almacenamiento de humedad ni la difusión en los elementos constructivos. El método predeterminado usado por EnergyPlus para los cálculos CTF es el “*state space method*” (Ceylan, Myers 1980; Seem 1987; Ouyang, Haghighat 1991).

**2-Diferencias Finitas.** Es un algoritmo que emplea una solución de diferencia finita unidimensional para los elementos constructivos. Se basa en la conducción de calor sensible y no tiene en cuenta el almacenamiento de humedad ni la difusión en los elementos constructivos. Esta opción es necesaria en modelos con materiales de cambio de fase (PCM), y también puede mejorar la precisión cuando los cerramientos incluyen chapas metálicas o techos fríos.

**4-Calor y Humedad por Elementos Finitos (HAMT).** Este algoritmo permite considerar la transferencia y almacenamiento, tanto de calor como de humedad, mediante una solución de diferencia finita unidimensional para los elementos constructivos. Requiere la definición de datos adicionales sobre las propiedades de transferencia de humedad, los cuales se incluyen en el modelo mediante componentes de **Transferencia de humedad** (que a su vez forman parte de los componentes de **Material**).

**5-Función de Transferencia por Conducción con Penetración de Humedad (EMPD).** Este algoritmo emplea una solución de difusión de calor sensible y un algoritmo de almacenamiento de humedad de superficie interior. También requiere la definición de datos adicionales sobre las propiedades de transferencia de humedad mediante componentes de **Transferencia de humedad**.

#### Permitir la selección del algoritmo de solución para cerramientos individuales

Si activa esta opción puede seleccionar diferentes algoritmos de solución para cerramientos específicos del modelo. Por ejemplo, puede seleccionar aquí la opción *1-Funciones de Transferencia por Conducción (CTF)*, pero establecer la opción *2-Diferencias Finitas* para algunos de los cerramientos. El algoritmo de solución específico de un cerramiento se puede definir en el propio componente de **Cerramiento**.

## Parámetros de Diferencias Finitas

### Método de diferencias finitas

Puede seleccionar uno de los siguientes métodos para el algoritmo de solución de **diferencias finitas** (cuando se emplea en el modelo):

**1-Fully implicit first order.** Es un método de primer orden que suele ser más estable en el tiempo, pero puede ser más lento que la opción *2-Crank Nicholson second order*.

**2-Crank Nicholson second order.** Es un método de segundo orden que suele ser más rápido que la opción *1-Fully implicit first order*, pero puede ser inestable en el tiempo cuando las condiciones de límite cambian de manera abrupta y severa.

### Constante de discretización de espacio

La constante de discretización de espacio controla la forma en que el modelo determina el número de nodos usados para representar cada capa de material en los cerramientos. La distancia nominal asociada a un nodo,  $\Delta x$ , se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta x = (C\alpha\Delta t)^{0.5}$$

Dónde:

$\alpha$  es la difusividad térmica de la capa de material, en m<sup>2</sup>/s.

$\Delta T$  es la longitud del periodo de tiempo, en segundos.

**C** es una constante definida en este campo.

Los valores típicos son de 1 a 3, siendo éste último el predeterminado. Valores más bajos para esta constante implican más nodos y una discretización espacial más fina.

### Factor de relajación

La solución de **diferencias finitas** incluye un factor de relajación para mejorar la estabilidad de las interacciones entre superficies. Este campo se puede utilizar para modificar el valor inicial de ese factor. Valores más altos producen cálculos más rápidos, mientras que valores más bajos ofrecen mayor estabilidad. El valor predeterminado es 1.0. Si el programa detecta inestabilidad puede ingresar aquí un valor más bajo.

### Convergencia de temperaturas superficiales interiores

El **método de balance térmico** incluye una solución numérica con un parámetro de convergencia que define las diferencias máximas permitidas en las temperaturas superficiales, considerando iteraciones sucesivas. Este campo se puede emplear para modificar el valor predeterminado de 0.002, generalmente bastante estable. Valores inferiores pueden aumentar aún más la estabilidad, a expensas de mayores tiempos de simulación. Valores más altos pueden disminuir los tiempos de simulación, pero podrían generar inestabilidad. Las unidades son °C o °F.



## Airflow Network

### Iteraciones máximas

Puede indicar el número máximo de iteraciones para los cálculos con el modelo **Airflow Network**, cuando se emplea la ventilación natural **Calculada**. El valor predeterminado es 1000.

### Tolerancia absoluta de convergencia de caudales de aire

Esta tolerancia se define como el valor absoluto de la suma de todos los caudales máscos de aire en los nodos del modelo *Airflow Network*, en kg/s. El valor predeterminado es  $1 \times 10^{-6}$ . Se asume que los cálculos de ventilación natural han convergido cuando tanto esta tolerancia como la **Tolerancia relativa de convergencia de caudales de aire** (ver abajo) se satisfacen.

### Tolerancia relativa de convergencia de caudales de aire

Esta tolerancia se define como el valor absoluto de la suma de todos los caudales máscos de aire dividida por la suma de todos los valores absolutos de caudales máscos de aire en los nodos del modelo *Airflow Network*. El valor predeterminado es  $1 \times 10^{-4}$ . Se asume que los cálculos de ventilación natural han convergido cuando tanto esta tolerancia como la **Tolerancia absoluta de convergencia de caudales de aire** (ver arriba) se satisfacen.

**Nota:** Cuando hay aberturas grandes, sobre todo si son aberturas horizontales, podría ser necesario aumentar los valores de tolerancia absoluta y relativa con un factor de 10 o más para permitir que la convergencia sea alcanzada.

## Convección

### Algoritmos de convección interna y externa

Puede seleccionar los algoritmos de convección interna y externa que serán empleados para calcular los intercambios de calor entre las superficies de los cerramientos y el aire. Para la convección interna el algoritmo predeterminado es *6-TARP*, mientras que para la convección externa es *6-DOE-2*. Puede encontrar más información sobre estos algoritmos en la sección **Convección superficial**.

### Pre-simulación (Warmup)

La pre-simulación representa el proceso de simular repetidamente el primer día del periodo de cálculo antes de que la simulación "formal" inicie, para garantizar que las temperaturas de los elementos constructivos del edificio sean más realistas. La pre-simulación se lleva a cabo hasta que las temperaturas y las cargas en cada zona convergen, o hasta que se alcance el **Número máximo de días de pre-simulación** (ver abajo).

**Nota:** La pre-simulación puede dar resultados erróneos cuando el primer día del periodo de simulación es extremo en alguna forma. Un ejemplo típico es cuando el primer día del periodo de simulación es domingo y el edificio no se encuentra climatizado. En ese sentido se recomienda empezar la simulación en el primer día con ocupación.

## Días mínimos de pre-simulación

Indique el número mínimo de días de pre-simulación (warmup) permitido antes de que EnergyPlus verifique si se ha alcanzado la convergencia para iniciar la simulación formal. Un valor de 6 se considera adecuado en la mayoría de los casos para evitar una falsa predicción de la convergencia. Sin embargo puede aumentar el valor en determinados casos. Incluso puede asignar un valor superior al de **Días máximos de pre-simulación**, con lo que este último será sobrescrito.

## Días máximos de pre-simulación

Indique el número máximo de días de pre-simulación permitido antes de que empiece la simulación formal. Si la pre-simulación no converge antes de cubrir este periodo aparece un mensaje de advertencia:

*Loads Initialization did not Converge (CheckWarmupConvergence)*

Esto puede ocurrir cuando se emplean cerramientos muy gruesos (por ejemplo suelos en contacto con el terreno). Puede incrementar el número máximo de días de pre-simulación para lograr la convergencia, pero algunos edificios (dependiendo de sus características) podrían seguir sin alcanzarla. Se recomienda ver también la sección Tolerancias de convergencia de temperaturas y cargas, más abajo.

## Tolerancias de convergencia de temperaturas y cargas

Los valores de convergencia representan las máximas diferencias permitidas entre las temperaturas y las cargas de iteraciones diarias sucesivas, para que la convergencia se considere alcanzada durante el periodo de **pre-simulación**.

### Notas:

1. La convergencia de la solución simultánea del balance térmico y el sistema HVAC se alcanza cuando ambos criterios, temperaturas y cargas, son satisfechos. Ambas tolerancias funcionan de manera similar. Después del segundo día de **pre-simulación** el programa compara la máxima temperatura alcanzada en el espacio con la máxima temperatura alcanzada el día anterior. Si la diferencia está dentro de la tolerancia, entonces se ha pasado la primera verificación. Se hace una comparación similar con las temperaturas más bajas alcanzadas, así como con las cargas máximas de calefacción y refrigeración. Los cálculos de pre-simulación se mantienen hasta que se han pasado las CUATRO verificaciones.
2. El **número máximo de días de pre-simulación** sobrescribirá el criterio de convergencia indicado arriba, es decir, la simulación "formal" iniciará aun si la convergencia no se logra después de cubrir todos los días de pre-simulación indicados.

## Sombreado

### Número máximo de "traslapes de sombras"

Indique el número máximo de figuras generadas por el traslape de sombras. El número de traslapes de sombras es una medida del nivel de complejidad del cálculo de sombras, y el valor máximo permite limitar la cantidad de tiempo destinado a los cálculos solares iniciales.

**Nota:** Si ingresa un valor inferior al predeterminado (15000), la simulación de edificios complejos será más rápida pero la precisión del cálculo de las ganancias solares se puede ver afectada.

## Algoritmo de recorte de polígono

Se trata de un parámetro avanzado. Antes de la versión 7 de EnergyPlus el método interno de recorte de polígono era un caso especial del método de Weiler-Atherton. Ahora hay dos opciones disponibles:

### 1-Sutherland Hodgman

### 2-Convex Weiler Atherton

Teóricamente el algoritmo predeterminado *1-Sutherland Hodgman* es más simple, pero funciona bien en los casos en que las superficies receptoras de las sombras no son convexas. El algoritmo *2-Convex Weiler Atherton* sólo es exacto cuando ambas superficies, emisora y receptora, son convexas. Para obtener más detalles sobre el recorte de polígonos se recomienda revisar el manual de EnergyPlus *EngineeringReference*.

## Incluir datos IDF

Puede incluir hasta dos archivos personalizados de datos IDF en las simulaciones con el módulo **Simulación** (EnergyPlus). Para ello debe activar la casilla Archivo IDF 1 o Archivo IDF 2, o bien ambas al mismo tiempo. Posteriormente debe seleccionar los archivos correspondientes, haciendo clic en el campo del **Archivo** y luego en el símbolo de puntos suspensivos (...).

El contenido de estos archivos será copiado al final del archivo de datos IDF generado por DesignBuilder justo antes de iniciar la simulación. Esto puede ser útil para agregar resultados y objetos de simulación, siempre y cuando no interfieran con el archivo IDF principal.

Por ejemplo, si necesita generar resultados no proporcionados por DesignBuilder, como *Time Heating Setpoint Not Met While Occupied*, puede crear un pequeño archivo IDF llamado *ReportsVariablesDatabase.idf* en la **carpeta de EnergyPlus** (menú *Archivo > Carpetas*), con los siguientes datos:

*Output:Variable, \*, Time Heating Setpoint Not Met While Occupied, monthly;*

*Output:Variable, \*, Time Cooling Setpoint Not Met While Occupied, monthly;*

Una vez efectuada la simulación, los resultados solicitados mediante el procedimiento indicado arriba serán incluidos en el archivo .eso (carpeta de EnergyPlus), el cual se puede revisar mediante la aplicación **Result Viewer** de DesignBuilder.

## Otros

### Las superficies “dentro de una zona” se consideran adiabáticas

Los desarrolladores de EnergyPlus recomiendan modelar las superficies totalmente contenidas dentro de una zona como adiabáticas, y esta opción le permite aplicar ese criterio. En la práctica se ha visto que esta opción no hace mucha diferencia en cuanto a la velocidad de las simulaciones o a los resultados obtenidos, por lo que en la mayoría de los casos puede dejarla desactivada.

**Nota:** Las superficies “dentro de una zona” se suelen generar cuando se emplea una de las opciones de **agrupación de zonas**, de tal manera que algunos cerramientos que originalmente separaban dos zonas ahora se encuentran dentro de una. Estas superficies no son iguales que las **particiones libres**, las cuales se modelan como **Masa térmica interna**.

### Velocidad del aire para cálculo del confort

Para efectuar los cálculos de EnergyPlus relacionados con el **confort** es necesario indicar la velocidad del aire en las áreas ocupadas, en m/s o ft/min. El valor predeterminado es 0.137 m/s, pero quizá debería ingresar valores más altos, por ejemplo si en las zonas existen ventiladores o si se tiene grandes volúmenes de aire de impulsión.

## Resultados

La selección de resultados de **Simulación** se describe con detalle en la sección de **Opciones de resultados**, por lo que debe ir allí para consultar la información completa.

## Opciones del administrador de simulaciones

[Estas opciones se encuentran disponibles solo en el diálogo de **Opciones de cálculo**, que se abre al ejecutar una **Simulación**]

El **Administrador de simulaciones** es una aplicación de DesignBuilder que permite ejecutar y controlar múltiples simulaciones en paralelo. Con ella es posible sacar el máximo provecho de las computadoras con varios núcleos, acortando los tiempos de simulación y facilitando el proceso de trabajo. Con esta herramienta también es posible enviar tareas de simulación a servidores en redes locales o remotas.

Si activa la casilla **Usar administrador de simulaciones** podrá definir las siguientes opciones:

- Servidor
- Método de servidor de EnergyPlus

En la sección **Administrador de simulaciones** se describe con detalle las opciones disponibles aquí, así como otros aspectos relacionados con el uso de esta herramienta. Le sugerimos ir ahí para obtener más información.

## 3.6. Pantallas

Las opciones disponibles en esta pestaña permiten controlar parte de la información disponible en las diferentes pantallas del programa.

### Tipo de análisis a desarrollar

Puede seleccionar el **Tipo de análisis** que desea llevar a cabo con DesignBuilder. La interfaz del programa se adapta al tipo de análisis seleccionado, mostrando solo los datos pertinentes. Tenga en cuenta los siguientes aspectos:

- Los **tipos de análisis** disponibles dependen de la región asignada al proyecto (**datos del Sitio**). Por ejemplo, cuando el proyecto se ubica en el Reino Unido es posible establecer el tipo de análisis como *2-SBEM*.
- El método **DBSim** se encuentra aún en proceso de desarrollo. Permite hacer simulaciones más rápidas que con EnergyPlus, pero debe emplearse con precaución en proyectos formales.

## Pantalla de edición

### Vista dinámica

Esta opción afecta la forma en que se muestra el modelo al realizar movimientos de órbita o de zoom en la pantalla de **Edición**:

**1-Renderizada.** La imagen completa del modelo es retenida durante los movimientos de órbita y zoom. Con modelos muy grandes y complejos esto puede provocar movimientos entrecortados.

**2-Esquemática.** El modelo se muestra en forma de esquemas lineales, que se mueven con facilidad incluso con modelos grandes y complejos. Esta opción puede ser especialmente útil con adaptadores gráficos lentos.

### Mostrar nombres de zonas

Active esta opción para mostrar el nombre de cada zona en la pantalla de Edición, cuando se encuentra en el nivel Bloque. Esta opción se encuentra seleccionada de manera predeterminada.

### Mostrar superficies internas de las zonas

Active esta opción si desea que las superficies internas de las zonas se muestren en el modelo 3D, en los niveles Bloque y Zona.

### Mostrar muros exteriores

Active esta opción si desea que las superficies de los muros exteriores se muestren en el modelo 3D, estando en el nivel Bloque.

### Mostrar suelos internos de las zonas

Active esta opción si desea que se muestren las superficies de los suelos internos de las zonas.

### Mostrar perímetros de los suelos internos de las zonas

Active esta opción si desea que se muestren los perímetros de los suelos internos de las zonas.

### Editar datos de bloques

Active esta opción si desea que se pueda editar los datos de los bloques.

### Incluir dibujo 2D importado (planta) en la vista ajustada a la pantalla

Con esta opción cualquier **dibujo importado** será incluido en la vista del modelo cuando se usa el comando de vista **Ajustar a la pantalla**, y cuando la pantalla se actualiza automáticamente.

## Mostrar dibujo 2D importado (planta) en los niveles de Zona y Superficie

Active esta opción para que cualquier **dibujo importado** se pueda ver en los niveles de Zona y Superficie. La opción se encuentra desactivada de manera predeterminada, pero puede ser útil, por ejemplo, para posicionar aberturas dibujadas en el nivel Superficie.

## Mostrar dispositivos de sombreado

Active esta opción para mostrar los dispositivos de sombreado en la pantalla de Edición. Los dispositivos de sombreado se muestran de manera predeterminada.

## Mostrar ventanas

Es posible hacer más rápido el despliegue de vistas en la pantalla de edición cuando se desactiva esta opción. Solo afecta a las vistas en los niveles de Bloque y Edificio.

## Coloración de suelo de zonas en el nivel Bloque

Los suelos de las zonas, cuando se está en el nivel Bloque, se pueden colorear de acuerdo a las siguientes opciones:

- 1-Actividad.** Los suelos de las zonas se colorean de acuerdo a la plantilla de actividad que tienen asignada, facilitando la identificación de los tipos de actividad especificados.
- 2-HVAC.** Los suelos de las zonas se colorean de acuerdo a la plantilla de HVAC que tienen asignada, facilitando la identificación de los sistemas de HVAC empleados.
- 3-Ninguno.** No se emplea la coloración del suelo para diferenciar zonas.

## Visualización

### Vista dinámica

Esta opción afecta la forma en que se muestra el modelo al realizar movimientos de órbita o de zoom en la pantalla de **Visualización**:

- 1-Renderizada.** La imagen completa del modelo es retenida durante los movimientos de órbita y zoom. Con modelos muy grandes y complejos esto puede provocar movimientos entrecortados.
- 2-Esquemática.** El modelo se muestra en forma de esquemas lineales, que se mueven con facilidad incluso con modelos grandes y complejos. Esta opción puede ser especialmente útil con adaptadores gráficos lentos.

### Mostrar sombras

Active esta opción para mostrar las sombras producidas por el sol en la pantalla de **Visualización**. Las sombras solo se muestran en los niveles Sitio y Edificio.

### Mostrar norte

Al activar esta opción, un símbolo que indica la orientación norte se muestra en la pantalla de **Visualización**.

## Mostrar plano del terreno

Puede elegir entre mostrar, o no, el plano que representa el terreno en la pantalla de **Visualización**. Es posible que desee desactivar esta opción si ha creado bloques de componente para representar el terreno.

**Nota:** Cuando se muestra, el plano del terreno se extiende en sentido horizontal, ocultando cualquier objeto situado por debajo del nivel 0.

## Vista

Este control deslizante permite ajustar el **ángulo de visión** empleado en la generación de las vistas. Mientras menor sea el ángulo menor será el campo de visión y el efecto de perspectiva. Los ángulos grandes amplían el campo de visión, pero tienden a exagerar la perspectiva.

## Mejorar resolución

El **mejoramiento de resolución** es un proceso empleado para reducir la apariencia irregular y “pixelada” de bordes y líneas que no son completamente verticales u horizontales. Algunos adaptadores gráficos OpenGL permiten la aplicación automática de suavizado a las pantallas cuando se usan procesos de aceleración por hardware. Sin embargo, para lograr un verdadero efecto de suavizado puede hacer uso de esta opción de DesignBuilder. Puede establecer niveles de calidad de renderización entre 1 y 4, mediante el control deslizante. El valor 4 proporciona el mayor suavizado, pero también exige el mayor tiempo de renderización.

**Nota:** Algunos adaptadores gráficos de bajo rendimiento no admiten la mejora de la resolución, ya que carecen del hardware adecuado.

## 3.7. Herramientas de dibujo

En esta pestaña es posible activar o desactivar de manera predeterminadas las herramientas auxiliares que ofrece DesignBuilder para crear los modelos geométricos. La gran mayoría se describe en el apartado **Auxiliares de modelado**:

### Dibujar bloque

- Auto-completar bloque
- Generar huecos automáticamente a través de particiones entre bloques (ver descripción abajo)

### Referencias de dirección

- Referencia eje-X
- Referencia eje-Y
- Referencia eje-Z
- Referencia paralela
- Referencia perpendicular

### Referencias de punto

- Referencia punto final
- Referencia punto medio



- Referencia borde
- Referencia DXF
- Referencia a perímetros inferiores
- Incremento

### Guías de dibujo

- Guías de dibujo eje-X
- Guías de dibujo eje-Y

### Rotación de objeto

- Incremento angular de rotación

### Transportador

- Transportador
- Incremento (de transportador)

## Generar huecos automáticamente a través de particiones entre bloques

Active esta casilla si desea que al crear bloques adyacentes (en sentido horizontal, es decir, un bloque al lado de otro) se genere automáticamente un **hueco** que abarque toda la partición que separa dichos bloques.

**Nota:** En general no se recomienda emplear esta opción pues DesignBuilder no permite eliminar posteriormente los huecos generados automáticamente en las particiones entre bloques.

## Otros

### Zonificación automática de bloques

De manera predeterminada, cuando dibuja **particiones** que se conectan a dos muros, a dos particiones, o a un muro y una partición, DesignBuilder genera automáticamente las zonas correspondientes. El mecanismo de zonificación automática puede demandar un cierto tiempo por cada partición dibujada, haciendo más lento el proceso de modelado.

Al desactivar esta casilla la zonificación automática no se lleva a cabo, sino que usted la puede efectuar cuando lo considere oportuno mediante el comando **Rezonificar bloque**, que sólo se encuentra disponible en el nivel Bloque (en el menú *Herramientas*). Mientras no se ejecute dicho comando las particiones se muestran en azul, como en el caso de las **particiones libres**. Una vez ejecutado el comando, se convierten en **particiones estándar**.

#### Notas:

1. También puede emplear el comando **Regenerar modelo** (menú *Herramientas*). Este comando puede ser un poco más lento que el de **Rezonificar bloque**, debido a que también vuelve a calcular las superficies y las adyacencias, pero permite rezonificar todos los bloques del modelo al mismo tiempo.

2. Si desactiva la opción **Zonificación automática de bloques** también detiene la rezonificación después de editar particiones existentes y usar otros comandos, como Eliminar, Copiar y Deshacer/Rehacer.

3. Las **particiones libres**, es decir, que quedan desconectadas en uno o ambos extremos de otros muros y particiones, no generan zonas térmicas. En ese sentido no se ven afectadas por esta opción.

### Incluir automáticamente los patios de bloques inferiores

Seleccione esta opción si desea que DesignBuilder genere automáticamente **patios** en los bloques dibujados en la parte superior de bloques existentes que ya tengan patios. Si deja esta opción desactivada puede seguir dibujando patios en los bloques superiores empleando como guía el contorno de los patios ubicados en los bloques inferiores, siempre y cuando active la herramienta **Referencia a perímetros inferiores** (panel de Opciones de dibujo).

## 3.8. Bloque

Esta pestaña solo se encuentra disponible cuando se abre el diálogo de Opciones del modelo estando en el nivel Bloque. En ese sentido, las opciones que contiene solo aplican para el bloque actual y no para los otros bloques del modelo.

### Forma

Una vez que un bloque ha sido creado, por lo general su forma se puede modificar de acuerdo a las siguientes opciones:

#### **1-Extruida**

#### **2-Muros inclinados**

#### **3-Cubiertas inclinadas**

Si el bloque tiene la forma **5-General** debido a alguna operación especial previa, entonces estarán disponibles solo estas opciones:

#### **2-Muros inclinados**

#### **3-Cubiertas inclinadas**

#### **5-General**

Cuando selecciona las opciones **2-Muros inclinados** o **3-Cubiertas inclinadas**, se muestran otros parámetros que es posible definir, como se explica en la sección **Forma de bloque**.

### Extensión

Puede cambiar la extensión del bloque actual, que en este caso se refiere a la altura. Al modificar la altura de un bloque es importante revisar que no se interseque con otro, pues en ese caso la operación no será válida.

## Transición cubierta inclinada - muro

### Permitir cubiertas inclinadas

Deje activa esta casilla si desea permitir la creación de cubiertas inclinadas para el bloque actual. Si la desactiva entonces todas las superficies no horizontales del bloque se considerarán muros y se les asignará los componentes de cerramiento correspondientes.

### Ángulo de transición cubierta-muro

Cuando la opción **Permitir cubiertas inclinadas** se encuentra activada, puede definir el ángulo de inclinación máximo para que una superficie sea considerada como cubierta, o dicho en otros términos, el ángulo de inclinación a partir del cual una superficie será considerada como muro. Por ejemplo, si establece un valor de 45°, una superficie en ese bloque que tenga una inclinación de 45° respecto a la horizontal, o menor, será modelada como una cubierta. Otra superficie que tenga un ángulo de inclinación de 50° respecto a la horizontal será modelada como un muro. En cada caso se aplicarán los datos correspondientes, por ejemplo los componentes de cerramiento, la distribución de acristalamiento, etc.

## 3.9. Información del proyecto

En esta pestaña puede ingresar algunos datos del proyecto, los cuales serán empleados en los informes de **Verificación de cumplimiento de la norma UK Part-L2** (aplica solo para el Reino Unido):

### Detalles del edificio

- Sector. Puede seleccionar el Sector que aplica para el proyecto.
- Nombre del proyecto.
- Dirección (tres campos disponibles).
- Ciudad.
- Código Postal / Zip.
- Descripción del emplazamiento del edificio.
- El edificio tiene un valor de conservación especial.

### Detalles del propietario

- Nombre.
- Teléfono.
- Dirección.
- Ciudad.
- Código Postal / Zip.

### Detalles del consultor

- Nombre.
- Teléfono.
- Dirección.

- Ciudad.
- Código Postal / Zip.
- Correo electrónico.
- Nombre del empleador.
- Dirección del empleador.
- Número de comercio del empleador.

**Nota:** Puede incluir los comentarios que desee para describir aspectos específicos del proyecto. Si desea hacer un salto de línea (nuevo párrafo) es necesario mantener presionada la tecla CTRL mientras se presiona la tecla ENTER. Si solo se presiona la tecla ENTER el diálogo será cerrado de inmediato.

## 4. Opciones del programa

Las **Opciones del programa** tienen efecto en la aplicación en su conjunto, por lo que son completamente independientes de los archivos DesignBuilder. Entre otras cosas, permiten ajustar algunas características de la interfaz de acuerdo a los requerimientos del usuario. El diálogo de opciones del programa se puede abrir sólo desde el menú *Herramientas*.

### 4.1. Interfaz

#### Tipo de análisis predeterminado

Puede seleccionar el **Tipo de análisis predeterminado** que desea llevar a cabo con DesignBuilder. La interfaz del programa se adapta al tipo de análisis seleccionado, mostrando solo los datos pertinentes. Tenga en cuenta los siguientes aspectos:

- Los **tipos de análisis** disponibles dependen de la región asignada al proyecto (**datos del Sitio**). Por ejemplo, cuando el proyecto se ubica en el Reino Unido es posible establecer el tipo de análisis como 2-SBEM.
- El método **DBSim** se encuentra aún en proceso de desarrollo. Permite hacer simulaciones más rápidas que con EnergyPlus, pero debe emplearse con precaución en proyectos formales.

**Nota:** Puede cambiar el tipo de análisis a desarrollar en cada modelo, en la pestaña **Pantallas** del diálogo de Opciones del modelo.

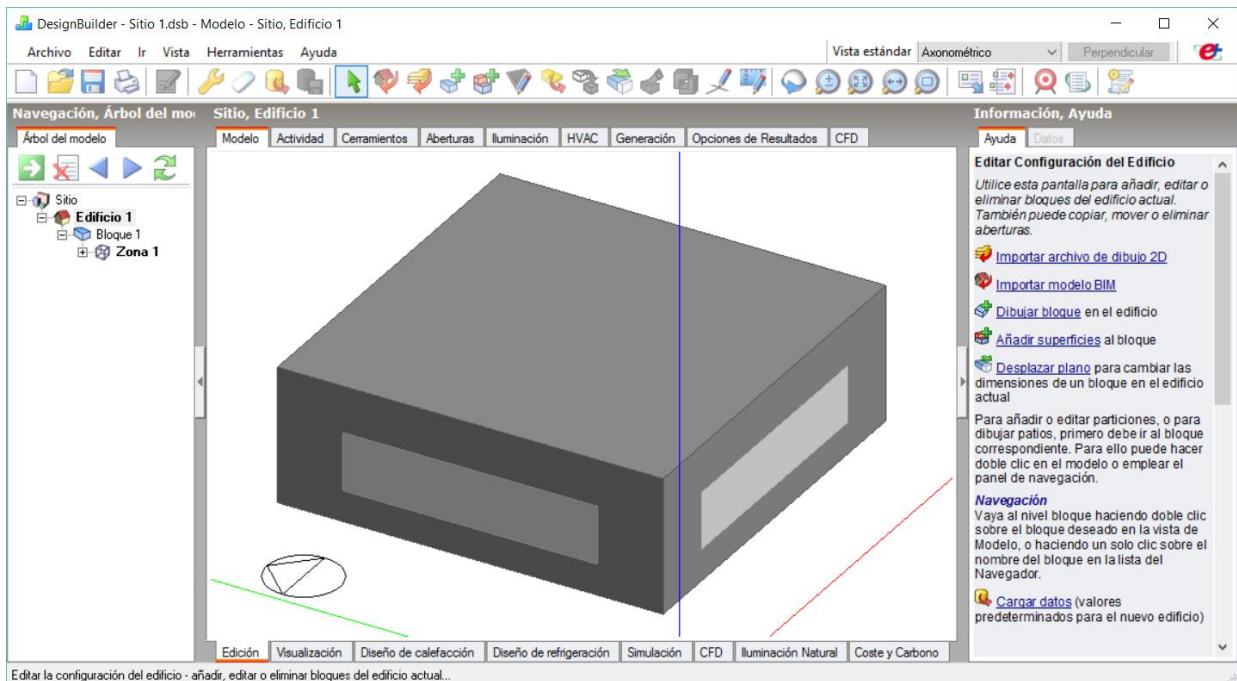
#### Configuración de la interfaz

##### Modo aprendizaje

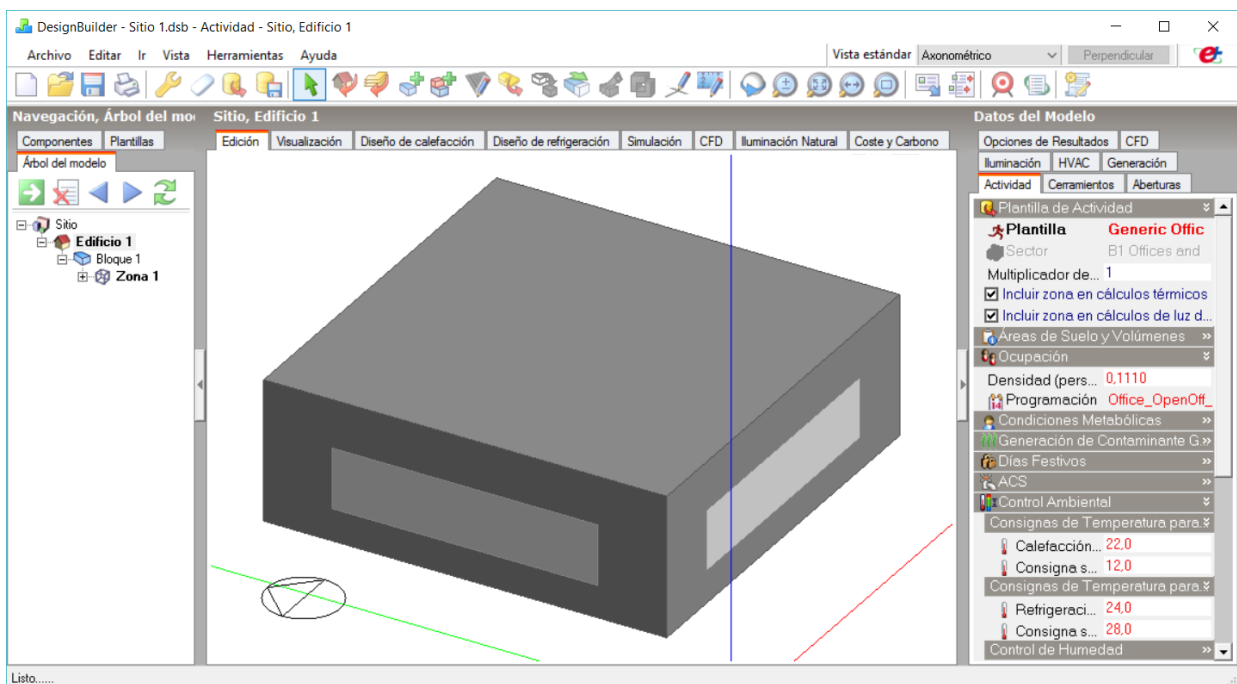
Cuando se activa el modo aprendizaje, a la derecha de la pantalla de edición se muestra el panel de **Información, Ayuda**. Dicho panel ofrece información útil sobre los comandos y herramientas que se están usando, así como vínculos a las herramientas más comunes y acceso directo a los componentes y plantillas disponibles en el modelo. En este caso las pestañas de datos del modelo (Actividad, Cerramientos, Aberturas, Iluminación y HVAC) se muestran en la parte superior de la pantalla de edición, mientras que las pestañas de análisis (Edición, Visualización, Diseño de calefacción, Diseño de refrigeración, Simulación, CFD, Iluminación, Coste y carbono) se muestran en la parte inferior.

Cuando se desactiva el **modo aprendizaje**, el panel de **Información, Ayuda** ya no se muestra. En su lugar aparece un panel con las pestañas de datos del modelo. Eso permite ver simultáneamente el modelo 3D y las pestañas de datos del modelo, lo cual puede facilitar el proceso de trabajo, especialmente cuando la computadora tiene pantalla grande. En este caso las pestañas de análisis se muestran en la parte superior de la pantalla.

Generalmente se recomienda activar la casilla **Modo aprendizaje**, por lo menos mientras adquiere suficiente experiencia con DesignBuilder. Las siguientes dos imágenes muestran la interfaz de DesignBuilder con el modo aprendizaje activado y desactivado, respectivamente.



Vista de la interfaz de DesignBuilder con el **modo aprendizaje** activado.



Vista de la interfaz de DesignBuilder con el **modo aprendizaje** desactivado.

## Sistema de ayuda

Puede seleccionar una de las siguientes opciones para acceder al manual de ayuda:

**1-Ayuda en línea (Internet).** Se accede a la versión del manual de ayuda más actualizada, disponible en los servidores de DesignBuilder. Obviamente esta opción requiere conexión a Internet, y puede ser más lenta que la de ayuda local.

**2-Ayuda local.** Al seleccionar esta opción es posible descargar y guardar en su propia computadora el manual de ayuda, mediante un archivo con formato CHM. El lugar donde se guarda dicho archivo depende de la versión de Windows, por ejemplo:

Windows XP: *C:\Local settings\Application data\DesignBuilder\Help*

Windows Vista, 7, 8 y 10: *C:\Users\<Username>\AppData\Local\DesignBuilder\Help\V3.2*

**Nota:** Estas opciones solo aplican para el manual de ayuda en inglés. Actualmente el **manual de ayuda en español** se encuentra disponible solo en formato PDF.

## Presionar tecla Mayúsculas para seleccionar superficies detrás de otras (nivel zona)

Si mantiene activada esta opción, para poder seleccionar una superficie que se ubica detrás de otras, estando en el nivel Zona, debe presionar la tecla Mayúsculas (SHIFT). Si la desactiva, podrá seleccionar directamente las superficies que se encuentran detrás de otras, siempre y cuando ubique el cursor lo más cerca posible del centro geométrico de la superficie deseada.

## Ordenar listas

Esta opción hace que DesignBuilder ordene alfabéticamente el **Árbol del modelo** y otras listas de datos. Esto permite encontrar datos más fácilmente, pero puede hacer más lenta la respuesta de la computadora cuando ejecuta procesos que requieren generar o regenerar listas.

## Suavizado de líneas

Puede activar esta opción para mejorar la resolución (*antialiasing*) de las líneas del modelo en la pantalla de Edición. Tome en cuenta que con algunas tarjetas gráficas integradas esto puede ser contraproducente y dificultar la visualización de las líneas. Por otro lado, si cuenta con una tarjeta gráfica de alta calidad puede optar por no activar esta opción y mejorar la resolución del modelo mediante los ajustes de la propia tarjeta.

## Actualizar automáticamente el Árbol del modelo

Esta opción hace que DesignBuilder actualice automáticamente el **Árbol del modelo** (panel de Navegación) después de hacer modificaciones al modelo. Sin embargo, en proyectos grandes esta función puede hacer más lento el proceso de modelado, sobre todo cuando se dibujan particiones. En esos casos puede desactivar la casilla y, cuando lo requiera, actualizar manualmente el Árbol del modelo haciendo clic en el ícono **Actualizar lista** (parte superior del panel de Navegación).

## Doble clic para navegar en el Árbol del modelo

De manera predeterminada puede navegar en el **Árbol del modelo** e ir a los diferentes niveles haciendo un solo clic en los nombres de los elementos del modelo (edificios, bloques, zonas, superficies y aberturas). Puede activar la casilla para modificar esta función y navegar a través del árbol del modelo haciendo doble clic. Esto puede ser útil, por ejemplo, para cambiar los nombres de zonas y bloques en modelos muy grandes sin necesidad de ir a cada uno de esos niveles.



## Mostrar diálogo “Cargar datos desde plantilla” al asignar una plantilla

De manera predeterminada, cuando asigna una nueva plantilla (desde el panel **Información**, **Ayuda** o desde el diálogo que se abre al hacer clic en el símbolo de puntos suspensivos), los datos de la plantilla se cargan directamente en el modelo. Si activa esta opción, en cambio, antes se abrirá el diálogo **Cargar datos desde plantilla**. Mediante ese diálogo puede, entre otras cosas, seleccionar partes del modelo a las cuales se aplicará la plantilla, así como asignar otras plantillas de datos simultáneamente.

## Mostrar leyendas de datos no correspondientes a plantillas en negritas

Esta opción permite resaltar con textos en negritas los datos del modelo que no correspondan a las plantillas asignadas. De esa manera es más fácil identificar los cambios efectuados manualmente en los datos del modelo, es decir, sin asignar plantillas.

## Vista perpendicular a la superficie

Cuando se trabaja en el nivel Superficie puede ser útil obtener una vista normal de la superficie haciendo clic en el botón **Perpendicular** (parte superior derecha de la pantalla). Mediante esta opción puede hacer que la vista perpendicular sea generada desde la parte exterior (opción predeterminada) o interior de la zona.

## Número máximo de caracteres mostrados en listas de datos

Mediante esta opción puede controlar el número de caracteres mostrados en los nombres de componentes y plantillas, en las listas que se muestran en el panel de la derecha. De esa manera es posible evitar los inconvenientes que en ocasiones produce la barra de desplazamiento horizontal que se activa cuando hay nombres muy largos.

## Mostrar texto emergente para comandos truncados

Cuando la pantalla de la computadora es pequeña, se trabaja en ventanas reducidas o se desactiva el modo aprendizaje, no siempre hay suficiente espacio para mostrar los nombres de los comandos. Cuando se activa esta opción, al pasar el cursor por el nombre truncado de un comando, se despliega un texto emergente con el nombre completo.

## Ocultar actividades y programaciones antiguas

Si mantiene seleccionada esta casilla, las plantillas de actividad y las programaciones antiguas, que se usaban en la versión 3 y anteriores de DesignBuilder, no estarán disponibles para asignarlas al modelo.

## Barras de herramientas

Bajo este encabezado es posible hacer ajustes para personalizar la apariencia de las barras de herramientas y los menús en la interfaz de DesignBuilder, incluyendo el tamaño de los iconos y el despliegue de textos descriptivos emergentes.

## 4.2. Diálogos

### Diálogos de opciones de cálculo

Esta opción permite establecer cuales diálogos de **Opciones de cálculo** se abrirán automáticamente antes de llevar a cabo el cálculo correspondiente. Tenga en cuenta que esos diálogos también se abren cuando se emplea el comando **Actualizar** (cálculo).

### Diálogos de nuevos objetos

Cuando crea un nuevo archivo o edificio, de manera predeterminada se abre un diálogo que permite establecer algunos de los parámetros del nuevo elemento. Si prefiere que esos diálogos no se abran, y cargar automáticamente los datos predeterminados, puede desactivar las casillas.

### Informes

Puede establecer el destino predeterminado de los datos que extrae del programa, con tres opciones disponibles: *1-Archivo*, *2-Portapapeles* y *3-Añadir a informe*.

### Cálculos de valores U de acristalamiento según EN ISO 6946

Puede establecer algunas opciones para el cálculo de los valores U del acristalamiento, de acuerdo a la metodología de la norma EN ISO 6949.

#### Temperatura media del gas fija en 10°

Al activar la casilla la temperatura media del gas de relleno se fija con un valor de 10°C, lo cual es un requisito para cumplir estrictamente con la norma EN ISO 6949. Si desactiva la casilla la temperatura de cada capa de gas se calculará individualmente, permitiendo un cálculo más preciso de la conducción de calor (y por lo tanto del valor U).

#### Temperatura del aire exterior

Puede definir la temperatura del aire exterior empleada para calcular el valor U del acristalamiento. El valor debe ser 0°C si se desea cumplir estrictamente con la norma EN ISO 6949.

#### Temperatura del aire interior

Puede definir la temperatura del aire interior empleada para calcular el valor U del acristalamiento. El valor debe ser 20°C si se desea cumplir estrictamente con la norma EN ISO 6949.

### HVAC Detallado

En este encabezado puede definir algunas opciones relacionadas con el módulo HVAC.

#### Zonas HVAC destino predeterminadas

De manera predeterminada, cuando edita un componente o sub-componente de zona con HVAC Detallado, como una unidad Fan Coil, un techo frío o una batería de calentamiento, los cambios se aplican solo a dicho componente o sub-componente. Es decir, en la pestaña **Objetivo** del diálogo

de edición se establece de manera predeterminada la opción *1-Sólo esta zona HVAC*. Aquí puede establecer que la opción predeterminada sea aplicar los cambios a los componentes y sub-componentes de todas las zonas HVAC. Las opciones disponibles son las siguientes:

**1-Sólo esta zona HVAC.** Los cambios se aplicarán solo a la zona actual.

**2-Múltiple (todos los parámetros).** Los datos de todos los parámetros se aplicarán en todas las zonas del grupo.

**3-Múltiple (sólo parámetros modificados).** Solo los datos de los parámetros modificados (que se muestran en rojo) se aplicarán en todas las zonas del grupo.

### Mostrar datos predeterminados en el diálogo de grupo de zonas HVAC

Cuando se agrega una nueva zona HVAC a un **grupo de zonas**, sus datos se generan a partir de los datos predeterminados de grupos de zonas. Normalmente estos datos predeterminados se mantienen ocultos para evitar confusiones al usuario poco experimentado, que esperaría erróneamente que los ajustes hechos a los datos predeterminados de grupos de zonas se hereden a las zonas ya existentes.

Esta opción está pensada para que los usuarios más avanzados, que comprenden que los datos predeterminados de los grupos de zonas solo se emplean en el momento en que una nueva zona es añadida a un grupo, tengan mayor control sobre dichos datos.

**Nota:** La utilidad más importante de los datos predeterminados de los grupos de zonas HVAC se hace evidente cuando se guarda una **plantilla HVAC** que requiere parámetros específicos para las zonas. Los parámetros asignados a las zonas HVAC en el modelo fuente NO se incluyen en la plantilla, pero los datos predeterminados de grupos de zonas si se guardan como parte de la plantilla. Estos datos predeterminados se usarán cuando se cargue la plantilla en otro modelo.

## 4.3. Archivos

### Copias de seguridad

DesignBuilder puede generar automáticamente respaldos de los archivos con los que está trabajando. Active la casilla **Copias de seguridad automáticas** para habilitar esta función, e indique un **Intervalo** adecuado (cada cuanto tiempo se deberá generar una copia, en minutos).

Si por alguna razón DesignBuilder se cierra abruptamente, o se bloquea, quedará una copia de seguridad con la cual podrá recuperar por lo menos parte de los datos la próxima vez que abra el archivo. Las copias de seguridad se almacenan en una carpeta llamada **Respaldar** (Backup). La ubicación es, por ejemplo, *C:\Usuarios\<Nombre>\Documentos\Datos DesignBuilder\Respaldar*.

**Nota:** DesignBuilder conserva las copias de seguridad durante 30 días, y elimina las copias que han sobrepasado ese tiempo cada vez que se abre el programa.

### Modelos guardados

Puede indicar que las bibliotecas predeterminadas de DesignBuilder se guarden en los modelos.

## Carpetas predeterminadas

DesignBuilder genera una serie de carpetas predeterminadas para las siguientes acciones:

- Guardar archivos de datos
- Carpeta de datos BIM
- Exportar archivos de imagen
- Exportar archivos AVI
- Exportar archivos de informe
- Exportar archivos DXF

Aquí puede cambiar las carpetas predeterminadas, estableciendo la ruta completa mediante un diálogo que se abre al hacer clic en los comandos y luego en el símbolo de puntos suspensivos.

## 4.4. EnergyPlus

En esta pestaña puede establecer opciones del programa relacionadas con el uso del motor de cálculo de EnergyPlus.

### Versión de EnergyPlus

Puede seleccionar la versión de EnergyPlus que será usada en las simulaciones. DesignBuilder ofrece tres tipos generales de versión:

**DLL.** Las versiones DLL son versiones de EnergyPlus especialmente adaptadas para DesignBuilder. Generalmente se recomienda emplear una de las versiones DLL, ya que éstas se integran mejor con el programa y proporcionan retroalimentación visual durante los procesos de cálculo y simulación.

**Ejecutable.** Se trata de versiones que se ejecutan de manera autónoma, con o sin ventana de comandos. En este caso hay dos subtipos de versión: EXE y DOE. Las versiones EXE también son proporcionadas por DesignBuilder, pero no en forma integrada con el programa. Las versiones DOE, por otra parte, hacen referencia a una versión de EnergyPlus instalada de manera independiente por el usuario (descargada desde la página web de dicho programa).

**Ejecutable personalizada.** Son versiones EXE compiladas por el propio usuario, generalmente para hacer modificaciones al funcionamiento de EnergyPlus. Se recomienda solo para usuarios avanzados.

#### Notas:

1. La versión de EnergyPlus seleccionada aquí se emplea para ejecutar las simulaciones de DesignBuilder, pero también como la versión objetivo para **exportar archivos IDF** (menú *Archivo > Exportar > Exportar archivo IDF de EnergyPlus*). Si desea exportar archivos IDF para trabajar directamente en EnergyPlus, se recomienda seleccionar la versión ejecutable DOE adecuada para evitar problemas de compatibilidad.
2. DesignBuilder es distribuidor autorizado de EnergyPlus. Todas las versiones de EnergyPlus proporcionadas por DesignBuilder han sido compiladas por DOE.

## Modo de ejecución

Cuando selecciona una versión de EnergyPlus ejecutable, EXE o DOE, puede seleccionar una de las siguientes opciones para controlar su ejecución:

**1-Ejecutable (minimizado).** EnergyPlus se ejecuta sin abrir una ventana de comandos.

**2-Ejecutable (visible).** EnergyPlus se ejecuta abriendo una ventana de comandos en la que se puede ver la evolución de los procesos. La ventana de comandos se cierra al concluir la simulación.

**3-Ejecutable (depuración).** Igual que la opción anterior, pero la ventana de comandos permanece abierta una vez concluida la simulación. Esto permite revisar con mayor detalle los procesos desarrollados.

Si ha seleccionado una versión ejecutable DOE también puede hacer uso de esta opción:

**4-Ejecutable (EP-Launch).** Se abre el programa **EP-Launch**, proporcionado por DOE, para ejecutar desde ahí la simulación. Una vez cerrada esta aplicación los resultados se cargan en DesignBuilder. Esta opción puede ser útil para hacer cambios menores a los datos IDF antes de la simulación. Cualquier cambio realizado a los datos IDF será tomado en cuenta en la simulación, pero no se guardará para simulaciones posteriores (ver notas abajo).

### Notas para la opción 4-Ejecutable (EP-Launch):

1. Si usa este método debe asegurarse de seleccionar manualmente el archivo de datos climáticos horarios correcto.
2. Para ejecutar simulaciones desde EP-Launch DesignBuilder compila los datos IDF en un archivo denominado *ip.idf*, el cual se ubica en la carpeta de EnergyPlus. Puede editar dicho archivo, ya sea mediante un editor de textos o mediante la aplicación de EnergyPlus **IDFEditor**. Sin embargo, debe tener en cuenta que ese archivo será sobrescrito la próxima vez que ejecute una simulación, por lo que si desea guardar los cambios debe guardarlo en otra carpeta.
3. Si desea hacer simulaciones directamente en EnergyPlus, es decir, fuera de DesignBuilder, se recomienda exportar el archivo IDF correspondiente (menú *Archivo > Exportar > Exportar archivo IDF de EnergyPlus > Simulación*) para abrirlo posteriormente con la aplicación EP-Launch. El archivo de resultados ESO generado directamente con EnergyPlus se puede cargar después en DesignBuilder (menú *Archivo > Cargar archivo de resultados*, estando en la pantalla de resultados) siempre y cuando no se haya cambiado los nombres de zonas y/o superficies en los datos IDF.

## Carpeta de EnergyPlus

Cuando usa una versión de EnergyPlus ejecutable DOE debe especificar la ruta de la carpeta donde dicha versión se encuentra instalada (por ejemplo *c:\EnergyPlusV8-1-0*). Puede buscar las versiones de EnergyPlus instaladas en su computadora mediante el comando **Encontrar instalaciones de EnergyPlus**, ubicado en la parte inferior del panel de **Información** (a la derecha de la pantalla).

## Control de subprocesos

### Número máximo de subprocesos

Puede especificar el número de **subprocesos** (hilos de ejecución) empleados en las simulaciones con EnergyPlus. Mientras mayor es el número de subprocesos más eficiente puede ser la ejecución de las simulaciones, pero la computadora se puede volver menos responsiva. Si enfrenta problemas de este tipo se recomienda establecer aquí un valor bajo (el valor predeterminado es 1).

## Archivo de resultados

### Guardar resultados de simulación ESO

Cuando DesignBuilder ejecuta una simulación los resultados se vacían en un archivo ESO, denominado *eplusout.eso*, ubicado en la carpeta de EnergyPlus. Una vez concluida la simulación el programa lee ese archivo y muestra los datos en la **pantalla de resultados**. Sin embargo, el archivo ESO será sobrescrito la próxima vez que lleve a cabo una simulación.

Esta opción le permite guardar el archivo ESO con un nombre y una ubicación personalizados, de tal manera que no se pierda con las simulaciones posteriores. El archivo de resultados se puede abrir más tarde mediante el menú *Archivo > Cargar archivo de resultados*, estando en la pantalla de resultados de simulación. Sin embargo debe tomar en cuenta las siguientes reglas:

1. El modelo DesignBuilder debe tener las mismas zonas y superficies que tenía en el momento en que se generó el archivo de resultados ESO.
2. Los resultados se deben cargar en la pantalla adecuada. Por ejemplo, no se puede leer resultados de diseño de Calefacción estando en la pantalla de Simulación.
3. En el caso de los resultados de simulación (no cálculos de diseño) el modelo debe tener el mismo periodo de simulación y el mismo número de etapas de simulación establecidos cuando se generó el archivo de resultados ESO.

Si activa la opción de **Guardar resultados de simulación ESO** también puede activar las opciones **Solicitar nombre de archivo** y **Cargar resultados automáticamente desde archivo ESO**, que se describen a continuación.

### Solicitar nombre de archivo

Si activa esta casilla, después de cada simulación se abrirá un diálogo en el que puede especificar un nombre para el archivo de resultados ESO, así como la carpeta en que será guardado. Si no activa la casilla el programa generará el nombre del archivo de resultados ESO automáticamente, con base en el nombre del archivo DesignBuilder, el tipo de cálculo y la fecha. En este caso el archivo de resultados se guarda en la carpeta de EnergyPlus.

### Cargar resultados automáticamente desde archivo ESO

Active la casilla para cargar automáticamente el archivo de resultados ESO después de la simulación, mostrando los datos en la pantalla correspondiente. Si se muestra una advertencia que indica que se generará una gran cantidad de datos, lo cual puede colapsar el programa, se recomienda desactivar esta opción y cargar los resultados más adelante. Generalmente es posible

leer archivos de resultados ESO muy grandes después de reiniciar DesignBuilder. También es posible que prefiera desactivar esta opción para evitar la espera de resultados cuando se desarrollan simulaciones paramétricas.

**Nota:** Esta opción sólo aplica para resultados de simulación, no para los cálculos de calefacción y refrigeración.

## Opciones de IDF

### Mostrar advertencias extra

Si activa esta casilla, el comando *Diagnostics,DisplayExtraWarnings* será incluido en el archivo de datos de entrada de EnergyPlus (.idf), con lo cual se generará el archivo de diagnóstico correspondiente. Esta opción puede ser útil para usuarios experimentados que comprenden el significado de las advertencias extra.

### Formato del archivo IDF

Se puede definir el formato del archivo IDF a partir de las siguientes opciones:

**1-Completo.** Las sangrías y los comentarios son incluidos en el archivo IDF.

**2-Básico.** Sólo se incluyen las sangrías y los comentarios necesarios para referenciar los objetos IDF con el modelo DesignBuilder.

**3-Comprimido.** Los datos IDF se comprimen completamente. Puede seleccionar esta opción si el modelo es muy grande y desea reducir la cantidad de datos IDF a procesar (cuando el archivo IDF ocupa más de 10MB de espacio en disco DesignBuilder puede presentar problemas para procesarlo).

### Tipo de nombre IDF

Puede seleccionar el tipo de nombre empleado en los objetos del archivo IDF:

**1-Definido por el usuario.**

**2-Numérico.**

Si emplea la opción *1-Definido por el usuario*, puede activar las siguientes dos casillas.

### Usar nombres de materiales, cerramientos y zonas en los archivos IDF

Si activa esta casilla DesignBuilder usará en el archivo IDF los nombres asignados por el usuario a los materiales, cerramientos y zonas del modelo. En caso contrario, se usarán nombres numéricos generados automáticamente.

### Usar nombres de programaciones en los archivos IDF

Si activa esta casilla DesignBuilder usará en el archivo IDF los nombres asignados por el usuario a las programaciones del modelo. En caso contrario, se usarán nombres numéricos generados automáticamente.



## Distancia entre el Sitio y la ubicación en el archivo climático

### Verificar distancia entre el Sitio y la ubicación en el archivo climático

Active esta casilla para que el programa verifique la distancia entre la ubicación especificada en los datos del sitio y la ubicación especificada por el archivo de datos climáticos. Una distancia muy grande puede significar que los datos climáticos y/o la información geográfica no son adecuados.

Si activa la casilla, puede definir la **Distancia máxima permitida**. El valor predeterminado es de 200 kilómetros.

## 4.5. Límites

### Número máximo de segmentos de círculo y arco

En el entorno de EnergyPlus las líneas y superficies curvas se representan mediante una serie de segmentos rectos. Mientras mayor sea el número de segmentos más realista será la representación de las curvas, pero eso puede exigir tiempos de simulación muy amplios. De manera predeterminada el número máximo de segmentos de círculo y arco es de 32, pero aquí puede especificar valores más altos si tiene requerimientos de modelado especiales. En todo caso, también puede modificar estos parámetros durante el proceso de modelado.

### Tamaño máximo de nombres

Puede establecer el número máximo de caracteres para definir los nombres personalizados de los objetos en DesignBuilder. El valor predeterminado es 102.

## Internacional

### Lenguaje

Actualmente DesignBuilder ofrece los siguientes idiomas para su interfaz (verificar restricciones):

- 1-Inglés.** Idioma predeterminado. Disponible siempre, independientemente del proveedor.
- 2-Italiano.** Disponible sólo con el proveedor **SGM**.
- 3-Español.** Disponible sólo con los distribuidores **Sol-Arq** (Latinoamérica), **Aurea Consulting** (España) y **EA Buildings** (Chile).
- 4-Francés.** Disponible siempre, independientemente del proveedor.
- 5-Portugués.** Disponible siempre, independientemente del proveedor.
- 6-Alemán.** Disponible siempre, independientemente del proveedor.

**Nota:** Cuando se cambia el idioma es necesario reiniciar el programa para que se modifique correctamente la interfaz.

### Unidades

Puede seleccionar las unidades empleadas en la interfaz del programa:

### 1-Métrico (SI)

### 2-Pulgada-Libra (IP)

**Nota:** Debido a que DesignBuilder ha sido creado con base en unidades SI, los usuarios que activen la opción de unidades IP pueden encontrar algunas limitaciones menores. Por ejemplo, algunos controles deslizantes serán remplazados por cuadros de texto.

## Moneda

Puede seleccionar el componente que define el tipo de moneda que será empleado en los análisis de coste. Existen opciones para las principales monedas del mundo.

## Filtros

Las opciones disponibles en este encabezado permiten controlar los componentes y plantillas que serán mostrados en la interfaz del programa. Deseleccionar algunos de ellos puede ser útil para reducir la cantidad de componentes y plantillas mostrados, facilitando el proceso de trabajo. Cuando se ocultan categorías de datos no significa que sean borrados de la base de datos. Estos se conservan, pero no se muestran en las listas.

## Región

Este filtro permite que sólo se muestren los datos relevantes para una región determinada. Tome en cuenta que solo tiene efecto cuando no se ha cargado un archivo. Si un archivo se encuentra abierto, DesignBuilder usará la **región** asociada al sitio. Los datos que pueden ser filtrados de esta manera son los siguientes:

- Cerramientos
- Acristalamiento
- Materiales
- Tasas metabólicas
- Programaciones
- Días festivos
- Plantillas de actividad
- Plantillas de cerramientos
- Plantillas de acristalamiento
- Plantillas de iluminación
- Plantillas de HVAC
- Plantillas de ACS
- Sectores

### Mostrar datos ASHRAE

Use esta opción para mostrar u ocultar componentes y plantillas asociados al estándar **ASHRAE**.

### Mostrar datos NCM

Use esta opción para mostrar u ocultar componentes y plantillas asociados a la **National Calculation Methodology** del Reino Unido.

### Mostrar datos de España

Use esta opción para mostrar u ocultar componentes y plantillas asociados al **Código Técnico de la Edificación** de España.

### Mostrar datos de otras regiones

Use esta opción para mostrar u ocultar componentes y plantillas de otras regiones, además de la asignada al proyecto.

### Mostrar datos de región "General"

Use esta opción para mostrar/ocultar componentes y plantillas de la región **General**. Las opciones disponibles son:

**1-Nunca.** Nunca se muestran los datos de la región General.

**2-Siempre.** Siempre se muestran los datos de la región General.

**3-Cuando no hay datos específicos de región.** Sólo muestra datos de región General cuando no se dispone de datos específicos para una región.

### Mostrar datos "Simplificados" de DesignBuilder.

Use esta opción para mostrar/ocultar componentes y plantillas "Simplificados". Las opciones disponibles son:

**1-Nunca.** Nunca se muestran los datos Simplificados.

**2-Siempre.** Siempre se muestran los datos Simplificados.

**3-Cuando no hay datos específicos de región.** Sólo muestra datos Simplificados cuando no se dispone de datos específicos para una región.

### Legislación italiana

Use esta opción para mostrar u ocultar componentes y plantillas asociados a la legislación italiana.

## 5. Datos del Modelo

Los **Datos del modelo** definen las características de los edificios modelados en DesignBuilder, más allá de su configuración geométrica. Incluyen datos relacionados con el sitio, la ocupación y uso del edificio, la composición de los cerramientos y las características de los sistemas de iluminación, agua caliente sanitaria y climatización, entre otros. Los datos del modelo se organizan en distintas pestañas, a las cuales se accede dependiendo del nivel en el que se encuentre, como se muestra a continuación:

- **Datos del sitio** (Nivel Sitio, aplican para todos los edificios existentes en el modelo)
- **Datos de región** (Nivel Sitio, aplican para todos los edificios existentes en el modelo)
- **Actividad** (Niveles Edificio, Bloque y Zona)
- **Equipos** (Nivel Zona, solo aparece si se selecciona la opción del modelo Ganancias detalladas)
- **Cerramientos** (Niveles Edificio, Bloque, Zona y Superficie)
- **Aberturas** (Niveles Edificio, Bloque, Zona, Superficie y Abertura)
- **Iluminación** (Niveles Edificio, Bloque y Zona)
- **HVAC** (Niveles Edificio, Bloque y Zona)
- **Datos CFD** (Niveles Edificio, Bloque, Zona, Superficie y Abertura)
- **Opciones de resultados** (Niveles Edificio, Bloque, Zona, Superficie y Abertura)

Es importante tener en cuenta los siguientes aspectos cuando se asignan datos al modelo:

- Con excepción de los **Datos CFD** y las **Opciones de resultados**, los datos del modelo se suelen ingresar por medio de **Plantillas**, las cuales casi siempre se definen en la parte superior de cada pestaña de datos. Sin embargo, es posible sobrescribir datos específicos en cada pestaña, según se requiera (esto modifica los datos que serán empleados en la simulación, pero no los datos almacenados en la plantilla actual). Por cuestiones de orden y consistencia se recomienda siempre que sea posible emplear plantillas (predefinidas o creadas por el usuario) para ingresar datos del modelo.
- Gran parte de los datos del modelo se manejan mediante el **sistema de jerarquía del modelo y herencia de datos** (la principal excepción son los Datos del sitio y los Datos de región, que solo aplican en el nivel Sitio y no se heredan). Los datos asignados mediante una plantilla, en el nivel Sitio y Edificio, se muestran en **rojo**. Los datos en niveles inferiores que son heredados de niveles superiores se muestran en **azul**. Los datos ingresados directamente por el usuario, en cualquier nivel, también se muestran en rojo, pero en **negritas**.
- Algunos de los datos del modelo que se muestran en cada pestaña dependen del nivel jerárquico y/o de las **Opciones del modelo** establecidas. Por ejemplo, el **% de área abierta** de las ventanas solo aparece cuando en Opciones del modelo se ha establecido la ventilación natural calculada.

En las siguientes secciones se describe con detalle los parámetros que se manejan en cada una de las pestañas de datos del modelo.

## 5.1. Datos del nivel sitio

Estos datos solo se pueden ingresar estando en el nivel Sitio. Los datos del nivel Sitio afectan a **todos los edificios** existentes en el modelo, lo cual significa que no es posible que cada edificio tenga datos del sitio independientes.

### Datos del sitio

[Pestaña disponible sólo en el nivel Sitio]

Los **Datos del sitio** permiten definir la información correspondiente al lugar en que se encuentra el edificio o los edificios incluidos en el modelo. Incluyen la ubicación geográfica, las condiciones del terreno y las características del clima, entre otros aspectos.

Es posible asignar una **Plantilla de sitio** para cargar algunos de los datos incluidos en esta pestaña. Sin embargo es necesario tener precaución, pues algunos datos importantes no se cargan con la plantilla sino que deben ingresarse en forma manual. Tal es el caso de las temperaturas mensuales del terreno.

**Nota:** Recuerde que los datos definidos en esta pestaña serán comunes a todos los edificios existentes en el modelo. Solo puede haber un sitio en cada archivo.

### Ubicación

Aquí se define la latitud y longitud del sitio en el que se encuentran los edificios del modelo. Estos datos sólo tienen efecto en los cálculos de **Diseño de refrigeración**, pues en las simulaciones dinámicas la posición del sol se deriva del **archivo de datos climáticos horarios**.

#### Latitud

La latitud (en grados) del sitio. Por convención las latitudes **norte** se representan con signo positivo, mientras que las latitudes **sur** se representan con signo negativo. Los minutos se deben representar mediante fracciones decimales de 60 ( $15' = 15/60 = 0.25$ ).

#### Longitud

La longitud (en grados) del sitio. Por convención las longitudes **este** se representa con signo positivo, mientras que las latitudes **oeste** se representan con signo negativo. Los minutos se deben representar mediante fracciones decimales de 60 ( $15' = 15/60 = 0.25$ ).

### Zona climática ASHRAE

Aquí se puede sobrescribir, seleccionando una opción de la lista desplegable, el tipo de zona climática ASHRAE que viene definida por la plantilla de Sitio. Esto es útil, por ejemplo, cuando la zona climática predeterminada no coincide con la establecida en el Apéndice D del estándar ASHRAE 90.1. Se trata de un parámetro muy importante cuando se desarrollan modelos para dicho estándar, pues define los cerramientos y el acristalamiento (entre otros aspectos) del edificio base.

## Detalles del sitio

### Elevación sobre el nivel del mar

Este dato define la altura del sitio en relación con el nivel del mar y es usado por EnergyPlus en los cálculos relacionados con la presión atmosférica. También se emplea para estimar la **densidad del aire** cuando DesignBuilder calcula los caudales de aire a partir de las cargas de refrigeración.

### Nivel de exposición al viento

El nivel de exposición al viento del modelo permite definir los **coeficientes de presión de viento** que serán empleados cuando se selecciona la ventilación natural calculada en Opciones del modelo. Hay tres niveles de exposición disponibles:

**1-Resguardado.** Los edificios se consideran en un entorno **bastante resguardado** del viento, como una zona urbana densa.

**2-Normal.** Los edificios se consideran en un entorno con un nivel de exposición regular al viento.

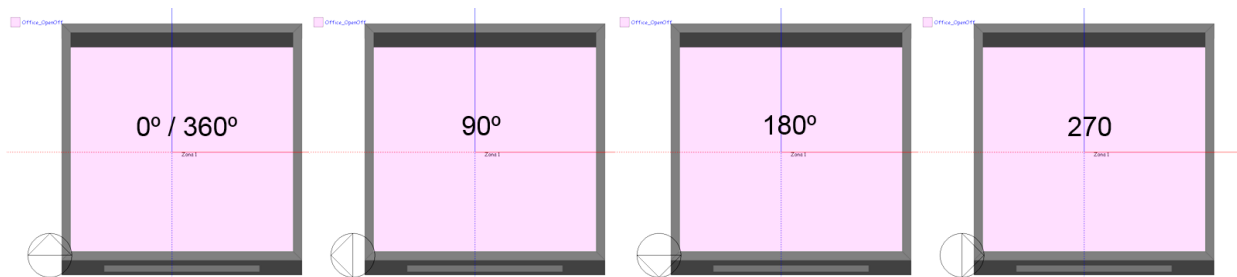
**3-Expuesto.** Los edificios se consideran en un entorno **bastante expuesto** al viento, como una zona suburbana poco densa.

El nivel de exposición al viento también afecta el cálculo de los valores U de los cerramientos, pero estos no se usan en las simulaciones con EnergyPlus.

**Nota importante:** En la versión actual de DesignBuilder, al cambiar el nivel de exposición al viento, el programa inicia automáticamente la **actualización de los valores U** de los cerramientos. Dado que dicha actualización puede demandar bastante tiempo, y que los valores resultantes no afectan las simulaciones con EnergyPlus, se recomienda **cancelar la actualización** en el diálogo emergente y después simplemente hacer clic en el botón **Si** del diálogo de advertencia que le pregunta si desea actualizar los CPV para todas las superficies de los edificios existentes.

## Orientación

La orientación representa el ángulo que el edificio, visto en planta, guarda respecto al **norte**. Dicha orientación se muestra en las vistas del modelo mediante un símbolo con una flecha dentro de un círculo. Un ángulo de 0° (o 360°) indica que el edificio se orienta al norte. Si ingresa un ángulo cualquiera, el edificio se rotará de acuerdo a ese valor en el **sentido de las manecillas del reloj** (o dicho en otros términos, el norte se rotará de acuerdo a ese valor en el **sentido contrario a las manecillas del reloj**). La imagen de abajo ejemplifica cuatro ángulos de orientación.



*Un mismo bloque, visto en planta, con cuatro orientaciones distintas.*

Esta es la manera más rápida y confiable de indicar la orientación de todos los edificios existentes en el sitio, ya que permite mantener alineada la geometría del modelo con los ejes X-Y. También es posible **rotar los edificios**, pero si el ángulo de orientación es distinto a 0°, 90°, 180°, 270° o 360° esto hará que la geometría del modelo no se encuentre alineada con los ejes X-Y, dificultando los procesos de trazo.

## Terreno

### Textura

En este campo se especifica la **textura** que será empleada para representar el terreno en las **vistas renderizadas** de la pantalla de Visualización. La textura seleccionada no tendrá efecto alguno en las propiedades térmicas ni de reflexión superficial del terreno.

### Reflexión superficial

#### Reflectancia del terreno (solar y visible)

En este campo se debe ingresar un valor fraccional entre 0.0 y 1.0, el cual representa la reflectancia promedio del terreno durante todo el año. El valor de reflectancia se usa para calcular la cantidad de radiación solar reflejada por el terreno, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Radiación solar reflejada por el terreno} = [(Radiación solar directa \times \cos \text{Ángulo cenital del sol}) + Radiación solar difusa] \times Reflectancia del terreno$$

La reflectancia superficial del terreno también se utiliza para cuantificar la reflexión de la luz visible en los cálculos de iluminación natural. El valor predeterminado es 0.2, pero la siguiente tabla le puede dar una idea sobre otros valores típicos:

Tipo de superficie	Reflectancia
Agua (ángulos de incidencia grandes)	0.07
Bosque de coníferas (invierno)	0.07
Techos bituminosos y con grava	0.13
Suelo seco despejado	0.20
Concreto a la vista	0.22
Pasto verde	0.26
Pasto seco	0.2 to 0.3
Arena de desierto	0.4
Superficies claras de edificios	0.6

Fuente: ASHRAE 2009 HOF, adaptado de Thevenard y Haddad (2006).

**Nota:** Las reflexiones del terreno se calculan incluso si la opción **Modelar reflexiones (también sombreado sobre el terreno)** no se utiliza. Sin embargo, en ese caso no se consideran las sombras que los edificios o los bloques de componente arrojan sobre el terreno. En suma, se recomienda activar el modelado de reflexiones para efectuar cálculos del soleamiento y el sombreado más precisos.



### Modificador de radiación solar reflejada por nieve

En este campo se debe ingresar un valor entre 0.0 y 10.0, que se emplea para modificar la reflectancia del terreno (ver arriba) cuando éste se encuentra cubierto por nieve. Es importante tener en cuenta que el valor de *Reflectancia solar del terreno (empleada)* debe ser  $\leq 1$ .

*Reflectancia solar del terreno (empleada) = Reflectancia del Terreno \* Modificador de radiación solar reflejada por nieve*

En las simulaciones el terreno se considera cubierto por nieve cuando el valor de *SnowDepth*, en el archivo de datos climáticos horarios, es mayor a 0.0.

### Modificador de luz diurna reflejada por nieve

En este campo se debe ingresar un valor entre 0.0 y 10.0, que se emplea para modificar la reflectancia del terreno (ver arriba) cuando éste se encuentra cubierto por nieve. Es importante tener en cuenta que el valor de *Reflectancia de luz diurna del terreno (empleada)* debe ser  $\leq 1$ .

*Reflectancia de luz diurna del terreno (empleada) = Reflectancia del Terreno \* Modificador de luz diurna reflejada por nieve*

En las simulaciones el terreno se considera cubierto por nieve cuando el valor de *SnowDepth*, en el archivo de datos climáticos horarios, es mayor a 0.0.

## Temperaturas mensuales del terreno

Se dispone de 12 campos que permiten especificar la temperatura promedio del terreno para cada mes del año. Estas temperaturas se aplican a la superficie exterior de todos los cerramientos **adyacentes al terreno**.

**Nota importante:** Generalmente no se recomienda ingresar en estos campos las temperaturas “no alteradas” (*undisturbed*) del terreno, que son calculadas por el **Procesador de archivos de datos climáticos** y enlistadas en los archivos **.stat** asociados a los archivos **.epw** (datos climáticos horarios de EnergyPlus), ya que esos valores resultan muy extremos para terrenos debajo de los edificios. A falta de cálculos más detallados, un valor razonable puede ser unos 2°C por debajo de la temperatura promedio mensual de los espacios interiores. En el caso de edificios muy pequeños los valores ingresados aquí pueden estar más cerca de las temperaturas “no alteradas” del terreno.

### Temperaturas mensuales profundas

Se dispone de 12 campos que permiten especificar la **temperatura profunda** del terreno para cada mes del año. Estas temperaturas solo se usan cuando se selecciona la opción **1-Profundas** para definir las **Temperaturas de referencia del terreno** en un Administrador de consignas del tipo **15-Seguir temperatura del terreno**.

### Temperaturas mensuales superficiales

Se dispone de 12 campos que permiten especificar la **temperatura superficial** del terreno para cada mes del año. Estas temperaturas solo se usan cuando se selecciona la opción **2-Superficiales**.

para definir las **Temperaturas de referencia del terreno** en un Administrador de consignas del tipo *15-Seguir temperatura del terreno*.

## Temperaturas mensuales MétodoFactorFC

Hay dos opciones para definir la **Fuente de las temperaturas del terreno** para calcular los factores F y C con el *MétodoFactorFC* (*FCFactorMethod*).

**1-Archivo de datos climáticos.** Las temperaturas mensuales del terreno se toman del encabezado correspondiente en el archivo EPW. Tenga en cuenta que para que esta opción funcione el archivo EPW debe incluir las **temperaturas** mensuales del terreno para el *MétodoFactorFC*.

**2-Datos del modelo.** Si selecciona esta opción puede especificar manualmente las 12 temperaturas mensuales.

## Dominios de terreno

Seleccione la casilla **Incluir dominios de terreno** si desea modelar dominios de terreno en las simulaciones con EnergyPlus. Si lo hace, puede especificar el **Número de dominios de terreno** (hasta 10) y luego definir el **componente** que corresponde a cada uno de ellos. Por lo general el usuario debe definir nuevos componentes de Dominio de terreno para representar de manera adecuada las condiciones de sus edificios.

**Nota:** Debe establecer un vínculo entre los dominios de terreno definidos aquí y las superficies del modelo que son adyacentes al terreno. De otra manera la definición de los dominios de terreno no estará completa. Para ello debe ir a cada una de esas superficies en el modelo 3D, y luego en la pestaña de datos de **Cerramientos** seleccionar opciones para los campos disponibles en el encabezado **Dominios de terreno**. Los muros enterrados se pueden definir solo como basamentos, mientras que los suelos en contacto con el terreno se pueden definir como losa o como basamento.

## Temperaturas del agua de la red

Los datos bajo este encabezado se usan para calcular las temperaturas del agua que es suministrada al edificio por la red general del sitio. Sólo se emplean cuando se utiliza la opción de **HVAC Detallado**. Las temperaturas calculadas del agua de la red se aplican como valores predeterminados del agua que ingresa, por ejemplo, al sistema de agua caliente sanitaria (ACS).

Las temperaturas del agua de la red se establecen en función de las condiciones climáticas exteriores, y varían según la época del año. Se ha formulado una relación para predecir estas temperaturas a partir de dos factores del clima:

- Temperatura media anual del aire exterior
- Máxima diferencia entre temperaturas medias mensuales del aire exterior

Estos valores se pueden calcular fácilmente a partir de datos meteorológicos mensuales, o con ayuda de la información disponible en los archivos STAT asociados a los archivos EPW (datos climáticos de EnergyPlus). Para obtener información adicional sobre la correlación de temperaturas del agua de la red se recomienda revisar el manual de EnergyPlus *Engineering Reference*.

De manera alternativa, las temperaturas del agua de la red se pueden definir mediante una **programación**. Esta opción es útil cuando se cuenta con datos medidos, o cuando el agua proviene de una fuente distinta a la red, por ejemplo de un río o un lago.

### Método de cálculo

Seleccione una de estas opciones:

**1-Programación.** La temperatura del agua de la red se define mediante una programación.

**2-Correlación.** La temperatura del agua de la red se calcula con base en la temperatura media anual y la diferencia de temperaturas mensuales del aire exterior (ver abajo).

### Programación de temperatura

Si el método de cálculo es *1-Programación*, la temperatura del agua de la red se lee desde el componente de programación que se especifica en este campo. Tenga en cuenta que las temperaturas de la programación deben ser en °C, incluso cuando se utilizan unidades IP.

### Temperatura media anual del aire exterior

Si el método de cálculo es *2-Correlación*, se debe ingresar en este campo el promedio anual de la temperatura de bulbo seco del aire exterior (en °C o °F).

### Máxima diferencia entre temperaturas medias mensuales del aire exterior

Si el método de cálculo es *2-Correlación*, se debe ingresar en este campo la diferencia máxima entre las temperaturas medias mensuales del aire exterior (en  $\Delta^{\circ}\text{K}$  o  $\Delta^{\circ}\text{F}$ ).

## Precipitación

Los datos de **precipitación** se utilizan para determinar la cantidad de agua de lluvia sobre las **cubiertas verdes** existentes en el modelo, durante los periodos de simulación. Dichas precipitaciones incluyen también el equivalente de agua contenida en la nieve. La precipitación es un parámetro que aún no se describe suficientemente bien en los archivos de datos climáticos horarios para simulación de edificios. Debido a ello se suele definir mediante **programaciones** que establecen **tasas de precipitación** en metros por hora (m/h).

Se ha desarrollado un conjunto de programaciones que definen la precipitación en las principales localidades climáticas de los Estados Unidos. Se puede acceder a ellas mediante el paquete de datos "*PrecipitationSchedulesUSA.idf*" que se incluye con la instalación de EnergyPlus. Estas programaciones fueron desarrolladas a partir de los datos contenidos en los archivos climáticos de EnergyPlus (EPW) y los datos de precipitación media mensual del sitio más cercano proporcionados por la NOAA.

### Precipitación anual de diseño

Es la precipitación total anual asignada al sitio, en metros o pies lineales, correspondiente a la precipitación esperada o a los valores de diseño. Este parámetro se combina con los dos siguientes para cambiar fácilmente las cantidades sin tener que generar nuevos horarios.

## Precipitación nominal anual

Es la cantidad de precipitación anual asociada a la programación de precipitación (ver abajo), en metros o pies lineales. Este valor se utiliza para normalizar la precipitación.

## Programación de precipitación

Es la programación que describe la tasa de precipitación. La programación de precipitación es análoga a los datos del archivo climático. Dado que los archivos climáticos horarios no contienen datos suficientes, EnergyPlus emplea las programaciones para establecer los patrones de precipitación. Los valores de esta programación son las **tasas promedio** de precipitación en metros por hora (m/h). La integración de estos valores en una programación anual debería ser igual a la precipitación nominal anual.

## Irrigación de cubiertas verdes

Esta sección permite especificar la cantidad de agua de riego que será suministrada a todas las **cubiertas verdes** existentes en el sitio, durante el periodo de simulación. Es posible definir tasas de irrigación que varían en el tiempo mediante una tasa máxima de irrigación y una programación. También es posible aplicar un control para evitar un riego excesivo.

## Tipo de irrigación

Define la forma en que se modela el suministro de agua de riego:

**1-Programación.** Se define la cantidad de agua de riego mediante una tasa máxima de irrigación y una programación que la modifica en el tiempo (abajo).

**2-Inteligente.** Igual que la opción anterior, pero el riego se cancela cuando la tierra alcanza una saturación de agua del 30%.

## Tasa máxima de irrigación

Es la tasa máxima de riego de agua, en m/h o ft/h.

## Programación de irrigación

La programación define las tasas de irrigación específicas durante el periodo de simulación, modificando la tasa máxima indicada arriba. Es posible usar cualquier valor entre 0.0 y 1.0. Un valor de 0.0 significa que no hay irrigación, mientras que un valor de 1.0 indica que se emplea la tasa máxima.

## CO<sub>2</sub> y contaminante del aire exterior

Esta sección permite establecer que contaminantes del aire exterior serán considerados en las simulaciones. Aunque el **dióxido de carbono** generalmente no se considera un contaminante interior, se suele emplear como indicador de la calidad del aire dentro de los edificios. Desde el punto de vista de la simulación, EnergyPlus trata el CO<sub>2</sub> como un tipo de contaminante. Adicionalmente, puede definir un **contaminante genérico**.

En todo caso, debe seleccionar estas opciones si desea calcular el nivel de concentración de CO<sub>2</sub> y/o un contaminante genérico, ya sea para monitorear la calidad del aire interior o para usar un control de ventilación del tipo DCV (Ventilación Controlada por Demanda).

### Calcular concentración de CO<sub>2</sub>

Seleccione esta casilla si desea que se simule el nivel de concentración de CO<sub>2</sub>. Si la selecciona, debe especificar un componente de **Programación de concentración de CO<sub>2</sub>**, cuyas unidades deben ser ppm (partes por millón).

### Calcular concentración de contaminante genérico

Seleccione esta casilla si desea que se simule el nivel de concentración de contaminante genérico. Si la selecciona, debe especificar un componente de **Programación de concentración de contaminante**, cuyas unidades deben ser ppm (partes por millón).

## Hora y horario de verano

Puede seleccionar la **Zona horaria** del sitio. La zona horaria define tanto la hora media local como la información relacionada con el **horario de verano**. Generalmente conviene mantener la zona horaria predeterminada para el sitio del proyecto. Es posible deshabilitar la aplicación del horario de verano desactivando la casilla **Aplicar horario de verano**.

DesignBuilder modela la aplicación del horario de verano, que implica que el reloj se adelante una hora durante los meses de verano, principalmente en los países no ecuatoriales. La duración del horario de verano se define automáticamente desde la plantilla de **Zona horaria** asignada a la plantilla del sitio cargada en el modelo.

Sin embargo hay algunos factores que debe tomar en cuenta:

- En EnergyPlus el horario de verano se modela añadiendo una hora a la hora media local para determinar su impacto en el desempeño de los edificios, pero los resultados de las simulaciones se muestran en relación con la hora media local, lo cual significa que durante el verano la ocupación y otros parámetros de uso del edificio parecen iniciar una hora más temprano que en invierno. Para resaltar este aspecto DesignBuilder indica en las gráficas de resultados, mediante una línea roja, los momentos en que inicia y termina el horario de verano. Por otro lado, al comparar los resultados con y sin horario de verano se dará cuenta de que los datos de la radiación solar tienen exactamente la misma sincronización.
- La pantalla de **Visualización** de los modelos emplea la hora media local para determinar la posición del sol en los análisis de sombreado. Una vez más, para considerar el horario de verano es necesario añadir una hora durante los meses de verano (cuando aplique) para visualizar las sombras de acuerdo a la hora local.

## Datos climáticos para simulación

DesignBuilder emplea archivos de datos climáticos horarios, con el formato EPW de EnergyPlus, en todos los procesos de **simulación** (en los cálculos de diseño de calefacción y refrigeración se

emplean datos más simples, como se indica abajo). En este encabezado se asigna el **componente de clima horario** que vincula el modelo con el archivo EPW correspondiente.

**Notas:**

1. Para revisar, editar y convertir archivos de datos climáticos puede hacer uso del **Procesador de archivos de datos climáticos**. También puede generar sus propios componentes de clima horario, si cuenta con los archivos EPW adecuados.
2. Puede consultar algunas fuentes para conseguir archivos climáticos horarios en la sección **Cómo obtener archivos de datos climáticos**.
3. No hay un vínculo directo entre los datos climáticos horarios y los valores de diseño de ASHRAE que se especifican en las pestañas de Diseño de Calefacción y Refrigeración.

**Día inicial de la semana (simulaciones)**

Aquí se define el día inicial de la semana, dato que se tiene en cuenta para las simulaciones. La opción predeterminada es *8-Usar archivo climático*, lo que significa que el día inicial de la semana será determinado mediante la información del archivo de datos climáticos horarios. Sin embargo, para mayor flexibilidad, puede establecer cualquier día de domingo a sábado.

**Datos climáticos para diseño de calefacción**

Los cálculos de diseño y autodimensionado de calefacción emplean datos climáticos simplificados que representan el día de diseño con el “peor escenario”. Los datos que se usan tanto en los cálculos de **Diseño** como los de autodimensionado son los siguientes:

- **Temperatura mínima de bulbo seco:** Es la temperatura exterior nominal, es decir, la que se emplea en el cálculo estacionario del balance térmico del edificio.
- **Dirección coincidente del viento:** Es la dirección del viento coincidente con la temperatura exterior de BS mínima.

Adicionalmente, en los cálculos de autodimensionado de las cargas de calefacción de zona se emplea también este dato:

- **Velocidad coincidente del viento:** Es la velocidad del viento que coincide con la temperatura exterior de BS mínima. Se usa en los cálculos de autodimensionado con ventilación natural **Calculada**, junto con la dirección coincidente del viento, para calcular los coeficientes de presión de viento de las superficies exteriores.

Es posible ingresar datos asociados a temperaturas nominales con diferentes “niveles de certeza”, mediante **niveles percentiles** del 99.6% y 99.0%. Por ejemplo, un nivel percentil del 99.6% indica que en el 99.6% de las mediciones extremas registradas en los últimos años se obtuvieron temperaturas superiores a la indicada aquí. Dicho de otro modo, solo en el 0.4% de las mediciones se registraron temperaturas inferiores a la indicada aquí.

## Datos climáticos para diseño de refrigeración

Los cálculos de diseño y autodimensionado de refrigeración emplean datos climáticos simplificados que representan el día de diseño con el “peor escenario”. Los datos que se usan tanto en los cálculos de **Diseño** como los de autodimensionado son los siguientes:

- **Temperatura máxima de bulbo seco:** Es la temperatura exterior máxima nominal. Se emplea para definir la cresta de la curva sinusoidal de temperaturas usada en el cálculo periódico de la demanda térmica del edificio (para refrigeración).
- **Temperatura coincidente de bulbo húmedo:** Es la temperatura de bulbo húmedo del aire en el momento de la temperatura máxima de bulbo seco. Se emplea para determinar la cantidad de humedad en el aire.
- **Temperatura mínima de bulbo seco:** Es la temperatura exterior mínima nominal. Se emplea para definir el valle de la curva sinusoidal de temperaturas usada en el cálculo periódico de la demanda térmica del edificio.

Adicionalmente, en los cálculos de autodimensionado de las cargas de refrigeración de zona se emplean también estos datos (que se describen más abajo):

- **Tipo de modificador de rango de temperaturas de bulbo seco**
- **Velocidad del viento**
- **Dirección del viento**

Es posible ingresar datos asociados a temperaturas nominales con diferentes “niveles de certeza”, mediante **niveles percentiles** del 0.4%, 1% y 2%. Por ejemplo, un nivel percentil del 0.4% indica que solo en el 0.4% de las mediciones extremas registradas en los últimos años se obtuvieron temperaturas superiores a las indicadas aquí.

**Nota:** Cuando el **Periodo de temperaturas nominales** se establece como *2-Múltiples meses*, los niveles percentiles empleados son del 0.4%, 2%, 5% y 10%.

## Modificadores de rango de temperatura

El perfil diario de temperaturas empleado en los cálculos de diseño de refrigeración se determina a partir de las temperaturas de bulbo seco máxima y mínima, usando una curva sinusoidal y asumiendo que la temperatura máxima ocurre a las 15:00 y la mínima a las 5:00. Es posible modificar estos criterios mediante los parámetros que se describen abajo.

### Modificadores de rango de temperatura de bulbo seco

Puede seleccionar, mediante la lista desplegable, el **Tipo de modificador de rango de temperatura de bulbo seco**:

**1-Multiplicadores predeterminados.** EnergyPlus genera automáticamente el perfil diario de temperaturas con base en los criterios del Handbook of Fundamentals ASHRAE 2009.

**2-Programación de multiplicadores.** Puede definir una programación con multiplicadores personalizados para calcular las temperaturas horarias del perfil diario de diseño.



## Notas sobre el cálculo del perfil diario de temperaturas

Cuando selecciona la opción *1-Multiplicadores predeterminados*, los multiplicadores se toman del Handbook of Reference ASHRAE 2009 (ver figura más abajo). EnergyPlus calcula una temperatura para cada hora a partir de la temperatura máxima, el rango de temperaturas (diferencia entre la máxima y la mínima) y los multiplicadores. La ecuación es como sigue:

$$T_{\text{actual}} = T_{\text{max}} - T_{\text{rango}} * T_{\text{multiplicador}}$$

Donde:

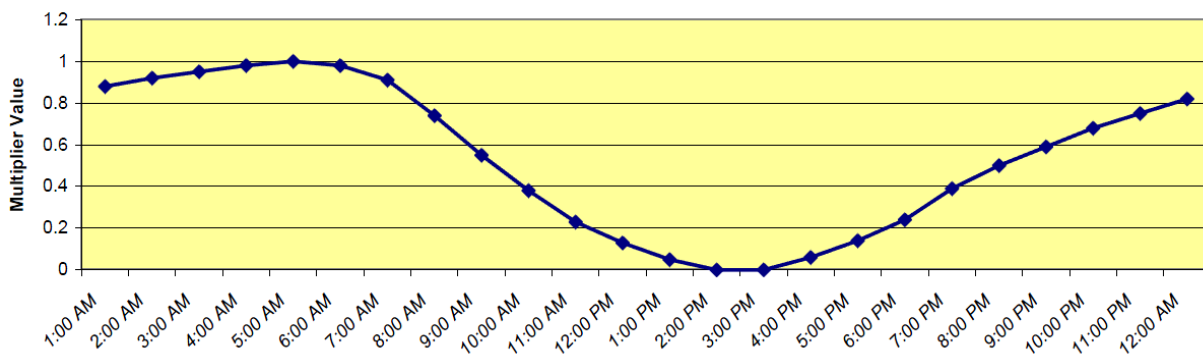
$T_{\text{actual}}$  = Temperatura en la hora actual del día

$T_{\text{max}}$  = Temperatura máxima especificada por el usuario

$T_{\text{rango}}$  = Rango diario de temperatura ( $T_{\text{max}} - T_{\text{min}}$ )

$T_{\text{multiplicador}}$  = Multiplicador de rango

Los multiplicadores de ASHRAE, que se muestran en la siguiente figura, representan condiciones típicas durante el día. Por ejemplo, la temperatura más baja ocurre alrededor de las 5:00 y la más alta alrededor de las 15:00. Tenga en cuenta que EnergyPlus no ajusta el perfil con base en el mediodía solar, ya que eso es opcional en los procedimientos de ASHRAE.



**Nota:** Las investigaciones de ASHRAE indican que las temperaturas de bulbo seco y las de bulbo húmedo tienen perfiles muy similares, por lo que EnergyPlus usa el mismo perfil para determinar las condiciones de humedad.

## Programación de modificadores de rango de temperatura

Si seleccionó la opción *2-Programación de multiplicadores*, puede asignar aquí una programación con multiplicadores personalizados para generar un perfil de temperaturas horarias diferente al predeterminado.

## Datos del viento

### Velocidad del viento

Puede especificar la velocidad del viento que será considerada para calcular los coeficientes de transferencia de calor convectivo exteriores y para calcular los coeficientes de presión de viento de

las superficies exteriores. Esto último aplica solo para los cálculos de autodimensionado de la refrigeración con **ventilación natural Calculada**.

### Dirección del viento

Junto con la velocidad del viento (ver arriba), se usa para calcular los coeficientes de presión de viento de las superficies exteriores, cuando se efectúan cálculos de autodimensionado de la refrigeración con **ventilación natural Calculada**.

### Periodo de temperaturas nominales

El mes de diseño adecuado para el dimensionado de la refrigeración no siempre resulta claro desde un inicio, e incluso puede variar para las distintas partes del edificio. Aquí puede seleccionar una de las siguientes opciones para definir el periodo de temperaturas.

**1-Mes único.** Se define un único paquete de temperaturas, generalmente pensado como el “peor escenario”, que serán usadas en los cálculos de diseño y autodimensionado de la refrigeración. Los datos de diseño corresponden al mes de julio, en el hemisferio norte, y enero, en el hemisferio sur.

**2-Múltiples meses.** Se definen temperaturas para todos los meses del año, las cuales serán empleadas en los cálculos de diseño y autodimensionado de la refrigeración. Dichas temperaturas se establecen aquí mismo, pero **los meses que serán considerados** se definen en el diálogo de **Opciones del modelo**, o bien en el de **Opciones de cálculo**.

**Nota:** El programa incluye una gran cantidad de datos de diseño que se pueden usar con cualquiera de las dos opciones descritas arriba. Dichos datos provienen del paquete de datos de diseño ASHRAE 2013 y cubren más de 6,400 ciudades alrededor del mundo. DesignBuilder cuenta con licencia de distribución por parte de esa organización.

### Modelo de radiación solar para diseño de refrigeración

[Este parámetro no se muestra en la interfaz de DesignBuilder]

DesignBuilder emplea el modelo **ASHRAE Cielo Claro**, que se describe en el capítulo 31 del *Handbook of Fundamentals 2005*, para calcular la radiación solar directa y difusa durante cada hora del día de diseño de refrigeración. Los detalles se pueden consultar en el manual *Engineering Reference* de EnergyPlus.

### Datos de región

[Pestaña disponible sólo en el nivel Sitio]

Los **Datos de región** permiten definir los estándares de aislamiento asociados a los códigos energéticos locales, así como los factores de emisión de CO<sub>2</sub>, para a una determinada región legislativa. En DesignBuilder una región legislativa puede representar un país completo, un estado/provincia o un territorio específico de un país.

Es posible asignar una plantilla de **Región legislativa** para cargar los datos incluidos en esta pestaña, los cuales serán comunes a todos los edificios existentes en el modelo. Los factores de **emisión de CO<sub>2</sub> para los distintos combustibles** no se muestran en los datos del modelo, pero se puede acceder a ellos desde el diálogo de la plantilla.

## Incluir emisiones de combustible

Por completar...

## Códigos energéticos / Estándares de aislamiento

Es posible definir el nivel de aislamiento de los cerramientos (muros, cubiertas, suelos, etc.) de acuerdo al **Código energético obligatorio** para el sitio, así como tres niveles adicionales para representar edificios con cerramientos **Sin aislamiento**, con aislamiento **Típico** y con aislamiento según las **Mejores prácticas**.

Estos datos se emplean para:

- Identificar los niveles de aislamiento del código energético obligatorio para la región. Cuando se emplea uno de los códigos ASHRAE 90.1, esto tiene un impacto significativo en el resto del modelo, como se describe en la sección **Modelado ASHRAE 90.1 y LEED**.
- Establecer los niveles de aislamiento cuando se selecciona la opción **Pre-diseño**, en la sección de *Datos de cerramientos y acristalamiento* del diálogo de *Opciones del modelo*.
- Calcular clasificaciones de eficiencia energética.

**Nota:** Tome en cuenta que al cambiar estos parámetros se actualizarán automáticamente los valores U de los cerramientos asignados a las **Plantillas de cerramiento** ubicadas en la carpeta de **Diseño inicial**, las cuales también definen los diferentes niveles de pre-diseño: *Sin aislamiento*, *Referencia típica*, *Código energético* y *Mejores prácticas*.

## 5.2. Datos del nivel edificio e inferiores

Estos datos se pueden ingresar en los niveles edificio, bloque, zona, superficie y/o abertura, pero no en el nivel sitio. Los datos mostrados dependerán del **nivel jerárquico** y de las **Opciones del modelo** establecidas.

Los datos del edificio se organizan en las siguientes pestañas:

- **Actividad**
- **Cerramientos**
- **Aberturas**
- **Iluminación**
- **HVAC**
- **Generación**
- **Opciones de resultados**
- **CFD**

La mayoría de estas pestañas incluye un selector de **plantillas**, en la parte superior de la pantalla, de tal manera que se puede cargar rápidamente información desde las plantillas existentes.

Como recomendación general, procure ingresar la menor cantidad posible de datos personalizados y aprovechar al máximo el sistema jerárquico de datos de DesignBuilder. Por ejemplo, si todas las zonas de un bloque en particular tienen el mismo tipo de actividad, digamos oficina, lo mejor es establecer dicha actividad en el nivel Bloque y no varias veces en el nivel Zona. De igual manera, si todos los bloques en el edificio tienen los mismos parámetros de iluminación conviene establecer los datos en el nivel Edificio y permitir que todos los bloques hereden dichos datos automáticamente. El mantener una mínima cantidad de datos personalizados permite hacer cambios de manera más fácil y confiable. Obviamente es mucho más rápido cambiar unos cuantos datos en el nivel Edificio o Bloque que realizar numerosos cambios en los niveles zona o superficie.

Ver también [Jerarquía del modelo y herencia de datos](#).

## Datos de Actividad

Los datos de la pestaña de **Actividad** permiten definir los parámetros asociados al uso del edificio, incluyendo aquellos que determinan las ganancias de calor internas y las condiciones ambientales que se requieren en los diferentes espacios:

- **Tipo de zona** (sólo en los niveles bloque y zona)
- **Multiplicador de zona**
- **Incluir zona en cálculos térmicos**
- **Incluir zona en cálculos de luz diurna con Radiance**
- **Áreas de suelo y volúmenes** (solo lectura)
- **Ocupación**
- **Condiciones metabólicas**
- **Generación de contaminante genérico**
- **Días festivos** (solo en el nivel edificio)
- **Agua Caliente Sanitaria (ACS)**
- **Control ambiental**
- **Computadoras**
- **Equipos de oficina**
- **Misceláneos**
- **Cocina**
- **Procesos**

## Plantilla de actividad

El sistema de plantillas de DesignBuilder permite ingresar “paquetes de información” en forma rápida. En el caso de las plantillas de **Actividad**, estas permiten definir aspectos como las características de **ocupación** del edificio, las **ganancias internas** por aparatos y equipos y las **condiciones ambientales** requeridas, entre otros.

Para cargar cualquier plantilla de Actividad disponible en el modelo puede hacer clic en el cuadro de texto de la plantilla, y luego en los puntos suspensivos que aparecen a la derecha. Entonces se abre un dialogo en el que puede seleccionar la plantilla deseada. De manera alternativa, si la interfaz del programa se encuentra en **Modo aprendizaje**, puede ingresar plantillas haciendo doble clic sobre el nombre correspondiente en el panel de **Datos**, a la derecha de la pantalla. Todos los datos de la plantilla se cargarán automáticamente en el modelo.

#### Notas:

1. Recuerde que el sistema de herencia jerárquica de datos de DesignBuilder permite que los datos de una plantilla establecida en un determinado nivel se hereden a los niveles inferiores. Por ejemplo, los datos de la plantilla establecida en el nivel Edificio se heredan a los niveles de Bloque, y Zona. Para mayor información consulte la sección **Jerarquía del modelo y herencia de datos**.
2. El **Sector** al que corresponde el edificio se carga automáticamente con la plantilla y no es posible modificarlo desde la pantalla de edición.
3. Todos los datos de actividad, a excepción de los días festivos, se usan para generar datos de simulación en el **nivel Zona**. La información relativa a los días festivos de usa en el **nivel Edificio**.

## Tipo de zona

El tipo de zona se puede establecer estando en el nivel Bloque o Zona, con estas opciones:

**1-Acondicionada:** La zona se encuentra **dentro** de la envolvente principal del edificio y se considera una zona estándar, con ocupación, ganancias internas por aparatos, iluminación artificial, y sistemas de climatización, aunque no necesariamente tenga todos esos elementos. Las zonas ubicadas dentro de la envolvente principal, pero temporalmente desocupadas, también entran en esta categoría.

**2-No acondicionada:** La zona se encuentra **fuera** de la envolvente principal del edificio y se considera desocupada, sin ganancias internas por aparatos, iluminación artificial ni sistemas de climatización. Es el caso, por ejemplo, de los garajes y los áticos y sótanos desocupados.

**3-Cámara:** La zona se modela como el espacio interno de una doble fachada, un muro Trombe o un dispositivo similar. En este caso se emplea un algoritmo específico para calcular correctamente los coeficientes de convección en cámaras estrechas, selladas y verticales, de acuerdo al estándar ISO 15099.

**4-Plenum:** La zona se modela como un espacio que distribuye el aire climatizado a las zonas acondicionadas. Este tipo de zona también se considera desocupada, sin ganancias internas por aparatos, iluminación artificial ni sistemas de climatización.

**5-Semi-calefaccionada.** Este tipo de zona solo se encuentra disponible para los modelos ASHRAE 90.1. Se trata de zonas que solo son calefaccionadas a un nivel mínimo. Cuando un modelo ASHRAE 90.1 se convierte a un modelo normal, las zonas semi-calefaccionadas se consideran como 1-Estandar.

## Zonas no acondicionadas

Cuando se selecciona este tipo de zona, el programa pregunta si desea cargar datos predeterminados para “Zonas no acondicionadas”. Si responde “Sí”, automáticamente las plantillas de actividad, iluminación y HVAC se definen como <None>. Por otro lado, los cerramientos

adyacentes a las zonas no acondicionadas serán considerados como **semi-expuestos**, y no como cerramientos estándar. Por ejemplo, el muro entre un espacio acondicionado y un garaje se considerará un muro semi-expuesto, mientras que el muro entre dos espacios ocupados se considerará una partición normal.

## Cámaras

Cuando se selecciona este tipo de zona, el programa le pregunta si desea cargar datos predeterminados para “Cámaras”, incluyendo los coeficientes de convección adecuados, las opciones de cálculo y las plantillas de Actividad, Iluminación y HVAC. Si responde “Sí” se generarán los siguientes cambios:

- La zona se establece como no acondicionada, definiendo los datos de las plantillas de actividad, iluminación y HVAC como <None>.
- Se establece el algoritmo de convección interna *5-Cavity* (cámara) tanto para las simulaciones como para los cálculos de calefacción y refrigeración.
- Se establece la opción de distribución solar *3-Completa interior y exterior*, tanto para las simulaciones como para los cálculos de calefacción y refrigeración.

## Plenums

Cuando se selecciona este tipo de zona, el programa le pregunta si desea cargar datos predeterminados para “Plenums”, incluyendo los coeficientes de convección adecuados, las opciones de cálculo y las plantillas de Actividad, Iluminación y HVAC. Si responde “Sí” se generarán los siguientes cambios:

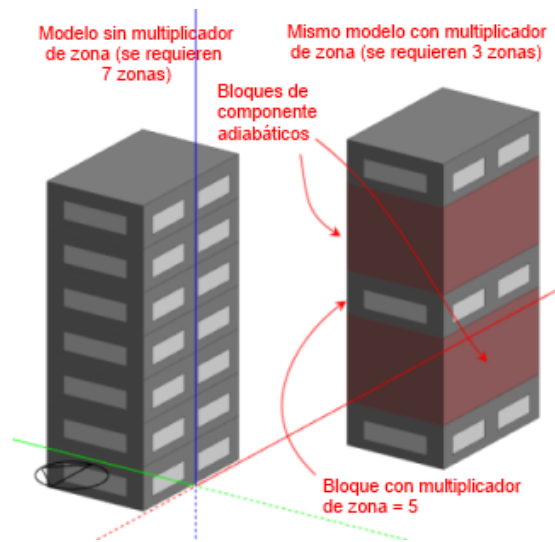
- La zona se establece como no acondicionada, definiendo los datos de las plantillas de actividad, iluminación y HVAC como <None>.
- Se establece el algoritmo de convección interna *4-CeilingDiffuser* (difusor de techo) tanto para las simulaciones como para los cálculos de calefacción y refrigeración.

**Nota:** Puede encontrar más información sobre el modelado de plenums en la sección de **HVAC**.

## Multiplicador de Zona

El multiplicador de zona permite simplificar el modelo cuando hay varias zonas muy parecidas entre sí, indicando que dichas zonas se repiten y que sólo se requiere simularlas una vez (los resultados se multiplican posteriormente de acuerdo al valor indicado aquí).

Entre los casos típicos en los que se suele emplear los multiplicadores de zona se encuentran los edificios con múltiples niveles, como el que se muestra en la imagen de abajo. En el modelo de la izquierda los 7 pisos del edificio se modelan de manera explícita. En el modelo de la derecha los pisos inferior y superior se modelan de manera independiente, pero todos los pisos intermedios se modelan con un solo bloque al cual se le ha asignado un multiplicador de 5. Las pérdidas y ganancias de calor, los consumos energéticos y los caudales de aire del bloque con multiplicador se multiplican por 5, por lo que los resultados del edificio simplificado coincidirán aproximadamente con los del modelo no simplificado.



**Nota:** Los pisos inferior y superior no se modelan con el multiplicador de zona ya que tienen condiciones distintas. El primero es adyacente al terreno y se ve afectado por él, mientras que el segundo tiene la cubierta, afectada por la radiación solar. Este tipo de condiciones, así como las características de uso del espacio, siempre se deben tomar en cuenta para decidir qué zonas se pueden modelar con el multiplicador.

### Sobre el uso de los bloques adiabáticos

Los bloques de componente adiabáticos usados en el caso anterior tienen varias funciones:

- Establecer la adyacencia adiabática del suelo del bloque superior, el suelo y el techo de los bloques intermedios, y el techo del bloque inferior.
- Ayudar a ubicar la zona intermedia en una posición representativa en lo que respecta a la velocidad del viento (en caso de que se emplee la **ventilación natural calculada**).
- Asegurar que las superficies anteriores (adiabáticas) no serán afectadas por la radiación solar.
- Modelar de manera adecuada la radiación solar recibida por todos los bloques intermedios, en caso de que haya obstrucciones en el sitio.
- Mejorar el aspecto del modelo simplificado para que coincida con el modelo completo.

Para saber más sobre las opciones de simplificación de los modelos se recomienda revisar la sección **Simplificación**.

## Incluir zona

### Incluir zona en cálculos térmicos

De manera predeterminada todas las zonas se incluyen en las simulaciones y en los cálculos de diseño de calefacción y refrigeración, pero pueden ser excluidas si se desactiva esta casilla. Puede desactivar la casilla en una o más zonas para simular solo una parte del edificio, por ejemplo uno de los apartamentos de un edificio de vivienda.



Las superficies entre las zonas incluidas y excluidas se modelan como adiabáticas, es decir, el calor se transfiere en la masa del muro como si la temperatura de la zona excluida fuera la misma que en la zona incluida.

**Nota:** En los modelos grandes puede ser más fácil desactivar esta opción en el nivel edificio y luego incluir sólo las zonas que se requieran.

### Incluir zona en cálculos de luz diurna con Radiance

Al desactivar esta casilla se puede excluir determinadas zonas de los cálculos de luz diurna con el módulo **Iluminación natural** (Radiance), ya sea porque no se ocupan de manera regular o por otros motivos. Esta opción puede ser útil al evaluar los créditos de luz diurna con LEED, BREEAM o Green Star, para evitar la consideración de zonas que no están normalmente ocupadas.

De acuerdo a la documentación de LEED 3:

*Los espacios regularmente ocupados en los edificios comerciales son áreas en las que la gente se sienta o permanece de pie mientras trabaja. En aplicaciones residenciales estos espacios incluyen todos los salones y habitaciones de la familia, y **excluyen** los baños, vestidores y otras áreas de almacenamiento o utilería. En las escuelas son áreas donde los estudiantes, maestros, y administradores permanecen sentados o de pie mientras trabajan o estudian.*

### Ajustes ASHRAE 90.1

Cuando se está desarrollando un modelo con base en el **Apéndice G del estándar ASHRAE 90.1**, en la pestaña de datos de Actividad, estando en el nivel edificio, se muestran los siguientes parámetros:

- **Número de plantas**
- **Tipo de edificio**
- **Categoría de condición primaria**
- **Fuente de energía para calefacción**
- **Categoría de iluminación ASHRAE 90.1**

De los parámetros descritos arriba, en los niveles Bloque y Zona solo se muestra la **Categoría de iluminación ASHRAE 90.1**. Sin embargo, en esos niveles se muestran además los siguientes parámetros relacionados con las simulaciones ASHRAE 90.1:

- **Tipo de zona**
- **Categoría de condición del espacio**
- **Ventilación de zona no acondicionada**

Estos parámetros se describen en la sección **Definición de datos de Actividad** del capítulo Modelado ASHRAE 90.1 y LEED. Debe ir a esa sección para consultar la información detallada.

## Áreas de suelo y volúmenes

En esta sección, de solo lectura, se muestran las áreas de suelo y los volúmenes de los espacios incluidos en el edificio. En el nivel Edificio se dispone de los siguientes datos:

- Área de suelo ocupado
- Volumen ocupado
- Área de suelo desocupado
- Volumen desocupado

En el nivel Zona no se diferencia entre espacios ocupados y desocupados. En ese caso se muestran los siguientes datos:

- Área de suelo
- Volumen

**Nota:** Los espacios ocupados corresponden a las zonas tipo *1-Acondicionada*, mientras que los desocupados corresponden a los tipos *2-No acondicionada*, *3-Cámara*, *4-Plenum* y *5-Semi-calefactada*.

## Ocupación

En este encabezado puede definir la densidad de ocupación, así como los periodos en los que dicha ocupación sucede. Estos datos se usan en las simulaciones, junto con las **Condiciones metabólicas** y los **Días festivos** para calcular las ganancias de calor asociadas a las personas.

### Densidad de ocupación

La densidad de ocupación se puede definir de dos maneras, dependiendo del **Método de ocupación** seleccionado en las **Opciones del modelo**:

#### Densidad (personas/m<sup>2</sup>)

Este campo aparece cuando en las opciones del modelo ha seleccionado el método de ocupación *1-Personas por área*.

#### Área de suelo por persona (m<sup>2</sup>/persona)

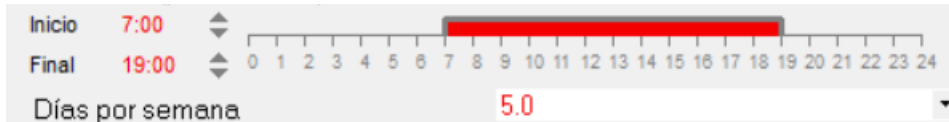
Este campo aparece cuando en las opciones del modelo ha seleccionado el método de ocupación *2-Área por persona*. Adicionalmente se muestra la casilla **¿Ocupado?**, que puede desactivar para establecer una ocupación nula sin borrar el valor actual.

### Periodos de ocupación

Los periodos de ocupación se pueden definir de dos maneras, dependiendo de la opción de **Sincronización** seleccionada en el diálogo de **Opciones del modelo**:

### Con opción de sincronización Día laborable

Cuando se selecciona la opción del modelo **Día laborable**, los periodos de ocupación se definen mediante horarios de inicio y final, indicando también el número de días considerados por semana (Días por semana). En el ejemplo de abajo se ha definido un periodo de ocupación entre las 7:00 y las 19:00 horas, durante 5 días de la semana. Se considera que el edificio se encuentra desocupado fuera de este horario y durante los fines de semana.



The screenshot shows a configuration window for 'Día laborable'. It includes a time range selector with 'Inicio' (Start) set to 7:00 and 'Final' (End) set to 19:00. Below this is a horizontal bar representing the 24 hours of a day, with a red segment from 7 to 19 indicating the occupied period. At the bottom, there is a dropdown menu for 'Días por semana' (Days per week) which is currently set to 5.0.

**Nota:** Los **Días por semana** sólo se establecen en el nivel edificio y se usan para todos los programas de Día laborable del modelo, excepto para el funcionamiento de la Ventilación mecánica, la Calefacción y la Refrigeración, que tienen sus propios datos.

### Con opción de sincronización Programación

Cuando se selecciona la opción del modelo **Programación**, los periodos de ocupación se definen mediante un **componente de Programación**. En este caso la densidad de ocupación se multiplica por los valores de la programación. Así, es posible definir periodos de ocupación parcial usando en el programa valores inferiores a 1.0. Use el valor 0.0 para indicar periodos sin ocupación.

### Fracción latente

Si las **Ganancias latentes por ocupación**, en el dialogo de **Opciones del modelo**, se han establecido como *2-Fracción fija*, entonces puede ingresar aquí el valor de la fracción latente que corresponde a las ganancias por personas. El valor predeterminado es 0.5, que significa que el 50% de las ganancias de calor por personas será calor latente.

**Nota:** Las ganancias latentes por ocupación se producen principalmente por la respiración y la transpiración de las personas. Estas generan un aumento de la humedad ambiental en el interior de los edificios, que puede ser importante cuando hay muchas personas y/o se realizan actividades intensas.

## Condiciones metabólicas

En este encabezado puede establecer la **tasa metabólica**, el **factor metabólico** y los **niveles de vestimenta** en verano e invierno.

### Tasa metabólica

En este campo puede seleccionar un componente de **Tasa metabólica**. La tasa metabólica, cuyas unidades son *Watts por persona*, representa el calor generado por el cuerpo humano mediante procesos de oxidación. Dicho calor se disipa desde la superficie de la piel y desde el tracto respiratorio mediante una combinación de procesos convectivos, radiantes y evaporativos. Así, la tasa metabólica depende en gran medida del nivel de intensidad de la actividad desempeñada por los ocupantes, y determina las ganancias **totales** de calor por persona *bajo condiciones nominales*,

incluyendo las fracciones de calor convectivo, radiante y latente. Adicionalmente, debe tener en cuenta lo siguiente:

- Las proporciones relativas de calor sensible y latente se derivan de complejas interacciones entre las tasas metabólicas y las condiciones ambientales. Si en las **Opciones del modelo** las **Ganancias latentes por ocupación** se establecen como *1-Cálculo Dinámico*, la proporción entre el calor sensible (convectivo y radiante) y el calor latente se modifican durante las simulaciones basándose en correlaciones que toman en cuenta los cambios en la temperatura ambiental y la humedad relativa. Cuando se tienen elevadas temperaturas ambientales el cuerpo humano tiende a enfriarse a sí mismo por medio de procesos evaporativos (sudoración), con lo que las ganancias sensibles pueden ser muy bajas o incluso nulas. Esto debe tenerse en cuenta cuando se analizan los resultados de calor sensible por ocupación, en las pantallas de resultados de Diseño de refrigeración y de Simulación. La proporción entre el calor radiante y el calor convectivo se asume siempre al 50% (considerando solo el calor sensible).
- Si en las **Opciones del modelo** las **Ganancias latentes por ocupación** se establecen como *2-Fracción fija*, la proporción de las ganancias latentes se establecen manualmente en el campo Fracción latente (ver más arriba). En ese caso no se aplica el proceso de cálculo dinámico explicado en el párrafo anterior, y por lo tanto no se tendrá en cuenta los cambios en la temperatura ambiental y la humedad relativa.

**Nota:** Se puede encontrar valores típicos de tasas metabólicas en la Tabla 5 del Capítulo 8 del *ASHRAE Handbook of Fundamentals*. Los datos proporcionados por DesignBuilder se derivan de dicha información y corresponden a hombres adultos con una superficie promedio de piel de 1.8m<sup>2</sup>.

## Factor

El **Factor metabólico** permite establecer de manera fácil que el espacio está ocupado por personas con una constitución física diferente a la estándar. Indique 1.00 para hombres, 0.85 para mujeres, 0.75 para niños. Puede ingresar valores intermedios si trata de grupos mixtos.

## Vestimenta

Es posible definir el nivel de vestimenta de los ocupantes, tanto en verano como en invierno. Esta información es usada por DesignBuilder para calcular los niveles de confort.

La vestimenta reduce las pérdidas de calor del cuerpo humano y se clasifica de acuerdo con su valor de aislamiento. La unidad comúnmente empleada para medir el aislamiento proporcionado por la vestimenta es el Clo. Una unidad más técnica, también usada frecuentemente, es el m<sup>2</sup>°C/W (1Clo = 0.155 m<sup>2</sup>°C/W). Los valores Clo para vestimentas complejas se pueden calcular sumando el valor Clo de cada una de las prendas. El valor de aislamiento para prendas individuales se puede consultar en el estándar ISO-7730. En la siguiente tabla se muestran valores Clo para diferentes prendas y conjuntos:

Vestimenta	Valor Clo
Desnudez	0.00
Calzoncillos	0.06
Camiseta	0.09
Braga y sostén	0.05
Ropa interior larga	
Superior	0.35
Inferior	0.35
Camisa	
Blanca, manga corta	0.14
Gruesa, manga larga	0.29
Añadir 5% por corbata o moño	
Falda	0.22-0.70
Pantalones	0.26-0.32
Suéter	0.20-0.37
Calcetines	0.04-0.10
Conjunto ligero de verano	0.30
Ropa de trabajo	0.80
Combinación típica de interior en invierno	1.00
Traje de negocios grueso	1.50

**Notas:**

1. Como se menciona arriba los valores Clo son aditivos, por lo que se puede calcular, por ejemplo, el valor Clo de una persona que viste calcetines, calzoncillos y camiseta:  $0.04 + 0.06 + 0.09 = 0.19$  (Adaptado del *Handbook of Fundamentals* y de "Technical review of thermal comfort", Bruel and Kjaer, No. 2, 1982).
2. En las regiones ecuatoriales, donde no existe un claro patrón de estaciones verano/invierno, se puede emplear un valor de Clo correspondiente a verano en ambas estaciones.

**Días festivos**

Es posible incluir días festivos para modelar periodos especiales de inactividad (total o parcial) en los edificios. Para hacerlo debe activar la casilla **Días festivos**, bajo el encabezado del mismo nombre en la pestaña de Actividad (es necesario estar en el nivel edificio). La información de días festivos se usa sólo en las simulaciones (no en los cálculos de diseño). Puede establecer el número de **días festivos por año**, así como un **Calendario de días festivos**. Todas las fechas posibles para los días festivos se definen en el calendario, mientras que los días festivos que finalmente serán tomados en cuenta en las simulaciones se seleccionan desde el inicio de la lista del calendario, hasta completar el número ingresado en el cuadro de texto.

**Nota:** Debe haber por lo menos tantas fechas definidas en el **Calendario de días festivos** como el número de días festivos por año. Si no existen suficientes fechas en el calendario se recibirá un mensaje de error antes de la simulación.

El modo en que los días festivos afectarán las simulaciones depende de la opción de **Sincronización** establecida en las Opciones del modelo:

## Con Programaciones compactas

Cuando se usan **Programaciones compactas**, los valores para los días festivos se pueden definir de manera explícita usando el tipo *Holidays* después de la palabra *For*. Por ejemplo, la siguiente programación compacta indica que el sistema de refrigeración se desactiva completamente durante los días festivos.

```
SCHEDULE:COMPACT,  
Bedroom_Cool,  
Temperature,  
Through: 31 Dec,  
For: Weekdays SummerDesignDay WinterDesignDay,  
Until: 05:00, 0.5,  
Until: 09:00, 1,  
Until: 24:00, 0.5,  
For: Weekends,  
Until: 05:00, 0.5,  
Until: 24:00, 1,  
For: Holidays AllOtherdays,  
Until: 24:00, 0;
```

## Con Programaciones 7/12 y Día laborable

Cuando se usan **Programaciones 7/12** o perfiles de **Día laborable** los valores empleados durante los días festivos no se definen explícitamente. Los días festivos emplean los mismos datos asignados a los domingos.

## Agua Caliente Sanitaria (ACS)

En esta sección se establece la tasa de consumo de agua caliente sanitaria (ACS) asociada a cada zona, *l/día/m<sup>2</sup>* o *gal/día/ft<sup>2</sup>*. Este parámetro solo se emplea en las zonas en las que se ha activado el sistema de **ACS**, en la pestaña de datos de HVAC.

La tasa de consumo de ACS es la cantidad de agua empleada durante un día completo por área de suelo. El valor debe corresponder al día del año que tiene mayor consumo. Por ejemplo, en una oficina se debe considerar el consumo durante un día de trabajo típico. No debe ingresar aquí valores promediados que incluyan tasas reducidas, por ejemplo durante los fines de semana.

Por otro lado, la cantidad de ACS consumida se considera en función de la actividad de la zona. Por ejemplo, se asume una determinada demanda por parte de los ocupantes de una oficina para actividades tales como la limpieza de manos y vajilla. Esta demanda está asociada a la oficina y no al lavabo o a la sala de café. Así, la demanda de cada espacio debe estar asignada a un sistema de ACS, incluso si el sistema no se encuentra en el mismo espacio.

### Notas:

1. Puede convertir el consumo de ACS de *l/persona/día* a *l/día/m<sup>2</sup>* multiplicando el primer valor por la **densidad de ocupación** (*personas/m<sup>2</sup>*).

2. Esta tasa de consumo de ACS también se utiliza en HVAC Detallado, cuando la opción de **Datos de actividad para HVAC Detallado** se establece como *1-Datos de HVAC Simple* en las Opciones del modelo.

## Control ambiental

En la pestaña Actividad, bajo el encabezado **Control ambiental**, es posible definir diversos parámetros relacionados con el control de las condiciones ambientales del edificio: las consignas de temperatura y humedad relativa, el aire fresco mínimo por persona y los niveles mínimos de iluminancia, entre otros. A continuación se describe cada uno de estos parámetros.

### Consignas de temperatura para calefacción y refrigeración

Estas consignas se usan siempre con **HVAC Simple**, pero también con **HVAC Detallado** cuando en las **Opciones del modelo** se selecciona la opción de **Datos de actividad para HVAC Detallado**: *1-Datos de HVAC Simple*.

La forma en que la temperatura se asume en las simulaciones depende del **Tipo de control de la temperatura** establecido en las **Opciones del modelo**. Cuando se usa *1-Temperatura del aire*, la temperatura de consigna de la calefacción/refrigeración corresponde a la temperatura del aire dentro del espacio, mientras que al seleccionar *2-Temperatura operativa*, corresponde a la temperatura promedio entre la Temperatura Media del Aire y la Temperatura Media Radiante:  $(TMA + TMR) / 2$ . Cuando se selecciona *3-Otro*, es posible establecer la fracción radiante de la temperatura operativa.

**Nota:** Cuando se selecciona la opción de **Datos de actividad para HVAC Detallado**: *2-Datos de HVAC Detallado*, las consignas de temperatura no se definen aquí, sino el diálogo de Zonas HVAC de HVAC Detallado, mediante programaciones específicas.

### Calefacción (consigna regular)

Este parámetro define la **temperatura mínima** que se pretende mantener en las zonas cuando el sistema de **calefacción** es requerido, es decir, cuando en la programación de funcionamiento de la calefacción hay valores de 1.0. Representa, en cierta forma, la temperatura establecida en los termostatos físicos.

**Nota:** La consigna de temperatura de la calefacción siempre debe ser **menor** que la consigna de temperatura de la refrigeración.

### Consigna secundaria

Algunos edificios requieren un nivel bajo de calefacción durante los periodos no ocupados para evitar problemas de condensación o de formación de escarcha, o bien para evitar que el espacio alcance temperaturas demasiado bajas (lo cual podría aumentar de forma exagerada los requerimientos de calefacción al iniciar el funcionamiento del sistema). Aquí puede ingresar la **temperatura de consigna** a utilizar durante la noche, los fines de semana, los días festivos y otros periodos desocupados. Para usar la consigna secundaria, la programación de funcionamiento de la calefacción debe tener valores de 0.5 durante los periodos correspondientes.



**Nota:** Cuando se usa la opción de sincronización **Día laborable**, la consigna secundaria sólo aplica para periodos desocupados, como horarios nocturnos y días festivos, durante el invierno. No aplica durante el verano (si la calefacción ha sido desactivada para esa estación). Consulte la sección [Las programaciones y los sistemas de HVAC Simple](#) para mayor información sobre este tema.

### Refrigeración (consigna regular)

Este parámetro define la **temperatura máxima** que se pretende mantener en las zonas cuando el sistema de **refrigeración** es requerido, es decir, cuando en la programación de funcionamiento de la refrigeración hay valores de 1.0. Representa, en cierta forma, la temperatura establecida en los termostatos físicos.

**Nota:** La consigna de temperatura de la refrigeración siempre debe ser **mayor** que la consigna de temperatura de la calefacción.

### Consigna secundaria

Algunos edificios requieren un nivel bajo de refrigeración durante los periodos no ocupados para evitar que el espacio alcance temperaturas demasiado altas (lo cual podría aumentar de forma exagerada los requerimientos de refrigeración al iniciar el funcionamiento del sistema). Aquí puede ingresar la temperatura de consigna a utilizar durante la noche, los fines de semana, los días festivos y otros periodos desocupados. Para usar la consigna secundaria, la programación de funcionamiento de la refrigeración debe tener valores de 0.5 durante los periodos correspondientes.

**Nota:** Cuando se usa la opción de sincronización **Día laborable**, la consigna secundaria sólo aplica para periodos desocupados, como horarios nocturnos y días festivos, durante el verano. No aplica durante el invierno (si la refrigeración ha sido desactivada para esa estación). Consulte la sección [Las programaciones y los sistemas de HVAC Simple](#) para mayor información sobre este tema.

### Consignas de Voto Medio Predicho para calefacción y refrigeración

Las consignas de Voto Medio Predicho se basan en el índice de confort de Fanger. Estas consignas solo se usan cuando se emplea **HVAC Detallado**, siempre y cuando en las **Opciones del modelo** se seleccione la opción de [Datos de actividad para HVAC Detallado](#) 1-Datos de HVAC Simple y el [Tipo de control de la temperatura](#) 4-Voto Medio Predicho.

#### Notas:

1. Cuando se selecciona la opción de [Datos de actividad para HVAC Detallado](#) 2-Datos de HVAC Detallado, las consignas VMP no se definen aquí, sino el diálogo de Zonas HVAC de HVAC Detallado, mediante programaciones específicas.
2. Puede usar el [Calculador de confort térmico](#) para revisar valores de VMP con base en las condiciones ambientales de la zona.

### Consigna VMP (Calefacción)

Este parámetro define el **valor mínimo de Voto Medio Predicho** que se pretende mantener dentro del espacio, cuando el sistema de **calefacción** es requerido, es decir, cuando en la programación de funcionamiento de la calefacción hay valores de 1.0.

**Nota:** La consigna de VMP para calefacción siempre debe ser **negativa**.

### Consigna secundaria VMP (Calefacción)

Ingresa la consigna de Voto Medio Predicho que se usará durante los periodos en los que sólo se requiere un **nivel mínimo de calefacción** (por ejemplo durante la noche, fines de semana, días festivos y otros periodos desocupados). Para usar la consigna secundaria, la programación de funcionamiento de la calefacción debe tener valores de 0.5 durante los periodos correspondientes.

### Consigna VMP (Refrigeración)

Este parámetro define el **valor máximo de Voto Medio Predicho** que se pretende mantener dentro del espacio, cuando el sistema de **refrigeración** es requerido, es decir, cuando en la programación de funcionamiento de la calefacción hay valores de 1.0.

**Nota:** La consigna de VMP para refrigeración siempre debe ser **positiva**.

### Consigna secundaria VMP (Refrigeración)

Ingresa la consigna de Voto Medio Predicho que se usará durante los periodos en los que sólo se requiere un **nivel mínimo de refrigeración** (por ejemplo durante la noche, fines de semana, días festivos y otros periodos desocupados). Para usar la consigna secundaria, la programación de funcionamiento de la calefacción debe tener valores de 0.5 durante los periodos correspondientes.

## Consignas de humedad relativa

Con los sistemas **HVAC Simple**, y con algunos sistemas **HVAC Detallado**, es posible controlar los niveles de humedad en los ambientes interiores. En el caso específico de los sistemas con UTA la humedad se suele controlar en una **zona de control**. Aquí puede definir las consignas de humedad relativa (HR).

### Humidificación

Defina un valor, entre 0% y 100%, como consigna para la humedad relativa en modo humidificación. El sistema de humidificación se activará cuando la humedad relativa sea **igual o inferior** al valor ingresado aquí.

### Deshumidificación

Defina un valor, entre 0% y 100%, como consigna para la humedad relativa en modo deshumidificación. El sistema de humidificación se activará cuando la humedad relativa sea **igual o superior** al valor ingresado aquí.

## Consignas de temperatura para ventilación

### Ventilación natural

Estas consignas permiten modelar el control de la ventilación natural a partir de las temperaturas del **aire interior**. Tome en cuenta que el control de la ventilación natural depende también de las **opciones del modelo** seleccionadas y de los parámetros definidos en las pestañas de datos de HVAC y Aberturas (ésta última cuando se emplea la ventilación natural calculada).

#### Temperatura interior mínima

Esta opción se encuentra disponible tanto con la ventilación natural **Programada** como con la ventilación natural **Calculada** (Opciones del modelo). La ventilación natural solo se puede activar si la temperatura en el interior de la zona es **mayor** que esta consigna.

La consigna se puede establecer mediante una temperatura fija que se ingresa directamente (opción *1-Mediante valor*) o mediante una programación (opción *2-Mediante programación*). En este último caso el valor de la consigna puede variar en el tiempo.

#### Temperatura interior máxima

Esta opción se encuentra disponible tanto con la ventilación natural **Programada** como con la ventilación natural **Calculada** (Opciones del modelo). La ventilación natural solo se puede activar si la temperatura en el interior de la zona es **menor** que esta consigna.

La consigna se puede establecer mediante una temperatura fija que se ingresa directamente (opción *1-Mediante valor*) o mediante una programación (opción *2-Mediante programación*). En este último caso el valor de la consigna puede variar en el tiempo.

### Ventilación mecánica

Esta consigna permite modelar el control de la ventilación mecánica a partir de la temperatura del **aire interior**. Solo aplica cuando se usa HVAC Simple (Opciones del modelo), siempre y cuando se emplee el **Método de ventilación mecánica**: *1-Ventilación de zona (DesignFlowRate)*.

#### Temperatura mínima

Indique la temperatura mínima para la ventilación mecánica. Si la temperatura en el **interior** de la zona es mayor que el valor ingresado aquí, entonces la ventilación mecánica **se puede activar**.

#### Delta T

Es la diferencia máxima permitida entre la temperatura del aire interior y la del aire exterior, más allá de la cual la ventilación mecánica se desactiva. También está disponible sólo con HVAC Simple cuando se emplea el **Método de ventilación mecánica**: *1-Ventilación de zona (DesignFlowRate)*.

Este parámetro permite desactivar la ventilación mecánica si la temperatura del aire exterior es demasiado elevada y puede llegar a calentar el espacio, pero no está diseñado para evitar corrientes de aire excesivas. Por ejemplo, si se especifica un valor de 2°C, se asume que la ventilación mecánica estará disponible sólo si la temperatura del aire exterior está por lo menos 2°C por debajo de la temperatura del aire interior. Si la temperatura de bulbo seco del aire exterior

esta solo 1°C por debajo de la temperatura de bulbo seco del aire interior, entonces la ventilación mecánica se desactiva automáticamente. Los valores en este campo pueden incluir números negativos, lo que permite que la ventilación mecánica ocurra incluso cuando la temperatura del aire exterior sea mayor que la temperatura del aire interior. La siguiente tabla resume el efecto de diferentes valores para este parámetro:

Valor Delta T	Efecto
2.0	La ventilación mecánica solo funciona cuando la temperatura exterior es al menos 2°C inferior a la temperatura interior.
0.0	La ventilación mecánica sólo funciona cuando la temperatura exterior es menor a la temperatura interior.
-2.0	La ventilación mecánica funciona cuando la temperatura exterior es hasta 2°C superior a la temperatura interior.
-50.0	En términos prácticos la ventilación mecánica no es controlada por la diferencia de temperaturas.

**Nota:** Un valor negativo grande permite la ventilación mecánica aun si la temperatura del aire exterior es bastante mayor a la temperatura del aire interior. Esto resulta útil para mantener una ventilación mecánica constante o como una manera de estimar el efecto de la ventilación en el cálculo de cargas.

## Aire exterior mínimo

En esta sección se define la cantidad mínima de aire exterior que debe ingresarse al interior del edificio por medio del sistema de **ventilación mecánica**, principalmente para evitar la acumulación de aire viciado. Hay dos maneras de definir la cantidad mínima de aire exterior:

- **Aire exterior por persona:** Litros por segundo por persona (l/s-persona)
- **Aire exterior por área:** Litros por segundo por área (l/s-m<sup>2</sup>)

La forma en que serán empleados estos datos depende del **Método de definición del aire exterior** especificado en la pestaña de datos de HVAC:

**2-Aire exterior mínimo (por persona).** El caudal de aire exterior se calcula como: **Aire exterior por persona** (l/s-personas) x **Densidad** (personas/m<sup>2</sup>) x **Superficie de la Zona** (m<sup>2</sup>).

**3-Aire exterior mínimo (por área).** El caudal de aire exterior se calcula como: **Aire exterior por área** (l/s-m<sup>2</sup>) x **Superficie de la Zona** (m<sup>2</sup>).

**4-Aire exterior mínimo (por persona + por área).** El caudal de aire exterior es la **suma** de los caudales calculados con **Aire exterior por persona** y **Aire exterior por área**.

**5-Aire exterior mínimo (máx. por persona o por área).** Se emplea el mayor de los caudales calculados con **Aire exterior por persona** y **Aire exterior por área**.

**Nota:** Si en la pestaña de datos de HVAC se elige el método de definición del aire exterior **1-Por zona**, entonces los datos de aire fresco por persona y por área no se usan.

## Consignas de CO<sub>2</sub> y contaminante genérico

Si usa **HVAC Detallado**, y selecciona la opción de **Datos de actividad para HVAC Detallado**: 1- *Datos de HVAC Simple*, es posible controlar la ventilación mecánica mediante las opciones 3- *Método de Calidad del Aire Interior (IAQP)* o 6- *Método de Calidad del Aire Interior (IAQP) contaminante genérico*. En esos casos debe ingresar aquí los valores correspondientes

### Consigna de concentración de CO<sub>2</sub>

Ingresa en este campo la **consigna de concentración constante de CO<sub>2</sub>**, en partes por millón (ppm).

### Concentración mínima de CO<sub>2</sub>

Ingresa en este campo la **concentración mínima permitida de CO<sub>2</sub>**, en partes por millón (ppm).

### Consigna de concentración de contaminante genérico

Ingresa en este campo la **consigna de concentración constante de contaminante genérico**, en partes por millón (ppm).

## Iluminación

### Nivel mínimo de iluminancia

Se trata del nivel mínimo de iluminancia (en lux) requerido en las zonas, el cual será medido por el primer **sensor de luz diurna**. Se trata también del nivel de iluminancia que será producido por el sistema general de iluminación artificial cuando éste funcione con su máxima potencia.

Los valores de iluminancia recomendados dependen del tipo de actividad. Algunos valores pueden ser consultados en el *Lighting Handbook* de la *Illuminating Engineering Society of North America*, y en la *CIBSE A Guide*. Por ejemplo, un valor típico para oficinas (excluyendo terminales de computadoras) es de 500 lux.

**Nota:** El nivel mínimo de iluminancia se emplea, junto con los parámetros establecidos en la pestaña de datos de Iluminación, para calcular las ganancias de calor y los consumos energéticos asociados a la iluminación general.

### Densidad de iluminación de tarea y acento

El valor ingresado aquí, en W/m<sup>2</sup>, se emplea como valor predeterminado para la iluminación de tarea y acento en la pestaña de datos de **Iluminación**. En ese sentido, se copia automáticamente en el campo **Ganancia**, bajo el encabezado **Iluminación de tarea y acento**, cuando se carga una nueva plantilla de Iluminación. El objeto de indicarla aquí es garantizar que la densidad de iluminación de tarea y acento sea acorde con la actividad.

## Ganancias por aparatos, equipos y maquinaria

En este grupo de encabezados es posible activar diversos tipos de aparatos y equipos para que sean considerados en las simulaciones energéticas, así como definir los parámetros que

determinan sus **aportes de calor** y sus **consumos energéticos**. Las categorías se conciben como un recurso para ingresar datos y recopilar resultados de manera más ordenada, pero en estricto sentido todas las ganancias se podrían agrupar en cualquiera de las categorías. En todo caso, debe tener en cuenta que la cantidad de opciones y datos varía dependiendo de la categoría.

**Nota:** Algunos espacios, como las salas de servidores, pueden tener ganancias de calor muy elevadas. En casos extremos es posible que los valores del control deslizante no sean suficientes, por lo que se recomienda desactivar la opción **Usar controles deslizantes** (Opciones del programa).

## Ganancias por computadoras y equipos de oficina

En estas dos categorías puede especificar **tasas de ganancias de calor** asociadas a las computadoras y otros equipos de oficina, por unidad de área de suelo ( $\text{W/m}^2$ ). Se asume que el combustible empleado es electricidad, y que todas las ganancias de calor serán emitidas en el interior del edificio.

### Programación

Puede emplear una programación para definir en qué periodos se darán las ganancias de calor asociadas a las computadoras y equipos de oficina. Los valores de la programación modifican proporcionalmente las ganancias de calor. Un valor de 0.0 indica que ningún equipo se encuentra encendido; un valor de 1.0 indica que todos los equipos se encuentran encendidos; un valor de 0.3 indica que el 30% de los equipos se encuentran encendidos. En periodos desocupados puede incluir un valor bajo, por ejemplo 0.05, para indicar que las computadoras se encuentran en modo de espera (*standby*).

**Nota:** Para poder indicar una programación es necesario que la opción **Las ganancias internas operan con la ocupación** (Opciones del modelo) no se encuentre activada.

### Fracción radiante

Es un número decimal comprendido entre 0.0 y 1.0. Se emplea para calcular la porción del calor generado por los equipos que será emitido al espacio como **radiación de onda larga**. Un valor de 0.0 significa que las ganancias de calor serán emitidas exclusivamente por **convección** (todo el calor se transfiere al aire de la zona). Un valor de 1.0 significa que las ganancias de calor serán emitidas exclusivamente por **radiación** (todo el calor se transfiere a las superficies interiores). Un valor típico es entre 0.1 y 0.2.

## Ganancias por misceláneos, procesos y cocina

En estas tres categorías puede especificar **tasas de ganancias de calor** asociadas a diferentes tipos de aparatos y maquinaria, por unidad de área de suelo ( $\text{W/m}^2$ ). A diferencia de las categorías anteriores, se considera que los aparatos pueden funcionar con diferentes tipos de combustible, que pueden generar ganancias de calor latente, y que una parte de los aportes de calor puede ser expulsada al exterior del edificio.

## Programación

Puede emplear una programación para definir en qué periodos se darán las ganancias de calor asociadas a los aparatos. Los valores de la programación modifican proporcionalmente las ganancias de calor. Un valor de 0.0 indica que ningún aparato se encuentra encendido; un valor de 1.0 indica que todos los aparatos se encuentran encendidos; un valor de 0.3 indica que el 30% de los misceláneos se encuentran encendidos.

**Nota:** Para poder indicar una programación es necesario que la opción **Las ganancias internas operan con la ocupación** (Opciones del modelo) no se encuentre activada.

## Combustible

El tipo de combustible empleado por los aparatos se puede seleccionar de la lista desplegable. Tenga en cuenta que actualmente en los resultados estos combustibles se agrupan en una lista más reducida, como se muestra en la siguiente tabla:

Combustible definido en datos del Modelo	Combustible asignado en los resultados
1-Electricidad de la red	Electricidad
2-Gas natural	Gas
3-Gasoil	Gasoil
4-Carbón	Solido
5-Gas LP	Gas
6-Biogás	Gas
7-Antracita	Solido
8-Coque y semicoque	Solido
9-Combustible mixto (mineral + madera)	Otro
10-Biomasa	Otro
11-Calor residual	Otro

## Fracción de pérdida

Es un número decimal comprendido entre 0.0 y 1.0. Se emplea para establecer la porción del calor generado por los aparatos que será **expulsada al exterior del edificio**, evitando que afecte el balance térmico de las zonas. Se podría entender, por ejemplo, como la cantidad de energía eléctrica convertida en trabajo mecánico, o como el calor perdido con la expulsión de humos y vapor. Un valor de 0.0 significa todas las ganancias asociadas a los aparatos serán emitidas al **interior**. Un valor de 1.0 significa todas serán emitidas al **exterior**.

## Fracción latente

Es un número decimal comprendido entre 0.0 y 1.0. Se emplea para establecer la porción del calor generado por los aparatos que será emitido al espacio en forma de **calor latente**. El calor latente no afecta directamente la temperatura interior, pero representa un aumento en los niveles de humedad. Un valor de 0.0 significa que **ninguna parte** de las ganancias será emitida en forma de calor latente. Un valor de 1.0 significa que **todas** las ganancias de calor serán emitidas en forma de calor latente.



## Fracción radiante

Es un número decimal comprendido entre 0.0 y 1.0. Se emplea para establecer la porción del calor generado por los misceláneos que será emitido al espacio como **radiación de onda larga**. Un valor de 0.0 significa que **ninguna parte** de las ganancias de calor será emitida como calor radiante. Un valor de 1.0 significa que **todas** las ganancias de calor serán emitidas exclusivamente como calor radiante. El valor típico es entre 0.1 y 0.5.

## Calculo de las ganancias de calor

La energía empleada por los aparatos y equipos se manifiesta, en última instancia, como calor que contribuye a las cargas térmicas de la zona. En la simulación este calor se divide en cuatro fracciones diferentes: **latente**, **radiante**, **pérdida** y **convectiva**. Ésta última no se define explícitamente, sino que se deriva de las otras fracciones:

$$F_{\text{convección}} = 1.0 - (\text{Fracción latente} + \text{Fracción radiante} + \text{Fracción de pérdida})$$

**Nota:** Si la Fracción latente + Fracción radiante + Fracción de pérdida es mayor que 1.0, recibirá un mensaje de error.

## Datos de Cerramientos

DesignBuilder emplea componentes denominados **Cerramientos** para modelar los elementos constructivos opacos del edificio: muros, cubiertas y suelos, entre otros. Estos componentes se establecen en la pestaña de datos de Cerramientos, en la pantalla de edición, y pueden ser definidos en conjunto mediante **Plantillas de cerramientos**.

Además de la composición de los cerramientos propiamente dichos, en esta pestaña se define:

- La composición de las **sub-superficies** que se hayan trazado en cualquier cerramiento.
- Los parámetros para incluir una determinada cantidad de **masa térmica interna**.
- Las condiciones de **adyacencia** de los cerramientos.
- Los criterios para determinar las **áreas y volúmenes** del modelo geométrico.
- Los algoritmos empleados para calcular la **convección superficial** de los cerramientos.
- El nivel de **estanqueidad al aire** de las zonas, que depende en gran medida de las características de la envolvente.

**Nota:** El comportamiento térmico de los cerramientos, y la forma en que absorben la radiación solar, depende de las propiedades termofísicas y ópticas de los materiales que los componen. En ese sentido, es importante revisar con detalle su composición, principalmente en lo que respecta a los niveles de aislamiento (Valor U) y masa térmica (Capacidad térmica interna), así como las propiedades superficiales de las capas de material expuestas al exterior y al interior.

## Plantilla de cerramientos

El sistema de plantillas de DesignBuilder permite ingresar “paquetes de información” en forma rápida. En el caso de las plantillas de cerramientos, estas definen la composición de todos los

cerramientos del edificio (muros, cubiertas y suelos, entre otros), además de otros datos relacionados.

**Nota:** Recuerde que el sistema de herencia jerárquica de datos de DesignBuilder permite que los datos de una plantilla asignada en un determinado nivel se hereden a los niveles inferiores. Por ejemplo, los datos establecidos en el nivel Edificio se heredan a los niveles de Bloque, Zona y Superficie. Se recomienda consultar la sección [Jerarquía del modelo y herencia de datos](#).

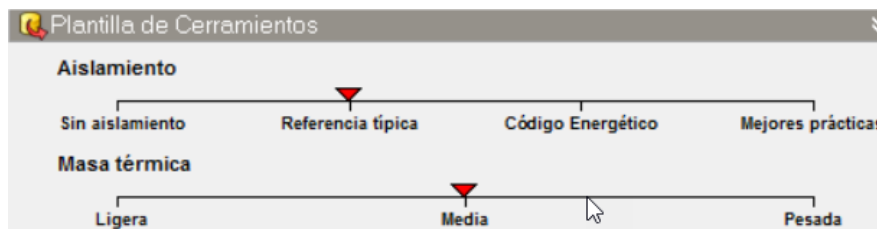
Hay dos formas de ingresar plantillas de cerramientos, dependiendo de la opción de **Datos de cerramientos y acristalamiento** seleccionada como parte de las **Opciones del modelo** (ver descripción más abajo):

- **Pre-diseño**
- **General**

**Nota:** Cualquiera que sea la opción seleccionada, Pre-diseño o General, también es posible cargar plantillas mediante la herramienta **Cargar datos desde plantillas**, disponible en la barra de herramientas y en el menú Editar.

### Plantillas de cerramientos con la Opción del modelo *Pre-diseño*

La opción **Pre-diseño** permite ingresar las plantillas de cerramientos en forma simplificada, mediante dos controles deslizantes. El primer control incluye 4 niveles de aislamiento, mientras que el segundo incluye 3 niveles de masa térmica:



Cada combinación de nivel de aislamiento y masa térmica (12 combinaciones en total), permite asignar una plantilla de cerramientos distinta. Estas plantillas se ubican en la carpeta *Diseño inicial*.

### Plantillas de cerramientos con la Opción del modelo *General*

Esta es la **opción predeterminada** para definir plantillas de Cerramientos. En este caso es posible cargar cualquier plantilla disponible en el modelo. Para ello debe hacer clic en el cuadro de texto de la plantilla, y luego en los puntos suspensivos que aparecen a la derecha. A continuación se abre un dialogo en el que puede seleccionar la plantilla deseada. Todos los datos de la plantilla se cargarán automáticamente en el modelo.

**Nota:** Cuando el programa se usa en **Modo aprendizaje** también es posible seleccionar y cargar plantillas desde el panel de Datos (a la derecha de la pantalla).

## Cerramientos

En el encabezado **Cerramientos** de la pestaña de datos de Cerramientos hay varias secciones para definir de manera personalizada la composición de los elementos constructivos opacos del edificio. De manera predeterminada todos los tipos de cerramientos se cargan desde la plantilla de cerramientos seleccionada. A continuación se describen algunos aspectos importantes relacionados con el modelado de los cerramientos en DesignBuilder.

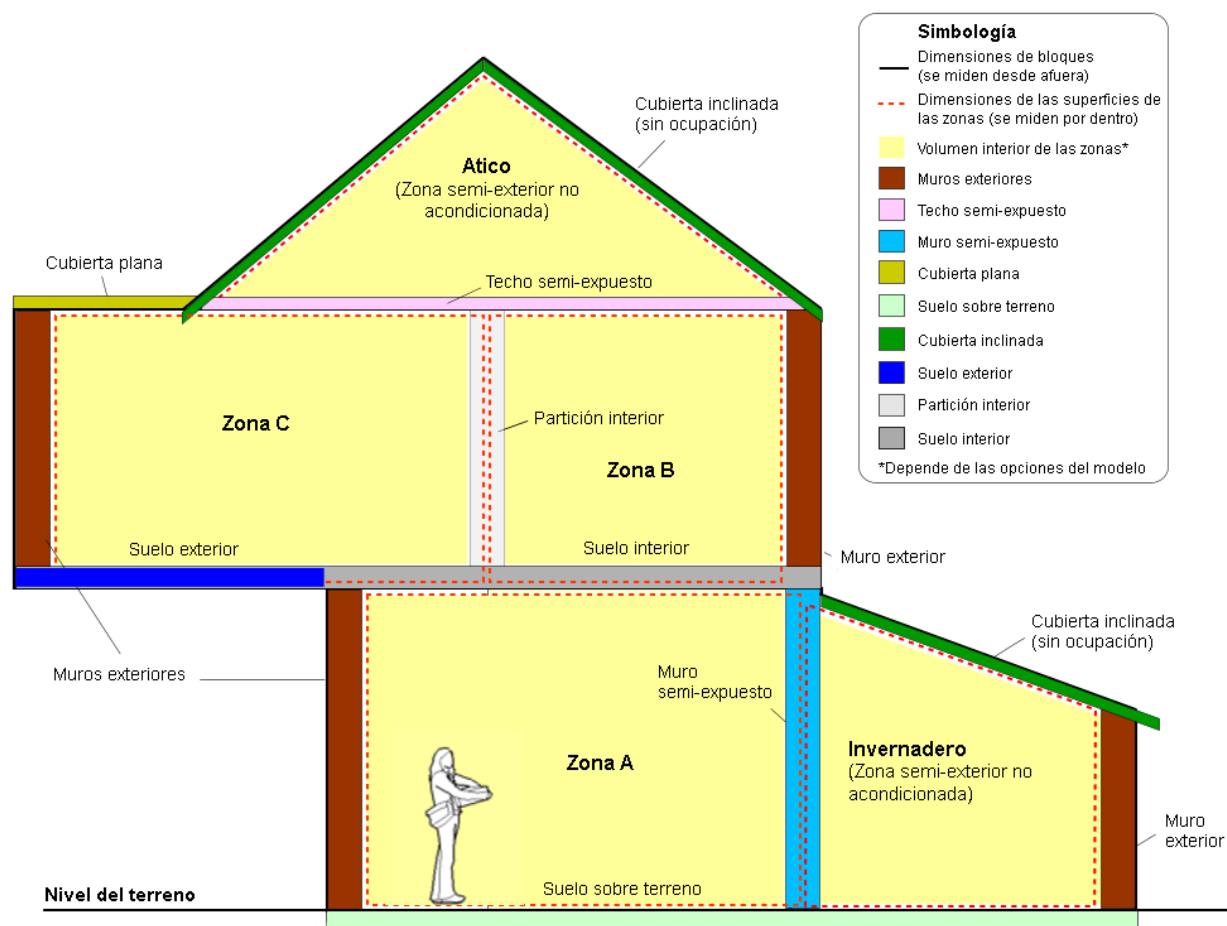
### Ver y editar detalles de los cerramientos

Para revisar o editar los detalles de un cerramiento se puede hacer doble clic sobre el nombre correspondiente, con lo cual se abre el diálogo de edición. Por otro lado, si la interfaz del programa se encuentra en **Modo aprendizaje**, al hacer un clic sobre el nombre del cerramiento sus propiedades se muestran en el panel de **Datos** (a la derecha de la pantalla). En ese caso también puede abrir el diálogo de edición haciendo clic en el icono **Editar elemento seleccionado** (en la parte superior del panel).

**Nota:** Recuerde que solo se pueden editar los cerramientos **personalizados**, no los que pertenecen a las bibliotecas cargadas con DesignBuilder. Si desea editar un cerramiento de la biblioteca de DesignBuilder primero debe copiarlo y renombrarlo.

### Identificación automática de los tipos de cerramientos

En el sistema de modelado de DesignBuilder no es necesario indicar explícitamente que tipo de cerramiento es cada una de las superficies del edificio. El programa establece automáticamente el tipo de cerramiento, de acuerdo a su ubicación relativa en el modelo 3D, como se muestra en el siguiente diagrama.



Además de los distintos tipos de cerramientos, el diagrama muestra con líneas punteadas rojas una de las opciones para definir las dimensiones “reales” de las zonas que serán transferidas al motor de cálculo de EnergyPlus. Sin embargo, la versión actual de DesignBuilder ofrece mucha más flexibilidad para definir dichas dimensiones, como se puede consultar en la sección [Geometría, áreas y volúmenes](#).

**Nota:** Si bien DesignBuilder puede mostrar los cerramientos con un determinado grosor, éste es sólo de carácter geométrico. En el modelo empleado por el motor de simulación los cerramientos son siempre **superficies planas simples**, y sus propiedades termo-físicas se derivan de la descripción de las capas de material que las conforman (incluyendo el grosor de cada capa).

## Definición de cerramientos

### Muros exteriores

Los cerramientos de **muro exterior** se aplican a todas las superficies “verticales” del edificio que se encuentran expuestas directamente al ambiente exterior. Por lo regular se ven afectados por las condiciones del aire exterior y la radiación solar, aunque esta última puede ser obstruida si existen elementos de sombreado vecinos. El que un cerramiento de este tipo se considere “vertical”, y por lo tanto muro, depende del **Ángulo de transición cubierta-muro** establecido en las **Opciones del Modelo** (estando en el nivel bloque).

## Muros enterrados

Los cerramientos de **muro enterrado** se aplican a todas las superficies verticales del edificio que se consideran en contacto con el terreno. Estos cerramientos no se ven afectados por las condiciones del aire exterior y la radiación solar, sino por las **temperaturas del terreno**.

## Cubiertas planas

Los cerramientos de **cubierta plana** se aplican a todas las superficies horizontales del edificio que se encuentran expuestas directamente al ambiente exterior. Por lo regular se ven afectados por las condiciones del aire exterior y la radiación solar, aunque esta última puede ser obstruida si existen elementos de sombreado vecinos.

**Nota:** Cuando una cubierta plana (también aplica para suelos interiores) tiene un falso techo debajo de ella, hay dos maneras de modelarlo:

1. Incluyendo la cámara de aire y el material del techo (por ejemplo placa de yeso) como parte de la composición de la cubierta.
2. Modelando la cámara de aire como una zona térmica, generalmente definida como **4-Plenum** (pestaña de datos de Actividad).

## Cubiertas inclinadas (con ocupación)

Los cerramientos de **cubierta inclinada (con ocupación)** se aplican a todas las superficies “**inclinadas**” del edificio que se encuentran expuestas directamente al ambiente exterior y que están vinculadas a **espacios ocupados** del edificio. Por lo regular se ven afectados por las condiciones del aire exterior y la radiación solar, aunque esta última puede ser obstruida si existen elementos de sombreado vecinos. El que un cerramiento expuesto se considere “inclinado”, y por lo tanto cubierta inclinada, depende del **Ángulo de transición cubierta-muro** establecido en las **Opciones del Modelo** (estando en el nivel bloque).

## Cubiertas inclinadas (sin ocupación)

Los cerramientos de **cubierta inclinada (sin ocupación)** se aplican a todas las superficies “**inclinadas**” del edificio que se encuentran expuestas directamente al ambiente exterior y que están vinculadas a **espacios desocupados** del edificio (zonas **semi-extteriores no acondicionadas**). Por lo regular se ven afectados por las condiciones del aire exterior y la radiación solar, aunque esta última puede ser obstruida si existen elementos de sombreado vecinos. El que un cerramiento expuesto se considere “inclinado”, y por lo tanto cubierta inclinada, depende del **Ángulo de transición cubierta-muro** establecido en las **Opciones del Modelo** (estando en el nivel bloque).

## Particiones

Los cerramientos de **partición** se aplican a todos los muros interiores, es decir, muros que dividen dos zonas entre sí, siempre y cuando ambas zonas sean **ocupadas**. Cuando una zona es ocupada y la otra desocupada se emplea un cerramiento del tipo semi-expuesto (ver más abajo).

**Nota:** Dado que las particiones pertenecen a dos zonas simultáneamente, solo se pueden definir en los niveles de Edificio, Bloque y Superficie, pero no en el nivel Zona. Para saber más sobre este tema se recomienda revisar la sección [Jerarquía del modelo y herencia de datos](#).

## Semi-expuestos

### Muros semi-expuestos

Los cerramientos de **muro semi-expuesto** se aplican a todos los muros que separan zonas **acondicionadas** de zonas **no acondicionadas**. Para ordenar correctamente las capas de estos cerramientos, DesignBuilder determina los tipos de zona con base en la selección hecha en la pestaña de datos de Actividad. La capa de material “más externa” será la adyacente a la zona no acondicionada.

### Techos semi-expuestos

Los cerramientos de **techo semi-expuesto** se aplican a todos los techos que separan zonas **acondicionadas** de zonas **no acondicionadas** (por ejemplo un ático no ocupado). Para ordenar correctamente las capas de estos cerramientos DesignBuilder identifica los tipos de zona con base en la selección hecha en la pestaña de datos de Actividad. La capa de material “más externa” será la adyacente a la zona no acondicionada.

### Suelos semi-expuestos

Los cerramientos de **suelo semi-expuesto** se aplican a todos los suelos que separan zonas **acondicionadas** de zonas **no acondicionadas** (por ejemplo estacionamientos subterráneos). Para ordenar correctamente las capas de estos cerramientos DesignBuilder identifica los tipos de zona con base en la selección hecha en la pestaña de datos de Actividad. La capa de material “más externa” será la adyacente a la zona no acondicionada.

## Suelos

### Suelos sobre terreno

Los cerramientos de **suelo sobre terreno** se aplican a todos los suelos del edificio que se consideran en contacto con el terreno. Estos cerramientos no se ven afectados por las condiciones del aire exterior y la radiación solar, sino por las [temperaturas del terreno](#).

### Suelos enterrados

Estos cerramientos solo se usan en modelos ASHRAE 90.1, y se aplican a zonas cuyos suelos están por debajo del nivel del terreno. Estos cerramientos no se ven afectados por las condiciones del aire exterior y la radiación solar, sino por las [temperaturas del terreno](#).

**Nota:** Este tipo de cerramientos ha sido concebido para distinguir entre los **suelos sobre terreno** (*slab-on-grade*) y los **suelos enterrados**, que no son definidos ni regulados en el estándar ASHRAE 90.1. En DesignBuilder se asigna el mismo cerramiento de suelo enterrado al modelo propuesto y al modelo base. Dicho cerramiento se define mediante capas de materiales, y no mediante un Factor-F como se suele hacer con los suelos sobre terreno.

## Suelos exteriores

Los cerramientos de **suelo exterior** se aplican a todos los suelos que se encuentran expuestos directamente al ambiente exterior. Por lo regular se ven afectados por las condiciones del aire exterior y la radiación solar (indirecta), aunque esta última puede ser obstruida si existen elementos de sombreado vecinos.

## Suelos interiores

Los cerramientos de **suelo interior** se aplican a todos los suelos que dividen dos zonas entre sí, siempre y cuando ambas zonas sean **ocupadas**. Cuando la zona superior es desocupada se usa en su lugar un cerramiento de techo semi-expuesto. Cuando la zona inferior es desocupada, se emplea en su lugar un cerramiento de suelo semi-expuesto.

## Sub-superficies

Las **sub-superficies** representan partes de los cerramientos en las que **cambia su composición**, es decir, la definición de las capas de materiales. Se pueden emplear, por ejemplo, para modelar puentes térmicos o cerramientos con partes diferenciadas. Es posible definir sub-superficies para muros exteriores, cerramientos interiores y cubiertas, así como para especificar la composición de las puertas exteriores e interiores:

**Muros:** Se asigna a las sub-superficies dibujadas sobre muros exteriores.

**Interiores:** Se asigna a las sub-superficies dibujadas sobre superficies interiores (particiones, suelos internos, etc.).

**Cubiertas:** Se asigna a las sub-superficies dibujadas sobre cubiertas planas o inclinadas.

**Puertas exteriores:** Define la composición de las puertas expuestas al ambiente exterior.

**Puertas interiores:** Define la composición de las puertas ubicadas entre dos zonas del edificio.

Las sub-superficies son modeladas con el mismo nivel de detalle que las superficies estándar, incluyendo el efecto de masa térmica. Sin embargo debe tomar en cuenta que no se consideran los flujos de calor entre la sub-superficie y el cerramiento en el que se ubica.

**Nota:** Para añadir una sub-superficie al modelo es necesario ir a la superficie correspondiente, en la pantalla de edición, y seleccionar el comando **Dibujar sub-superficie**. Las puertas se crean de manera similar, pero con la herramienta **Dibujar puerta**.

## Masa térmica interna

En los procesos de cálculo de refrigeración y simulación dinámica DesignBuilder toma en cuenta la **masa térmica** aportada por los cerramientos que delimitan las zonas (muros, particiones, suelos, cubiertas). Sin embargo también es posible incluir una determinada cantidad de **masa térmica adicional**, por ejemplo para considerar el efecto de elementos que no han sido modelados de manera explícita: particiones omitidas en zonas agrupadas, mobiliario, estructura, etc. Hay dos maneras de incluir masa térmica adicional:

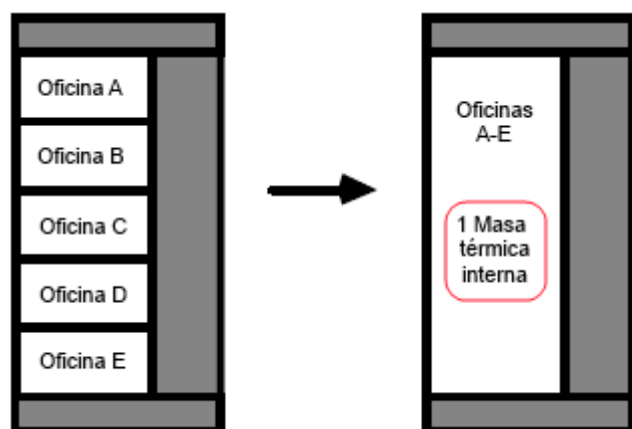
1. Definir en este encabezado un **Cerramiento de masa interna** (niveles Edificio, Bloque y Zona) y dibujar **particiones libres**, es decir, que no se conectan con otros muros en ambos extremos.



2. Definir en este encabezado un **Cerramiento de masa interna** (niveles Edificio, Bloque y Zona) y un **Área expuesta** para dicho cerramiento (solo nivel Zona).

La masa térmica definida con estos dos métodos se agrupa en cada zona y se modela en EnergyPlus de manera “no geométrica”. A continuación se muestra un ejemplo de aplicación de la masa térmica interna:

En el siguiente modelo, cinco oficinas orientadas al oeste se han combinado como una zona única. Todas las oficinas tienen particiones del mismo material. Como se muestra en la imagen de abajo, las oficinas pueden ser modeladas mediante 5 muros exteriores y 11 muros interiores (imagen de la izquierda), o mediante 1 muro exterior, 3 muros interiores y 1 masa interna (imagen de la derecha). Es importante considerar que al reducir el número de superficies en el modelo las simulaciones con EnergyPlus pueden ser significativamente más rápidas.



**Nota:** La omisión de particiones, y su representación mediante una determinada cantidad de masa térmica interna, solo se recomienda cuando estas no son importantes para calcular las reflexiones de radiación solar internas.

## Cerramientos

Aquí puede seleccionar el componente de **cerramiento** que será empleado para calcular la cantidad de masa térmica interna, de acuerdo con los materiales que lo componen. La selección se puede hacer en los niveles de Edificio, Bloque y Zona. Este cerramiento se usa tanto con las **particiones libres** como con el **Área expuesta**.

## Área expuesta

Aquí puede indicar el **área expuesta** de cerramiento de masa térmica interna. El área especificada debe abarcar la totalidad de la superficie que queda expuesta en la zona. Si las dos caras de un muro están completamente dentro de la zona, entonces se deben considerar ambas superficies. Este parámetro solo se puede indicar en el nivel Zona.

## Multiplicador de capacitancia de zona

Este parámetro se puede modificar, estando en el nivel Edificio, para ajustar la capacitancia térmica efectiva del aire en las zonas del edificio. Un multiplicador de 1.0 significa que la

capacitancia es la normal para el aire húmedo de cada zona. Puede establecer un valor mayor, por ejemplo, si requiere incrementar la estabilidad de la simulación, o bien para modelar el aumento de la capacitancia térmica del aire debido a objetos ubicados dentro de la zona, como mobiliario, aparatos, papelería, etc.

## Bloque de componente

Los **bloques de componente** se pueden emplear para modelar las sombras y reflexiones producidas por elementos de sombreado, edificios vecinos y árboles, entre otros objetos. Los datos del modelo relacionados con los bloques de componente permiten definir su material, su transmitancia máxima y una programación para incluir variaciones de dicha transmitancia en el tiempo. Por ejemplo, puede utilizar bloques de componente para modelar árboles de hoja caduca, que arrojan más sombra en verano que en invierno.

**Nota:** Los bloques de componente también se pueden emplear para definir la adyacencia de los cerramientos al terreno o a otros espacios con condiciones térmicas similares (adyacencia adiabática). Puede saber más sobre este tema en la sección **Bloques de componente**.

## Considerar sombras y reflexiones

Marque esta opción para considerar en las simulaciones que los bloques de componente producen sombras y reflexiones sobre el edificio. Así, se tomarán en cuenta los siguientes efectos:

- La reflexión de la radiación solar, en forma tanto directa como difusa.
- La obstrucción de la radiación solar directa.
- La obstrucción de la radiación solar difusa proveniente de superficies vecinas y del cielo.
- La obstrucción de la radiación solar difusa proveniente del suelo.

### Notas:

1. Además de activar esta casilla, para modelar las sombras y reflexiones debe seleccionar las Opciones del modelo **Modelar reflexiones (también sombreado sobre el terreno)** y **Distribución solar: 2-Completa exterior o 3-Completa interior y exterior**.
2. Los bloques de componente pueden arrojar sombras en la pantalla de **visualización**, incluso si esta casilla se desactiva en la pestaña de datos de Cerramientos.

## Nivel

Puede establecer que, en los análisis paramétricos y de optimización, los bloques de componente se consideran parte del edificio o del sitio:

**1-Edificio.** Los bloques de componente se consideran parte del edificio, y por lo tanto se rotan junto con él cuándo en los análisis paramétricos y de optimización se varía la **Orientación**.

**2-Sitio.** Los bloques de componente se consideran parte del sitio (por ejemplo edificios existentes), y por lo tanto NO se rotan junto con el edificio cuándo en los análisis paramétricos y de optimización se varía la **Orientación**.

## Material

El **material** del bloque de componente define la **absortancia solar y visible** de sus superficies, parámetro que se usa para modelar las reflexiones de la radiación solar, tanto en los cálculos de diseño de refrigeración como en las simulaciones. También define la textura aplicada a los bloques de componente en la pantalla de **Visualización** (la textura solo afecta su apariencia y no sus propiedades ópticas).

**Nota:** Los bloques de componente **no se consideran** como objetos que absorben y emiten calor. Aun cuando un bloque de componente este en contacto con el edificio, de ninguna manera modificará los flujos de calor por conducción.

## Transmitancia máxima

Puede definir la transmitancia solar máxima asignada a los bloques de componente. Se trata de un valor fraccional que determina en qué medida estos dejan pasar la radiación solar. Un valor de 0.0 significa que los bloques son totalmente opacos, mientras que un valor de 1.0 indica que son completamente transparentes.

La transmitancia máxima se multiplica por los valores de la programación de transmitancia (ver abajo) para determinar el valor de transmitancia empleado en las simulaciones con EnergyPlus:

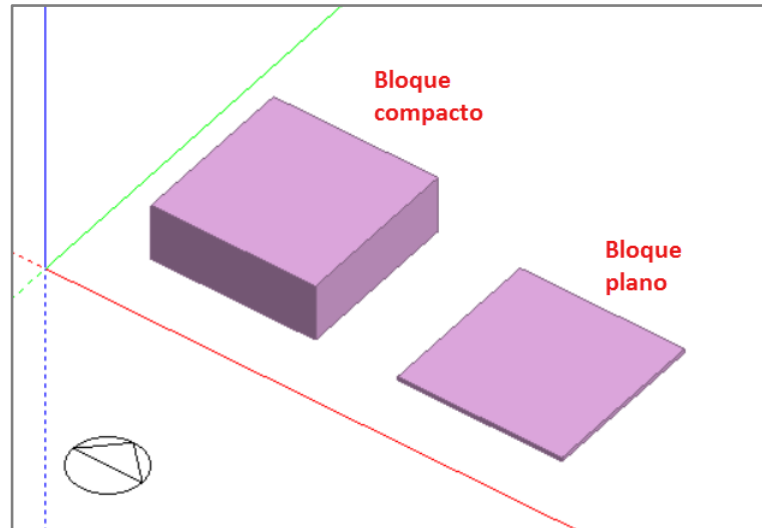
$$\text{Transmitancia} = \text{Transmitancia máxima} \times \text{Valor de programación}$$

De manera predeterminada los bloques de componente se consideran permanentemente opacos, por lo que se les asigna una transmitancia de **0.0** y una programación de transmitancia **On** (valor 1.0 constante). Si se desea considerar que los bloques dejan pasar una parte de la radiación solar de manera constante, se recomienda indicar un valor de transmitancia mayor a 0.0 y menor a 1.0, dejando la programación **On**. Si se requiere modelar bloques de componente cuya transmisión solar varía en el tiempo, se recomienda asignar una transmitancia máxima de 1.0 y establecer una programación con valores fraccionales que la reduzcan en el tiempo.

Sin embargo, para definir de manera adecuada la transmitancia solar en los bloques de componente es muy importante tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Aunque los bloques de componente se muestran en DesignBuilder como objetos sólidos, en realidad están compuestos por un determinado número de superficies. Los valores de transmitancia se aplican a esas superficies.
- b) El número de superficies consideradas en los bloques de componentes depende de su proporción (ver imagen de abajo). Cuando un bloque de componente es plano, es decir, cuando dos de sus superficies son bastante mayores que el resto, DesignBuilder lo pasa a EnergyPlus como **una única superficie**. Cuando el bloque de componente no es plano, es decir, cuando tiene una forma más compacta, DesignBuilder pasa a EnergyPlus todas las superficies que lo conforman. La definición de un bloque como plano o compacto depende de la **Proporción de las dos áreas mayores para definir bloques planos** establecida en las Opciones del modelo.
- c) De acuerdo a lo anterior, cuando un bloque de componente es **plano** la radiación solar atravesará una sola superficie antes de llegar al edificio. En ese caso la transmitancia asignada al bloque de componente será la “transmitancia final”.

d) En cambio, cuando un bloque de componente es **compacto** (no plano) la radiación solar atravesará al menos dos superficies antes de llegar al edificio. En ese caso la “transmitancia final” se verá afectada por la transmitancia de las diversas superficies, y será difícil controlarla de manera precisa. Debido a ello, se recomienda usar valores de transmitancia superiores a 0.0 solo con bloques de componente planos, es decir, no usar bloques de componente compactos (no-planos) para modelar elementos que dejan pasar una parte de la radiación solar.



Adicionalmente, debe considerar los siguientes aspectos al modelar la transmisión solar a través de los bloques de componente:

- La transmitancia es la misma para la radiación directa y difusa.
- La transmitancia para la radiación directa es independiente de su ángulo de incidencia sobre la superficie.
- La radiación directa que incide sobre una superficie de sombreado no cambia su dirección, es decir, no hay un componente *directa-a-difusa*.
- Las inter-reflexiones entre las superficies de sombreado y entre estas y el edificio no se consideran.
- Para el cálculo de iluminación natural con EnergyPlus la transmitancia visible de la superficie de sombreado se considera igual que la transmitancia solar.
- Actualmente la transmitancia de los bloques de componente no son considerados en los cálculos de iluminación natural con Radiance, por lo que estos parámetros no se toman en cuenta con el módulo de **Iluminación natural**.
- Los dispositivos de sombreado se consideran opacos a la radiación de onda larga, sin importar el valor de transmitancia indicado aquí.

### Programación de transmitancia

La programación de transmitancia permite ingresar valores, entre 0.0 y 1.0, que modifican la transmitancia máxima en el tiempo (solo en las simulaciones con EnergyPlus). Por ejemplo en los periodos en los que la programación tiene un valor de 0.3 la transmitancia máxima se reduce al

30%. Si la transmitancia máxima es de 0.8 la transmitancia “real” en esos periodos será de 0.24 (ya que  $0.8 * 0.3 = 0.24$ ). Este mecanismo ofrece una gran flexibilidad para modelar objetos cuya capacidad de sombreado **cambia con el tiempo**, como árboles y pantallas vegetales de hoja caduca, toldos que se quitan y se ponen, etc.

## Adyacencia

De manera predeterminada DesignBuilder establece las condiciones de adyacencia de los diferentes cerramientos de acuerdo a su ubicación. Por ejemplo, todos los cerramientos en contacto con el terreno o por debajo de este se consideran adyacentes al terreno. Sin embargo en este encabezado es posible definir de manera personalizada la adyacencia de los cerramientos, estando en los niveles Bloque, Zona y Superficie. Las opciones disponibles son las siguientes:

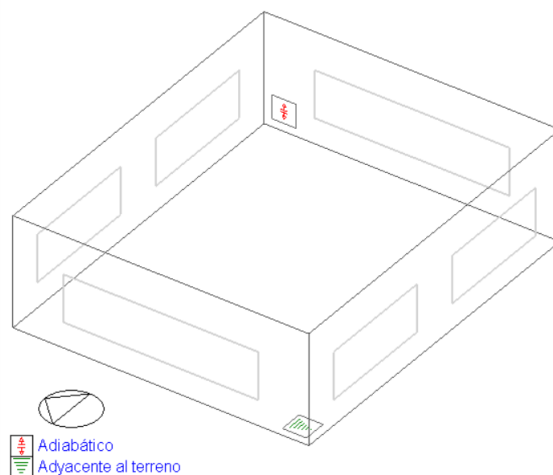
**1-Automática.** Opción predeterminada. El tipo de adyacencia de los cerramientos se determina automáticamente, de acuerdo a su ubicación. Las superficies externas que se encuentran debajo del plano del terreno se consideran adyacentes al terreno, mientras que las que se ubican por encima del plano del terreno se consideran adyacentes al ambiente exterior.

**2-No adyacente al terreno.** Los cerramientos no se consideran adyacentes al terreno, incluso si se encuentran en contacto o por debajo de este.

**3-Adyacente al terreno.** Los cerramientos se consideran adyacentes al terreno, incluso si se encuentran por arriba del plano del terreno o si son cerramientos internos.

**4-Adiabática.** Los cerramientos se consideran adiabáticos. Esto significa que no se considerará la transmisión de calor a través de ellos. Las superficies adiabáticas se emplean comúnmente en las simulaciones para representar cerramientos que se encuentran entre dos zonas con características térmicas muy similares. Sin embargo la masa térmica si se considera, ya que el calor puede ser transmitido a la masa a través de la superficie interna. Las superficies adiabáticas también se pueden emplear para modelar cerramientos que se ubican entre el edificio y otro **edificio adyacente**, el cual no será modelado.

Es posible saber cuáles cerramientos son adiabáticos o adyacentes al terreno mediante los símbolos de adyacencia que se visualizan en los niveles Zona y Superficie, estando en la pestaña de Modelo, como se muestra en la siguiente imagen:



**Nota:** Otra forma de establecer la adyacencia de los cerramientos, en ocasiones más conveniente, es mediante el uso de **bloques de componente** del tipo **2-Terreno** y **3-Adiabático**.

### Nota sobre el uso de cerramientos interiores en superficies adiabáticas

DesignBuilder modifica automáticamente la composición de los cerramientos adiabáticos, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Los suelos exteriores adiabáticos utilizan el cerramiento de Suelo interior.
- Las cubiertas planas adiabáticas utilizan el cerramiento de Suelo interior invertido.
- Los muros exteriores adiabáticos utilizan el cerramiento de Particiones interiores.

Puede comprobar el cerramiento que se utilizará para cada superficie adiabática revisando los datos en la pestaña de datos de Cerramientos, estando en el nivel Superficie. Tenga en cuenta que en la versión actual de DesignBuilder la pantalla de Visualización muestra las superficies adiabáticas utilizando propiedades de superficies exteriores, pero en los cálculos se emplean superficies interiores (suelos interiores y particiones) como se indica arriba.

### Excluir esta superficie del área total del suelo de la zona

Esta casilla aparece cuando se está en el nivel Superficie y en un cerramiento del tipo **suelo interior**. Se puede activar, por ejemplo, cuando se ha modelado un **espacio de baja altura dentro de otro más grande**, como las oficinas dentro de un gran almacén. Si el techo de las oficinas no es un espacio útil entonces conviene excluirlo para asegurar que no se use en los cálculos de la superficie de suelo del edificio, ni en el cálculo de ganancias internas cuando estas se definen por metro o pie cuadrado.

**Nota:** Este parámetro no se debe seleccionar para el suelo de la zona de las oficinas en sí, que obviamente es superficie útil, sino para el “suelo” de la zona superior.

Otra situación en la que se puede utilizar esta opción es cuando se trazan huecos sobre superficies de suelo para **agrupar** las zonas superior e inferior. De esa manera cualquier pequeño borde que quede en la superficie del suelo será excluido en el cálculo del área de suelo de la zona agrupada.

## Geometría, áreas y volúmenes

Desde la versión 4, DesignBuilder ofrece mayor flexibilidad para definir la geometría y las áreas de las superficies de las zonas térmicas, así como los volúmenes de aire y el área de suelos. En este apartado se explican las opciones de configuración disponibles.

### Plantilla de criterios geométricos

Las **plantillas de criterios geométricos** permiten definir de manera conjunta las opciones de Geometría y área de las superficies, el Método de cálculo de volumen de zonas, el Método de cálculo de área de suelos y los Espesores de superficies, que se explican más adelante. Es posible crear plantillas de criterios geométricos personalizadas, pero el programa viene cargado con las siguientes plantillas:

**External measurements** (Medidas externas). La geometría y área de las superficies se derivan de los volúmenes externos de las zonas. Las áreas de suelo y los volúmenes de las zonas, en cambio, se derivan de la geometría interna de las zonas. El espesor de los suelos sobre terreno y las cubiertas planas se fija con un valor de cero.

**External measurements to top of roof** (Medidas externas hasta cubierta). Es similar a la anterior, pero no se fija el espesor de las cubiertas planas. Eso significa que la altura empleada para calcular el volumen de las zonas será la altura del bloque menos el espesor de la cubierta plana (derivado del componente de cerramiento asignado).

**External measurements, internal zone geometry** (Medidas externas, geometría de zona interna). Tanto la geometría y área de las superficies como los volúmenes de aire y las áreas de suelo se derivan del volumen interno de las zonas. Todos los cerramientos, con excepción de los muros y cubiertas inclinadas, se fijan con un espesor de 0.0.

**DesignBuilder pre-v4 compatibility** (Compatibilidad con modelos pre-v4). Es similar a la plantilla anterior, pero el espesor de los muros exteriores se fija con un valor de 0.20m. Cuando se abre un modelo creado con una versión anterior a la 4, el espesor de muros exteriores empleado originalmente se aplica en el nivel Bloque.

**Simple.** Los espesores de todas las superficies se fijan con un valor de cero. Esto da como resultado que el modelo se genere mediante superficies simples (de manera similar a como se modelan en SketchUp con el complemento Open Studio).

**ASHRAE 90.1.** Es prácticamente idéntica a la plantilla **Simple**.

**NCM.** Es prácticamente idéntica a la plantilla **Simple**.

#### Notas:

1. Las plantillas de criterios geométricos solo se pueden especificar en el nivel Edificio, heredando los datos a todos los niveles inferiores. Sin embargo, los espesores de las superficies si se pueden modificar en los niveles Bloque, Zona y Superficie.
2. Al crear un nuevo edificio, es posible seleccionar una **plantilla de criterios geométricos** en el diálogo correspondiente.
3. Después de hacer cambios en los parámetros descritos en esta sección se recomienda actualizar el árbol del modelo haciendo clic en el ícono **Actualizar lista** disponible en el panel de navegación. Con eso se asegura que el árbol del modelo se encuentra sincronizado con el modelo.
4. Si tiene dudas sobre que plantilla de criterios geométricos usar, le recomendamos revisar [este video](#) desarrollado por Aurea Consulting.

## Geometría y área de las superficies

Este parámetro define si la geometría y el área de las superficies empleados en los procesos de simulación (transferencia de calor, sombreado, etc.) se basan en los volúmenes internos o externos de las zonas:

**1-Interior.** La geometría y área de las superficies se ajustan a los volúmenes internos de las zonas, es decir, no se toma en cuenta el espesor de los cerramientos.



**2-Exterior.** La geometría y área de las superficies se ajustan a los volúmenes externos de las zonas, es decir, se incluye el espesor de los cerramientos.

#### Notas:

1. El espesor de cada superficie corresponde al espesor establecido en el componente de cerramiento (suma de los espesores de las capas de materiales), o bien a un valor específico establecido bajo el encabezado **Espesores de superficies** (ver abajo).
2. Cuando se emplea la opción *1-Interior*, y superficies con un espesor diferente a cero, cualquier bloque de componente adyacente a un bloque de edificio quedará separado de la superficie “real” empleada en las simulaciones. Esta separación hará que una parte de la radiación solar no sea obstruida por el bloque de componente, impactando sobre la superficie del bloque de edificio. Debido a ello, si emplea bloques de componente como elementos de sombreado se recomienda usar la opción *2-Exterior*, o bien fijar los espesores de las superficies como cero. Este problema no se da con los dispositivos de **sombreado local y de ventana**, que se referencian directamente a la superficie de las ventanas.

### Método de cálculo de volumen de zonas

Este parámetro define si los volúmenes de las zonas, empleados para determinar los volúmenes de aire en el edificio, corresponderán a los volúmenes internos o externos.

**1-Interior.** Los volúmenes empleados en las simulaciones corresponden a los volúmenes internos de las zonas, es decir, no se toma en cuenta el espesor de los cerramientos.

**2-Exterior.** Los volúmenes empleados en las simulaciones corresponden a los volúmenes externos de las zonas, es decir, se incluye el espesor de los cerramientos.

**Nota:** Generalmente se recomienda emplear la opción *1-Interior*, ya que genera volúmenes más realistas.

### Método de cálculo de área de suelos

Este parámetro define si las áreas de suelo de las zonas, empleadas para calcular algunas ganancias internas (como las ganancias por ocupación, por ejemplo) y para generar resultados normalizados por área de suelo, corresponderán a los volúmenes internos o externos.

**1-Interior.** Las áreas de suelo se ajustan a los volúmenes internos de las zonas, es decir, no se toma en cuenta el espesor de los cerramientos.

**2-Exterior.** Las áreas de suelo se ajustan a los volúmenes externos de las zonas, es decir, se incluye el espesor de los cerramientos.

**Nota:** Generalmente se recomienda emplear la opción *1-Interior*, ya que genera áreas de suelo más realistas.

### Método de proporción ventana-muro

Este parámetro define si la proporción ventana-muro (*Window-to-wall ratio*, WWR) será establecida con base en las superficies internas o externas de los muros. Solo se muestra cuando la **Geometría y área de las superficies** (ver arriba) se establece como *2-Exterior*.

**1-Interior.** Las áreas de acristalamiento se calculan con base en el área interna de los muros exteriores. Por ejemplo, si el **espesor de cámara de techo** (ver abajo) es mayor a 0.0, entonces el área de los muros exteriores será menor en el interior que en el exterior. Al tomar el área interior como referencia, si la proporción acristalamiento-muro se establece como 100% (también como ejemplo), desde el interior del edificio los muros exteriores se verán completamente acristalados, pero desde el exterior se verán las porciones de muro correspondientes a las cámaras de techo.

**2-Exterior.** Las áreas de acristalamiento se calculan con base en el área externa de los muros exteriores. Siguiendo el ejemplo anterior, en este caso el área de acristalamiento sería mayor y los muros se verían completamente acristalados desde el exterior.

**Nota:** Cuando se usa la opción **2-Exterior**, en la pantalla de **Visualización** los cerramientos siempre se muestran como superficies simples, con el objeto de mostrar de manera correcta los edificios completamente acristalados.

## Espesores de superficies

De manera predeterminada los espesores de las superficies del edificio se derivan de los componentes de **cerramiento** asignados, es decir, de la suma de los espesores de las capas de materiales. Sin embargo es posible sobrescribir esos valores, seleccionando las casillas disponibles bajo este encabezado e ingresando un espesor específico.

La opción de fijar los espesores de las superficies es especialmente útil para regularizar la geometría de los modelos, facilitando los procesos de modelado. Este mecanismo es bastante flexible, ya que se puede emplear en los niveles Edificio, Bloque, Zona y Superficie, facilitando el modelado de espesores diferenciados en cada parte del edificio (aunque generalmente se recomienda fijar los espesores desde el nivel Edificio).

### Notas:

1. Recuerde que el espesor geométrico no afecta las propiedades térmicas de los cerramientos (por ejemplo el Valor U y el nivel de masa térmica), pues estas se derivan exclusivamente de las propiedades de los materiales que los componen.
2. Cuando lleva a cabo análisis paramétricos o de optimización, en ocasiones los espesores nominales (no geométricos) de los cerramientos cambian como parte de las variaciones paramétricas, por ejemplo cuando se modifica el espesor de las capas de aislamiento. Esto puede tener un cierto impacto en los resultados, al modificar las superficies de los suelos y los volúmenes de las zonas. Para evitar este problema, se sugiere fijar los espesores de las superficies, ya sea con un valor de 0.0 o superior.

## Espesor de cámaras

Puede especificar un **Espesor de cámara de techo** y/o un **Espesor de cámara de suelo**. Estos espesores se añaden a los de las superficies para reducir los volúmenes internos de las zonas cuando se tienen techos suspendidos y/o suelos flotantes.

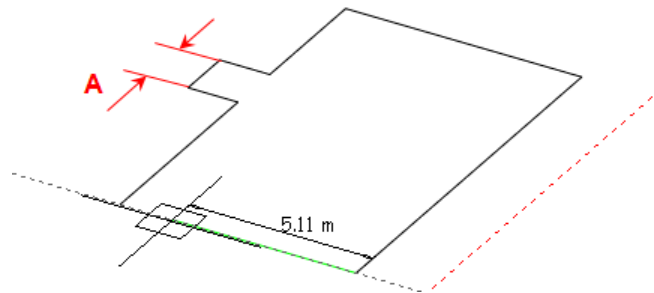
**Nota:** Si las cámaras de aire ya se han incluido en la definición de los componentes de cerramiento, y su espesor se emplea para definir los volúmenes internos, entonces debe dejar

estos valores en cero. Lo mismo aplica si está modelando las cámaras de aire como zonas térmicas.

### Condiciones especiales

Algunas configuraciones geométricas pueden impedir que DesignBuilder genere la geometría interna a partir de la geometría externa, aun si la opción de **Geometría y área de las superficies 1-Interior** ha sido seleccionada. Esto puede pasar cuando:

- Hay zonas que tienen vértices con 4 o más superficies adyacentes.
- Los cerramientos son excesivamente gruesos, por lo que es prácticamente imposible derivar la geometría interna de la geometría externa. La siguiente imagen ejemplifica ese caso. Si la distancia A es menor que 2 veces el espesor de los muros, al no caber éstos no se podrá calcular la geometría interna:



En estos casos se emplea la geometría externa para definir las superficies de las zonas térmicas. A pesar de ello, incluso con estas condiciones, DesignBuilder generalmente es capaz de calcular de manera aproximada los volúmenes internos y las áreas de suelo considerando el espesor de los cerramientos.

### Convección superficial

Es posible seleccionar los algoritmos de convección superficial interior y exterior, en la pestaña de datos de Cerramientos, bajo el encabezado **Convección superficial**. Puede seleccionar diferentes algoritmos en los niveles Edificio, Bloque, Zona y Superficie, así como en superficies específicas. Puede encontrar más detalles sobre los algoritmos disponibles en el documento de *EnergyPlus Engineering Reference*.

#### Notas:

- Además de en la pestaña de datos de Cerramientos, los algoritmos de convección se pueden definir en los diálogos de **Opciones del modelo** y **Opciones de cálculo**. Hacerlo ahí equivale a hacerlo en la pestaña de datos de Cerramientos estando en el nivel Edificio, lo cual significa que cualquier selección hecha en los niveles Bloque, Zona y Superficie será mantenida.
- Puede anular el uso de los algoritmos seleccionados aquí definiendo valores fijos de convección superficial en el diálogo de edición de los componentes de cerramiento, en la pestaña **Propiedades superficiales**.
- No es posible cambiar los algoritmos de convección superficial en el nivel superficie cuando dicha superficie es una partición (muro interior).

## Algoritmos de convección interior

El motor de cálculo de EnergyPlus ofrece 6 algoritmos de convección interna para calcular la convección entre las superficies interiores de las zonas y el aire de las mismas, en los procesos de simulación. Se recomienda usar siempre el algoritmo TARP, a menos que esté desarrollando análisis especiales y conozca las implicaciones de usar otros algoritmos:

**1-AdaptiveConvectionAlgorithm.** Este algoritmo de convección avanzado ofrece una selección dinámica de modelos con base en las condiciones existentes. Beausoleil-Morrison (2000, 2002) desarrolló un método para la selección dinámica de las ecuaciones de convección  $h_c$ , llamado algoritmo de convección adaptativo. El algoritmo se utiliza para seleccionar entre las ecuaciones  $h_c$  disponibles la más adecuada para una superficie dada en un momento dado. Como Beausoleil-Morrison notó, el algoritmo de convección adaptativo está destinado a ser expandido y modificado para reflejar diferentes sistemas de clasificación y/o nuevas ecuaciones  $h_c$ . El algoritmo de convección adaptativo implementado en EnergyPlus para las superficies interiores tiene un total de 45 categorías diferentes, así como 29 diferentes opciones para la selección de ecuaciones  $h_c$ . Los cuadros que figuran en el documento *EngineeringReference* resumen las categorías y las asignaciones predeterminadas de las ecuaciones  $h_c$ .

**2-Simple.** El modelo de convección simple utiliza coeficientes constantes para diferentes condiciones de transferencia de calor, utilizando los criterios para determinar la convección reducida y mejorada. Los coeficientes se toman directamente de Walton (1983). Walton derivó sus coeficientes de las conductancias superficiales para  $\epsilon = 0,90$  del Manual ASHRAE (1985). El componente de transferencia de calor radiante se estimó en  $1,02 * 0,9 = 0,918$  BTU/h-ft<sup>2</sup>-F y luego se restó. Finalmente, los coeficientes se convirtieron a unidades SI para arrojar los siguientes valores:

Superficie vertical:  $h_c = 3,076$

Superficie horizontal con convección reducida:  $h_c = 0,948$

Superficie horizontal con convección mejorada:  $h_c = 4,040$

Superficie inclinada con convección reducida:  $h_c = 2,281$

Superficie inclinada con convección mejorada:  $h_c = 3,870$ .

**3-CIBSE.** Aplica coeficientes de transmisión de calor constantes, derivados de los valores típicos de CIBSE.

**4-CeilingDiffuser.** Es un modelo de convección mezclada y forzada para la configuración de difusores de techo. El modelo relaciona el coeficiente de transmisión de calor de los techos, muros y suelos, con la tasa de renovaciones de aire por hora (RAH). El algoritmo del difusor de techo se basa en correlaciones empíricas desarrolladas por Fisher y Pedersen (1997). La correlación fue reformulada para utilizar la temperatura de salida de la zona como la temperatura de referencia. Las correlaciones se muestran a continuación:

Suelos:  $h_c = 3,873 + 0,082 \times \text{RAH}^{0,98}$

Techos:  $h_c = 2,234 + 4,099 \times \text{RAH}^{0,503}$

Muros:  $h_c = 1,208 + 1,012 \times 0,604^{0,604 \times \text{RAH}}$ .

**5-Cavity.** Esta opción no se encuentra disponible en el nivel superficie. El algoritmo proporciona los coeficientes de convección de aire de una cámara vertical estrecha y sellada, como las cámaras de aire entre las hojas de vidrio de una ventana y la cámara de aire entre la superficie

acristalada y el muro interior (generalmente una superficie selectiva) de un muro Trombe. Es idéntico al modelo de convección (basado en la norma ISO 15099) usado en Window5 para la convección entre las capas de acristalamiento en los sistemas de ventanas de hojas múltiples. El uso del algoritmo para el modelado de un muro Trombe no ventilado ha sido validado con datos experimentales por Ellis (2003).

**6-TARP.** Se basa en la variación de la convección natural a partir de las diferencias de temperatura, y se deriva de algoritmos de la ASHRAE. Se trata del algoritmo “Detallado” que se encontraba disponible en versiones anteriores de DesignBuilder. Es la opción predeterminada para nuevos modelos en la versión 3.0.0.085 o posteriores.

Para usuarios avanzados también están disponibles las siguientes opciones de convección interior:

- 7-ASHRAEVerticalWall*
- 8-WaltonUnstableHorizontalOrTilt*
- 9-WaltonStableHorizontalOrTilt*
- 10-FisherPedersenCeilingDiffuserWalls*
- 11-FisherPedersenCeilingDiffuserCeiling*
- 12-FisherPedersenCeilingDiffuserFloor*
- 13-AlamdariHammondStableHorizontal*
- 14-AlamdariHammondUnstableHorizontal*
- 15-AlamdariHammondVerticalWall*
- 16-KhalifaEq3WallAwayFromHeat*
- 17-KhalifaEq4CeilingAwayFromHeat*
- 18-KhalifaEq5WallNearHeat*
- 19-KhalifaEq6NonHeatedWalls*
- 20-KhalifaEq7Ceiling*
- 21-AwbiHattonHeatedFloor*
- 22-AwbiHattonHeatedWall*
- 23-BeausoleilMorrisonMixedAssistedWall*
- 24-BeausoleilMorrisonMixedOpposingWall*
- 25-BeausoleilMorrisonMixedStableFloor*
- 26-BeausoleilMorrisonMixedUnstableFloor*
- 27-BeausoleilMorrisonMixedStableCeiling*
- 28-BeausoleilMorrisonMixedUnstableCeiling*
- 29-FohannoPolidoriVerticalWall*
- 30-KaradagChilledCeiling*
- 31-ISO15099Windows*
- 32-GoldsteinNovoselacCeilingDiffuserWindow*
- 33-GoldsteinNovoselacCeilingDiffuserWalls*
- 34-GoldsteinNovoselacCeilingDiffuserFloor*

**Nota:** Para evitar discontinuidades en los cálculos de la tasa de transmisión de calor superficial, todas las correlaciones se extrapolan cuando sobrepasan el límite inferior de los datos asignados (3 RAH) para un límite de convección natural, el cual aplica durante las horas en que el sistema está inactivo. Estos modelos son explicados con mayor detalle en el documento de EnergyPlus *Engineering Reference*.

## Algoritmo de convección exterior

Ha habido numerosas investigaciones orientadas a formular modelos para estimar el coeficiente de convección exterior. Desde la década de los años '30 se han publicado muchos métodos diferentes para calcular ese coeficiente, con mucha disparidad entre ellos (Cole y Sturrock, 1977; Yazdanian y Klems, 1994). Se recomienda usar siempre el algoritmo DOE-2, a menos que esté desarrollando análisis especiales y conozca las implicaciones de usar otros algoritmos:

**1-AdaptiveConvectionAlgorithm.** Este algoritmo de convección avanzado ofrece una selección dinámica de modelos con base en las condiciones existentes. Tiene una estructura que permite un control más preciso sobre los modelos utilizados para superficies particulares. El algoritmo para la superficie exterior fue desarrollado para EnergyPlus, pero toma los conceptos y el nombre de la investigación llevada a cabo por Beausoleil-Morrison (2000, 2002) en relación con la convección interior (ver arriba). El algoritmo de convección adaptativo implementado en EnergyPlus para las superficies exteriores es mucho más simple que el de las superficies interiores. El sistema de clasificación de las superficies tiene un total de 4 categorías diferentes, dependiendo de la dirección del viento y de los flujos de calor. Sin embargo en otros aspectos es más complejo, como en la ecuación  $h_c$  que se divide en dos partes distintas y en la selección de ecuaciones separadas para convección forzada y convección natural.

**2-SimpleCombined.** Aplica los coeficientes de transmisión de calor superficial de acuerdo a la rugosidad de la superficie y la velocidad del viento. Se trata de un coeficiente de transferencia de calor combinado que incluye la radiación del cielo, el suelo y el aire. La correlación se basa en: 2001 ASHRAE Handbook of Fundamentals, Figura 1, Página 25.1 (Thermal and Water Vapor Transmission Data).

**Nota:** Seleccionar la opción *2-SimpleCombined* en la pestaña de datos de Cerramientos estando en el nivel Edificio, o en el diálogo de Opciones del modelo, tiene un significado particular. En ese caso la selección de convección exterior abarca la convección y la radiación combinadas. Esto significa, por ejemplo, que cualquiera que sea el coeficiente de transferencia de calor convectivo fijado en la pestaña Propiedades superficiales del diálogo de edición de los cerramientos, se va a considerar como un coeficiente combinado de convección y radiación.

**3-CIBSE.** Aplica coeficientes de transmisión de calor dependiendo de la orientación, derivados de los valores típicos de CIBSE.

**4-ASHRAEVerticalWall.** Idéntico a la opción DOE-2.

**5-TARP.** TARP, o Programa de Investigación de Análisis Térmico, es un predecesor importante de EnergyPlus (Walton 1983). Walton desarrolló un modelo integral para la convección exterior mediante la mezcla de las correlaciones de ASHRAE y experimentos con placas planas de Sparrow et. al. En versiones de EnergyPlus anteriores a la versión 6, el modelo TARP se llamaba "Detallado". El modelo fue re-implementado en la versión 6 para utilizar los valores de área y perímetro del grupo de superficies que componen una fachada o una cubierta, en lugar de solo la superficie que está siendo modelada.

**6-DOE-2.** El modelo de convección DOE-2 es una combinación de la MoWiTT y modelos detallados de convección BLAST (LBL 1994). Es la opción predeterminada para nuevos modelos en v3.0.0.085 o posteriores.

**7-MoWiTT.** El modelo MoWiTT se basa en mediciones realizadas en las instalaciones del Mobile Window Thermal Test (Yazdanian y Klems, 1994). La correlación se aplica a superficies verticales muy lisas (por ejemplo vidrios) en edificios de poca altura. El algoritmo MoWiTT puede no ser apropiado para superficies rugosas, de gran altura, o que emplean aislamiento movable.

Para usuarios avanzados también están disponibles las siguientes opciones de convección exterior:

- 8-WaltonUnstableHorizontalOrTilt
- 9-WaltonStableHorizontalOrTilt
- 10-AlamdariHammondStableHorizontal
- 11-AlamdariHammondUnstableHorizontal
- 12-FohannoPolidoriVerticalWall
- 13-NusseltJurges
- 14-McAdams
- 15-Mitchell
- 16-BlockenWindard
- 17-Emmel
- 18-ClearRoof

**Nota:** Cuando la superficie exterior se encuentra húmeda (por ejemplo si está expuesta a la lluvia), el coeficiente de convección se expresa con un número muy grande (1000) y la superficie se expone a la temperatura exterior de bulbo húmedo, en lugar de la de bulbo seco.

## Puentes térmicos lineales

Es posible modelar **puentes térmicos lineales** asociados a las juntas de los diferentes elementos constructivos del edificio, por ejemplo cubierta-muro, muro-suelo o muro-muro. Estos parámetros se aplican en el nivel Zona, aunque se pueden definir desde los niveles Edificio y Bloque. Los valores predeterminados que ofrece DesignBuilder se basan en la **National Calculation Methodology** (NCM) del Reino Unido.

Los puentes térmicos se definen mediante **Valores Psi**, es decir, como flujo de calor por distancia lineal y por unidad de diferencia entre la temperatura interior y exterior ( $W/m \cdot K$  o  $Btu \cdot in/h \cdot ft^2 \cdot F$ ). Se incluyen opciones para cerramientos con y sin revestimiento metálico

### Notas:

1. Para que un cerramiento se considere **con revestimiento metálico** debe activar la **casilla correspondiente** en el diálogo de edición del propio cerramiento.
2. Es posible ingresar valores Psi negativos, pero si la conducción lineal total de calor resulta negativa en una zona, entonces no se incluye en el modelo (EnergyPlus no acepta valores de



conducción de calor negativos). En esos casos puede reducir manualmente el área de la superficie. Las conductancias negativas se incluyen en el archivo IDF como comentarios (en W/K).

### Definición de revestimiento metálico

La existencia de **revestimiento metálico** en las juntas constructivas puede incrementar de manera significativa los flujos de calor y por lo tanto los Valores Psi. Los cerramientos con revestimiento metálico, en este contexto, son aquellos que integran en su sistema constructivo alguna capa metálica continua. Generalmente se trata de sistemas de muro y cubierta, los cuales se pueden agrupar en dos categorías:

- Sistemas de revestimiento metálico mediante paneles unitarios compuestos por dos chapas metálicas delgadas con aislamiento intermedio.
- Sistemas de revestimiento metálico mediante chapas montadas sobre rieles y/o espaciadores, con aislamiento en la parte interna.

Si la capa metálica se usa solo como protección contra el efecto de fenómenos meteorológicos, como en el caso de las pantallas anti-lluvia (*rainscreen*), entonces no se considera un cerramiento con revestimiento metálico.

### ¿Cómo se consideran los puentes térmicos en las simulaciones?

DesignBuilder calcula, para cada zona, una transmitancia total por puentes térmicos. Para ello identifica las longitudes de los 16 tipos de puente térmico, las multiplica por los Valores Psi correspondientes, y luego suma los productos. La longitud de los puentes térmicos se calcula con base en las dimensiones externas de la zona. El usuario, por otro lado, debe cerciorarse de que ha establecido los valores Psi adecuados.

La transmitancia total por puentes térmicos se añade a cada zona del modelo de EnergyPlus mediante una superficie del tipo *WallExterior*, la cual no incluye resistencias superficiales. Estas superficies se ubican siempre debajo del edificio para evitar que afecten los cálculos de sombreado. El área de cada superficie se establece de tal manera que la conductancia total es la misma que la suma de los puentes térmicos, considerando la conductancia del cerramiento predeterminado que se llama *LinearBridgingConstruction*.

**Nota:** El efecto de los puentes térmicos calculado de esta manera se usa en las simulaciones estándar y SBEM, así como en los cálculos de diseño de calefacción y refrigeración.

### Cámara ventilada

Este encabezado solo se encuentra disponible en el nivel Superficie, para los cerramientos tipo **muro** y **cubierta** (no aplica para cerramientos interiores o en contacto con el terreno). Si activa la casilla **Añadir hoja exterior**, entonces estará agregando al cerramiento una capa de material que se separa ligeramente para dar lugar a una cámara de aire ventilada de manera natural. Es una forma de modelar cerramientos especiales como las fachadas ventiladas, los suelos exteriores suspendidos y las pantallas anti-lluvia (*rainscreens*) o de sombreado.

## Notas técnicas

Tenga en cuenta los siguientes aspectos al modelar cámaras ventiladas con este mecanismo:

1. El objeto de EnergyPlus con el que se modela la cámara ventilada es *SurfaceProperty:ExteriorNaturalVentedCavity*.
2. La capacidad calorífica de la cámara ventilada y la hoja exterior es ignorada en las simulaciones, ya que suele ser mucho menor que la del cerramiento receptor.
3. El modelado de la cámara ventilada incluye el cálculo de las tasas de ventilación, es decir, del aire que entra y sale de la cámara. Modelar de manera detallada este tipo de fenómenos resulta extremadamente demandante, por lo que EnergyPlus ofrece un método simplificado que se basa en coeficientes de descarga sensibles al efecto del viento y al efecto chimenea. La calidad de los resultados depende de los parámetros empleados, y desafortunadamente hay poca investigación experimental que ayude a caracterizar dichos parámetros. En ese sentido, el usuario debe ver este modelo como un método relativamente rudimentario. Puede consultar más al respecto en el manual *Engineering Reference* de EnergyPlus.

## Fracción de área de perforaciones

Es la porción del área de la hoja exterior que se considera corresponde a las perforaciones, es decir, las aberturas y ranuras por las que puede entrar y salir el aire. El área de perforaciones se calcula multiplicando esta fracción por el área del cerramiento receptor (por ejemplo el muro exterior).

## Emisividad de la hoja exterior

Esta propiedad, que determina el comportamiento de la hoja exterior ante la radiación infrarroja (onda larga), se asigna a ambos lados de la misma. La emisividad de la mayoría de los materiales constructivos es de alrededor de 0.90.

## Absortancia solar de la hoja exterior

Esta propiedad, que determina el comportamiento de la hoja exterior ante la radiación solar de onda corta, se asigna a la parte externa de la misma (la expuesta a la radiación solar). El valor predeterminado (0.92) corresponde a un material muy oscuro y absorbente. Dependiendo de los colores que se piensa emplear en las fachadas del edificio, quizá debería asignar un valor inferior.

## Escala de altura para efecto chimenea

Este valor se usa para calcular la ventilación inducida por el efecto chimenea. Se define como la altura desde el punto medio de la perforación inferior hasta el nivel de presión neutral. Si el valor se incrementa, también aumentan las tasas de renovación de aire.

## Espesor efectivo de la cámara

Define el espesor nominal de la cámara ventilada. Por ejemplo, si la hoja exterior es ondulada o irregular puede ingresar aquí el espesor promedio. Este parámetro se usa, cuando la cámara ventilada es horizontal o casi horizontal, como escala de altura para calcular el efecto chimenea (en lugar del parámetro previo).

## Ratio entre área total y proyectada

Este parámetro permite tener en cuenta la superficie extra que se produce cuando la hoja exterior no es plana, por ejemplo si es ondulada o está compuesta por tejas o elementos similares. En esos casos la hoja exterior tiene más superficie para la transferencia de calor que el cerramiento receptor. Si la hoja exterior es completamente plana, el valor debe ser de 1.0. Si es ondulada, el ratio debe ser mayor a 1.0 (un valor típico puede ser 1.165).

## Rugosidad de la hoja exterior

Este parámetro define la rugosidad relativa del material que compone la hoja exterior, que afecta el coeficiente de convección exterior. Puede seleccionar una de las siguientes opciones:

**1-Muy rugoso**

**2-Rugoso**

**3-Ligéramente rugoso**

**4-Ligéramente liso**

**5-Liso**

**6-Muy liso**

## Efectividad de las perforaciones

Se trata del coeficiente empleado para determinar la ventilación natural producida por el viento, que hace que el aire entre y salga de la cámara. Es un coeficiente arbitrario ( $C_v$ ) que depende de la geometría de las perforaciones y de su orientación respecto al viento. Probablemente el rango de valores normales es de entre 0.05 y 0.65. En todo caso, al aumentar este valor se incrementa la ventilación natural en la cámara. La siguiente ecuación muestra cómo se emplea el coeficiente para calcular el caudal volumétrico de aire debido al viento:

$$\dot{V}_{\text{wind}} = C_v A_{\text{in}} U_{\infty}$$

## Coeficiente de descarga de las perforaciones

Se trata del coeficiente empleado para determinar la ventilación natural producida por el efecto chimenea, que hace que el aire entre y salga de la cámara. Es un coeficiente arbitrario ( $C_D$ ) que depende fundamentalmente de la geometría de las perforaciones. Probablemente el rango de valores normales es de entre 0.1 y 1.0. En todo caso, al aumentar este valor se incrementa la ventilación natural en la cámara. La siguiente ecuación muestra cómo se emplea el coeficiente para calcular el caudal volumétrico de aire debido al efecto chimenea:

$$\dot{V}_{\text{thermal}} = C_D A_{\text{in}} \sqrt{2g\Delta H_{\text{NPL}} (T_{a,\text{cav}} - T_{\text{amb}}) / T_{a,\text{cav}}} \quad (\text{if } T_{a,\text{cav}} > T_{\text{amb}})$$

$$\dot{V}_{\text{thermal}} = C_D A_{\text{in}} \sqrt{2g\Delta H_{\text{NPL}} (T_{\text{amb}} - T_{a,\text{cav}}) / T_{\text{amb}}} \quad (\text{if } T_{\text{amb}} > T_{a,\text{cav}} \text{ and baffle is vertical})$$

Donde  $\Delta H_{\text{NPL}}$  es el valor **Escala de altura para efecto chimenea** explicado arriba.

## Dominios de terreno

Este encabezado solo se muestra si en la pestaña de **Datos del sitio** han definido **dominios de terreno**, y si se encuentra en el nivel de un cerramiento en contacto con el terreno (por ejemplo un suelo sobre terreno). Si es así, aquí puede vincular dicho cerramiento con uno de los dominios de terreno existentes.

### Tipo de dominio de terreno

Debe indicar el tipo de dominio de terreno con el que el cerramiento estará en contacto. Las opciones disponibles son las siguientes:

**1-Sin dominio de terreno.** La superficie no se considera en contacto con un dominio de terreno, sino expuesta a las **Temperaturas mensuales del terreno**, que constituyen el mecanismo predeterminado de DesignBuilder para modelar la interacción entre el edificio y el terreno.

**2-Losa.** La superficie se considera en contacto con un dominio de terreno del tipo Losa.

**3-Basamento.** La superficie se considera en contacto con un dominio de terreno del tipo Basamento.

### Nombre de dominio de terreno

Seleccione el nombre del dominio de terreno con el que el cerramiento estará en contacto. Solo se muestran los dominios previamente definidos en el encabezado **Dominios de terreno** de la pestaña de **Datos del sitio**, siempre y cuando correspondan al tipo de dominio establecido arriba.

**Nota:** Si selecciona un tipo de dominio que no se ha definido aún en el modelo, aquí aparecerá la leyenda “No hay dominios de terreno de este tipo”. En ese caso, si trata de hacer una simulación el programa arrojará un error.

## Colector solar

En este encabezado puede definir las características de los **colectores solares**, cuando en el modelo geométrico se ha incluido uno o más de ellos. Para eso **debe ir al nivel de cada colector**, haciendo doble clic sobre él en la pantalla 3D o mediante el árbol del modelo.

### Tipo de colector solar

Puede especificar el tipo de colector solar, eligiendo una de las siguientes opciones:

**1-Térmico.** Se trata de un colector solar térmico, destinado a la producción de agua caliente. Este tipo de colectores sólo se pueden usar con **HVAC Detallado**, y sus características específicas solo se pueden editar accediendo a la pantalla de HVAC Detallado.

**2-Fotovoltaico.** Se trata de un colector destinado a la producción de energía eléctrica. Este tipo de colectores se puede usar tanto con HVAC Simple como con HVAC Detallado. Cuando se selecciona, puede definir aquí mismo sus características específicas (ver abajo).

## Coste

Aquí puede definir el coste del colector por unidad de área. Las unidades dependerán de las selecciones hechas en la pestaña **Internacional** del diálogo de **Opciones del programa**, por ejemplo €/m<sup>2</sup> o USD/ft<sup>2</sup>.

**Nota:** Los costes de la distribución de la electricidad se pueden definir de manera separada en la pestaña de **Generación**, mediante un componente de **Centro de carga**.

## Considerar sombras y reflexiones

Actualmente, al modelar colectores solares siempre se considera su efecto en las sombras y reflexiones de la radiación solar.

## Nivel

Puede establecer que, en los análisis paramétricos y de optimización, el colector solar se considere parte del edificio o del sitio:

**1-Edificio.** El colector solar se considera parte del edificio, y por lo tanto se rota junto con él cuándo en los análisis paramétricos y de optimización se varía la **Orientación**.

**2-Sitio.** El colector solar se considera parte del sitio, y por lo tanto NO se rota junto con el edificio cuándo en los análisis paramétricos y de optimización se varía la **Orientación**.

## Material

El componente de **Material** seleccionado aquí solo se emplea para definir la textura con la que se representará el colector solar en las vistas renderizadas de la pestaña **Visualización**.

## Opciones de colector fotovoltaico

### Tipo de rendimiento

Si ha seleccionado el tipo de colector **2-Fotovoltaico**, puede establecer uno de los siguientes tipos de rendimiento:

**1-Simple.** Representa un modelo simplificado que puede ser útil durante las fases iniciales de diseño. En este caso no se requiere definir la configuración de la matriz de módulos FV para establecer la eficiencia con la que éstos convierten la radiación solar en electricidad.

**2-Equivalente de un diodo.** El rendimiento de los sistemas fotovoltaico se modela de manera más detallada, mediante un circuito equivalente de un diodo. En este caso si es necesario definir la configuración de la matriz de módulos FV.

**Nota:** Puede encontrar más información sobre estas opciones en la descripción de los componentes de **Generador fotovoltaico**.

### Modelo de rendimiento

Aquí puede seleccionar el componente que define el rendimiento del colector. Si previamente seleccionó el tipo de rendimiento **1-Simple**, solo puede emplear componentes de la categoría

**Generador Fotovoltaico – Simple.** Si seleccionó el tipo de rendimiento *2-Equivalente Un-Diodo*, solo puede emplear componentes de la categoría **Generador Fotovoltaico – Un Diodo**.

### Modo de integración

Puede elegir una de las siguientes opciones para modelar la integración del colector FV con otras superficies que transfieren calor, y para calcular la temperatura de las celdas:

**1-Desacoplado.** La temperatura de las celdas de los módulos fotovoltaicos se calcula con base en un balance de energía asociado a la Temperatura Nominal de Operación de la Celda (NOCT, por sus siglas en inglés).

**2-Desacoplado Dinámico Ulleberg.** La temperatura de las celdas de los módulos fotovoltaicos se calcula con base en el método dinámico desarrollado por Ulleberg.

**Nota:** Los dos modos desacoplados que ofrece actualmente DesignBuilder permiten modelar las sombras que los módulos fotovoltaicos arrojan sobre el edificio. En ese sentido, se pueden emplear para modelar sistemas fotovoltaicos que a la vez son dispositivos de sombreado. Sin embargo, no están pensados para modelar sistemas fotovoltaicos integrados, que pueden aportar importantes ganancias solares térmicas a los cerramientos del edificio. EnergyPlus ofrece otros modos de integración para modelar esos sistemas, pero aún no se han implementado en DesignBuilder.

### Módulos en serie

Este campo solo se muestra cuando ha seleccionado el **tipo de rendimiento 2-Equivalente Un-Diodo** (ver arriba). Es el número de módulos conectados en serie para formar una cadena de la matriz fotovoltaica. El producto de este campo y el siguiente debe ser igual al número total de módulos en la matriz.

### Series en paralelo

Este campo solo se muestra cuando ha seleccionado el **tipo de rendimiento 2-Equivalente Un-Diodo** (ver arriba). Es el número de series (o cadenas) conectadas en paralelo para formar la matriz fotovoltaica. Una serie puede estar formada por un único módulo. El producto de este campo y el anterior debe ser igual al número total de módulos en la matriz.

### Estanqueidad al aire

La estanqueidad al aire define los niveles de infiltración del edificio. A mayor estanqueidad, menores infiltraciones. Existen dos maneras de definir la estanqueidad al aire, dependiendo de la **opción de ventilación natural** seleccionada en las **Opciones del modelo**:

- Programada
- Calculada

En ambos casos la infiltración se puede activar o desactivar, seleccionando o deseleccionando la casilla **Modelar infiltración**, en el nivel Edificio, Bloque o Zona.

## Estanqueidad al aire con ventilación natural programada

La tasa de infiltración representa el ingreso **no controlado** de aire a través de aberturas (puertas, por ejemplo), así como grietas, perforaciones y poros en los cerramientos. Se establece a partir de un valor que puede modificarse en el tiempo por medio de una programación. Dicho valor se puede definir en función de una de las cuatro **Unidades de infiltración** disponibles en el diálogo de

### Opciones del modelo:

**1-renov/h.** La infiltración se define mediante una tasa de renovaciones de aire por hora, considerando condiciones de presión normales (no condiciones de presión de prueba). Esta es la opción predeterminada.

**2-m<sup>3</sup>/h-m<sup>2</sup> a 50 Pa.** La infiltración se define como un caudal de aire por unidad de área expuesta, cuando la diferencia de presión entre el exterior y el interior es de 50 Pa. Estas unidades se emplean comúnmente en el Reino Unido. Tenga en cuenta que la tasa real de infiltración, que sucede ante condiciones de presión normales, será bastante menor que el valor ingresado aquí.

**3-m<sup>3</sup>/h-m<sup>2</sup> a 4 Pa.** La infiltración se define como un caudal de aire por unidad de área expuesta, cuando la diferencia de presión entre el exterior y el interior es de 4 Pa. Estas unidades se emplean comúnmente en Francia y Bélgica.

**4-n50 (renov/h a 50 Pa).** La infiltración se define mediante una tasa de renovaciones de aire por hora (renov/h) cuando la diferencia de presión entre el exterior y el interior es de 50 Pa. Tenga en cuenta que la tasa real de infiltración, que sucede ante condiciones de presión normales, será bastante menor que el valor ingresado aquí.

DesignBuilder calcula las renovaciones de aire por hora ante condiciones de presión normales, cuando se usan las opciones 2, 3 y 4, con base en los criterios y métodos del estándar EN 12831. El caudal de aire en m<sup>3</sup>/s, por otro lado, se calcula a partir de los datos de renovación:

$$m^3/s = \text{renov/h} * \text{Volumen de zona} / 3600$$

Donde el *Volumen de zona* es el volumen total del aire en la zona, el cual se calcula de acuerdo a las opciones establecidas en la sección **Geometría, áreas y volúmenes**, en la pestaña de datos de Cerramientos.

## Programación de estanqueidad al aire

La programación permite definir en qué periodos se considerarán las infiltraciones, así como modificar la tasa de infiltración en el tiempo. Por ejemplo, en los periodos en los que la programación tenga un valor de 0.0 la infiltración no será considerada, mientras que en los periodos en los que la programación tenga un valor de 1.0 se considerará la tasa de infiltración establecida. Si la programación tiene periodos con valores fraccionales entre 0.0 y 1.0 se considerará la infiltración, pero con la tasa de infiltración reducida de acuerdo a dichas fracciones.

## Estanqueidad al aire con ventilación natural calculada

Cuando en el diálogo de **Opciones del modelo** selecciona la opción de ventilación natural Calculada, y el **método de estanqueidad al aire**: *1-Control deslizante*, la estanqueidad al aire se puede definir mediante un control deslizante con una escala de cinco puntos, los cuales corresponden a las cinco **plantillas de grietas** del sistema.



Por otro lado, si selecciona el método de estanqueidad *2-Plantilla de grietas*, puede seleccionar directamente la plantilla de grietas. Esto ofrece la ventaja de poder seleccionar no solo las cinco plantillas de grietas del sistema, sino también, en caso de que lo requiera, una plantilla personalizada.

Desactivar la infiltración calculada puede ser útil si está modelando un edificio grande, sobre todo durante periodos cálidos, para reducir el número de grietas y hacer más rápidos los procesos de simulación. Sin embargo, si desactiva la infiltración con la opción de ventilación natural Calculada, se recomienda activar la ventilación natural en la pestaña de datos de HVAC para asegurar que existan suficientes flujos de aire (de lo contrario EnergyPlus podría arrojar error).

#### Notas:

1. Además de las simulaciones, la infiltración con ventilación natural calculada también se incluye en los cálculos de autodimensionado con **HVAC Detallado**, así como en los cálculos de autodimensionado con **HVAC Simple** cuando se selecciona la **opción de autodimensionado 2-DesignBuilder**.
2. Aun cuando se haya seleccionado la opción de ventilación natural calculada, en esta sección aparecen los parámetros que definen la estanqueidad al aire con la opción de ventilación natural programada (tasa y programación). Estos parámetros, que aparecen sobre un fondo verde, solo se emplean en los cálculos de Diseño de calefacción y refrigeración (no en las simulaciones).

## Coste

En este encabezado puede definir algunos de los costes asociados a la construcción del edificio, los cuales son complementarios respecto a los costes de los diferentes tipos de cerramiento.

### Costes de subestructura

Los costes de subestructura, que se refieren fundamentalmente a la cimentación, se usan en el nivel Zona y se definen en términos de coste por superficie de suelo. Sin embargo solo se aplican a los suelos en contacto con el terreno. En otras palabras, el coste total de la subestructura del edificio dependerá de los valores especificados aquí y de la superficie total de suelos en contacto con el terreno.

**Nota:** Tenga en cuenta que el coste de los propios suelos en contacto con el terreno se define como parte del cerramiento asignado.

### Tipo de estructura

Aquí puede seleccionar un componente de **Sistema estructural**, el cual define un coste de estructura por área de suelo. Ese valor se usa en el nivel zona (aunque se puede definir desde los niveles Edificio y Bloque) y se multiplica por las áreas de suelo para definir el coste total de la estructura del edificio.

El coste de la estructura se refiere fundamentalmente al sistema de marcos estructurales (por ejemplo de concreto reforzado o de acero) y no incluye el coste de los cerramientos propiamente dichos. Sin embargo, en el componente es posible indicar si el coste incluye el **forjado o suelo**

**estructural.** Si es así, debe tener cuidado de que los costes de los cerramientos de suelo y cubierta no incluyan la losa o suelo estructural, pues entonces estaría duplicando el concepto.

### Coste de acabados internos

En este encabezado puede definir los costes asociados a los acabados internos de **Muros** (muros exteriores y particiones), **Suelos** (externos, internos y sobre terreno) y **Techos** (asociados a suelos internos o cubiertas). Estos costos generalmente incluyen la pintura y otros recubrimientos que no han sido considerados en los costes de los propios cerramientos.

Los valores se pueden definir en los niveles Edificio, Bloque, Zona y Superficie. Cuando se va al nivel Superficie, solo aparece disponible el coste para el tipo de cerramiento correspondiente.

## Datos de Aberturas

El término **abertura** se emplea en DesignBuilder para describir cualquier “perforación” practicada en los cerramientos opacos de los edificios, lo cual implica una excepción en su composición constructiva. Hay cinco tipos de aberturas:

- **Ventanas.** Su composición y funcionamiento se definen en la pestaña de datos de **Aberturas**.
- **Sub-superficies.** Su composición se define en la pestaña de datos de **Cerramientos**.
- **Huecos.** Por su naturaleza, no requieren una descripción explícita.
- **Puertas.** Su composición se define en la pestaña de datos de **Cerramientos**, mientras que su funcionamiento se define en la pestaña de datos de **Aberturas**.
- **Rejillas.** Su composición y funcionamiento se definen en la pestaña de datos de **Aberturas**.

**Nota:** Todos los datos de las aberturas se emplean para generar datos de simulación en el nivel Superficie.

### Plantilla de aberturas

El sistema de plantillas de DesignBuilder permite ingresar “paquetes de información” de manera eficiente. En el caso de las plantillas de Aberturas, estas definen la composición de las **ventanas** exteriores, interiores y en cubierta (lucernarios), además de las características de los dispositivos de **sombreado en ventanas exteriores**.

Para cargar cualquier plantilla de Aberturas disponible en el modelo puede hacer **clic** en el campo de texto de la plantilla, y luego en los puntos suspensivos que aparecen a la derecha. A continuación se abre un diálogo en el que puede seleccionar la plantilla deseada. De manera alternativa, si la interfaz del programa se encuentra en **Modo aprendizaje**, puede ingresar plantillas haciendo doble clic sobre ellas en el panel de **Datos**, a la derecha de la pantalla. Los datos de la plantilla se cargarán automáticamente en el modelo.

**Nota:** Recuerde que el sistema de herencia jerárquica de datos de DesignBuilder permite que los datos de una plantilla establecida en un determinado nivel se hereden a los niveles inferiores. Por ejemplo, los datos de la plantilla establecida en el nivel Edificio se heredan a los niveles de Bloque,

Zona, Superficie y Abertura. Para mayor información consulte la sección [Jerarquía del modelo y herencia de datos](#).

## Ventanas exteriores, interiores y en cubierta (lucernarios)

Las ventanas representan **superficies traslúcidas** a través de las cuales puede ingresar una parte de la radiación solar, de acuerdo con las opciones del modelo relacionadas con el [Soleamiento](#). También se pueden emplear para modelar la **entrada y salida de aire** de manera controlada, de acuerdo con las opciones del modelo relacionadas con la [Ventilación natural](#).

### Tipo de acristalamiento

Puede establecer aquí el componente de **Acristalamiento** asignado a las ventanas exteriores, interiores y en cubierta. Los componentes de Acristalamiento contienen información sobre las propiedades térmicas y ópticas de las ventanas. La forma en que se definen dichas propiedades depende del [Método de definición](#) asignado al componente ( *1-Capas de materiales* o *2-Simple*).

### Distribución de acristalamiento

Si no requiere dibujar las ventanas de manera personalizada, puede establecer aquí una plantilla de [Distribución de acristalamiento](#). Dichas plantillas permiten generar de manera automática diferentes distribuciones de ventanas en los muros exteriores y las particiones del modelo. El acristalamiento en cubierta también dispone de algunas opciones de distribución, pero son más limitadas. Los parámetros definidos por las plantillas de distribución se cargan, y se pueden modificar, en los encabezados **Dimensiones** y **Marcos y divisores** (ver más abajo).

## Dimensiones

En este encabezado puede modificar la distribución y dimensiones de las ventanas exteriores e interiores. También puede especificar las dimensiones de los retranqueos de las ventanas.

### Tipo

Puede seleccionar cualquiera de los siguientes **tipos de distribución** de acristalamiento para generar fachadas estándar:

**0-Ninguno.** No se generan ventanas de manera automática en los muros exteriores.

**1-Acristalamiento horizontal continuo.** El acristalamiento se genera como una banda horizontal continua, especificando la altura del alféizar, el espaciamiento de las ventanas y el porcentaje de acristalamiento.

**2-Acristalamiento no continuo (altura fija).** El acristalamiento se genera con una altura fija, de acuerdo a la altura especificada del alféizar y al espaciamiento de las ventanas. El ancho se calcula a partir del porcentaje de acristalamiento. Esta opción emplea el porcentaje de acristalamiento, pero da prioridad a la altura de las ventanas.

**3-Acristalamiento no continuo (altura preferente).** El acristalamiento se genera a partir de la altura de las ventanas y el porcentaje de acristalamiento, pero la altura de las ventanas se ajusta para lograr el porcentaje de acristalamiento requerido. Esta opción emplea la altura y el espaciamiento de las ventanas, pero da prioridad al porcentaje de acristalamiento.

**4-Ancho y altura fijos.** Las ventanas tienen anchura y altura fijas. Con esta opción no es posible emplear el porcentaje de acristalamiento.

**5-Llenar superficie (100%).** Toda la superficie es ocupada por el acristalamiento.

**Nota:** Para el acristalamiento en cubierta solo se encuentran disponibles las opciones 0, 4 y 5.

## Porcentaje de acristalamiento (%)

[Aplica solo para ventanas en muros exteriores y particiones]

Mediante el **porcentaje de acristalamiento** (proporción ventana-muro, o WWR por sus siglas en inglés) es posible cambiar fácilmente la cantidad de acristalamiento en los muros exteriores e interiores. Por ejemplo, al cambiar el porcentaje de acristalamiento en el nivel Edificio se modifican las dimensiones de todas las ventanas del modelo, siempre y cuando no se haya hecho cambios en niveles inferiores.

Tenga en cuenta que el área de los muros que será considerada para calcular la cantidad de acristalamiento depende de los ajustes hechos en el encabezado **Geometría, áreas y volúmenes** de la pestaña de datos de Cerramientos. Si requiere un control total sobre las áreas finales de acristalamiento se recomienda usar la plantilla de criterios geométricos **Simple**.

## Altura de ventanas

Ingrese la altura de las ventanas, desde el nivel del alfeizar hasta la parte superior.

## Espaciamiento de ventanas

Ingrese el espaciamiento entre las ventanas. El espaciamiento de las ventanas es la distancia entre los ejes centrales de la mismas, no la distancia entre sus bordes.

## Altura del alfeizar

Ingrese la distancia desde el suelo hasta el alfeizar de la ventana (parte inferior).

### Notas:

1. Es posible controlar la configuración de las fachadas con mayor detalle **dibujando ventanas personalizadas** en el nivel Superficie, o copiando ventanas dibujadas anteriormente en el nivel Edificio. En esos casos se omiten los datos de configuración definidos aquí.
2. A pesar de que hay dos tipos de distribución que dan prioridad al porcentaje de acristalamiento, *1-Acristalamiento horizontal continuo* y *3-Acristalamiento no continuo (altura preferente)*, cuando la superficie no es rectangular el porcentaje de acristalamiento no siempre se puede mantener de manera estricta. Para esas superficies DesignBuilder establece un rectángulo que cabe dentro de ellas y luego añade ventanas desde uno de sus extremos, utilizando los datos de espaciamiento de ventanas, hasta que no haya más espacio disponible. El resultado es una fachada aparentemente correcta, pero da prioridad al porcentaje de acristalamiento en dicho rectángulo y no toma en cuenta las áreas fuera de sus límites. Para valores relativamente grandes de espaciamiento de ventanas en superficies no rectangulares, podría no generarse acristalamiento.

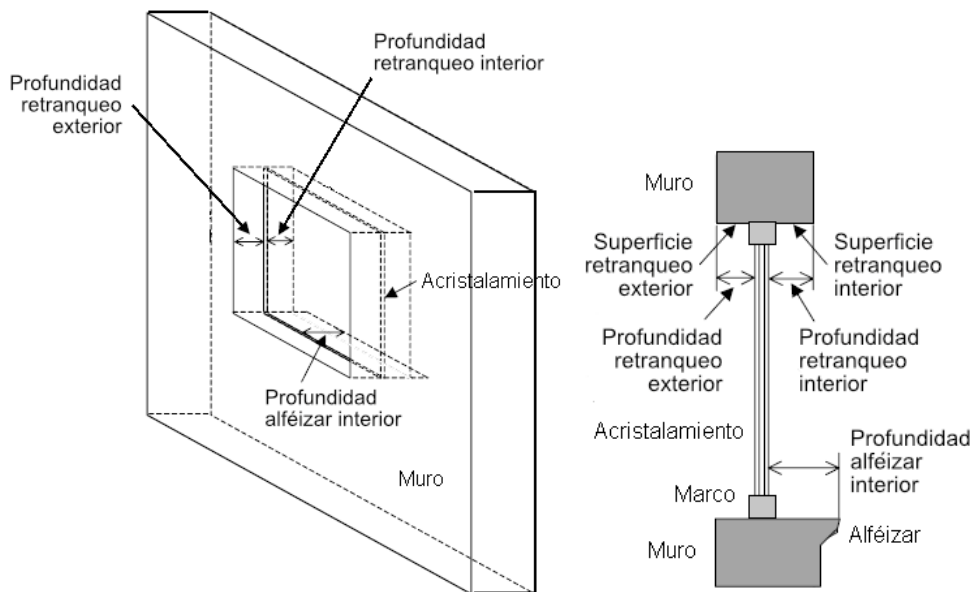
2. No es posible asignar una distribución predeterminada de acristalamiento a las **cubiertas planas**. Si requiere incluir acristalamiento en esos cerramientos debe ir al nivel Superficie y **dibujar ventanas** de manera personalizada.

## Retranqueo

[Aplica solo para ventanas en muros exteriores]

Las superficies de retranqueo se producen cuando el acristalamiento **no** se encuentra alineado con la superficie exterior y/o con la superficie interior del muro en el que se ubica. Si se especifica la profundidad y la absorptancia solar de las superficies de retranqueo, el programa calculará su efecto en el sombreado y las reflexiones de la radiación solar.

Los siguientes campos permiten definir la **profundidad** de las superficies de retranqueo exterior e interior, así como la profundidad del alféizar interior (que es la única superficie de retranqueo interior que puede variar respecto a las demás). La imagen de abajo permite identificar con más claridad las superficies involucradas. En el caso de la **absortancia solar**, DesignBuilder no permite ingresar valores personalizado, sino que asigna un valor predeterminado de 0.5 a todas las superficies de retranqueo.



**Nota:** Puede encontrar más información sobre los criterios de modelado de los retranqueos en los documentos *Engineering Reference* e *Input Output Reference* de EnergyPlus.

## Profundidad de retranqueo exterior

Es la distancia entre la superficie exterior del muro y la superficie exterior del acristalamiento, como se muestra en el dibujo de arriba. Define la profundidad de las superficies de retranqueo verticales (laterales) y horizontales (superior e inferior).

**Notas:**

1. Aunque la **profundidad de retranqueo exterior** se podría deducir del retranqueo interior y el espesor geométrico del muro, DesignBuilder permite definirlo de manera explícita. Eso ofrece una mayor flexibilidad en aquellas situaciones en las que no es posible definir de manera realista el grosor de los muros, por ejemplo cuando por motivos de simplificación se les asigna un espesor de 0 (cero). En tales casos, tener control sobre la profundidad de ambos retranqueos es una ventaja.
2. EnergyPlus modela el retranqueo exterior mediante las coordenadas geométricas de la ventana, de tal manera que la ventana y la superficie en la que se ubica no se encuentren en el mismo plano. DesignBuilder proporciona la información a EnergyPlus de esa manera, por lo que no hay ningún campo específico en los archivos IDF para definir la profundidad del retranqueo exterior.
2. La profundidad de retranqueo exterior se utiliza tanto en el módulo **Simulación** como en los módulos de **Visualización e Iluminación natural**. En estos últimos casos, sin embargo, se recomienda asignar a los muros un espesor geométrico acorde con los valores de retranqueo exterior e interior.

### Profundidad del retranqueo interior

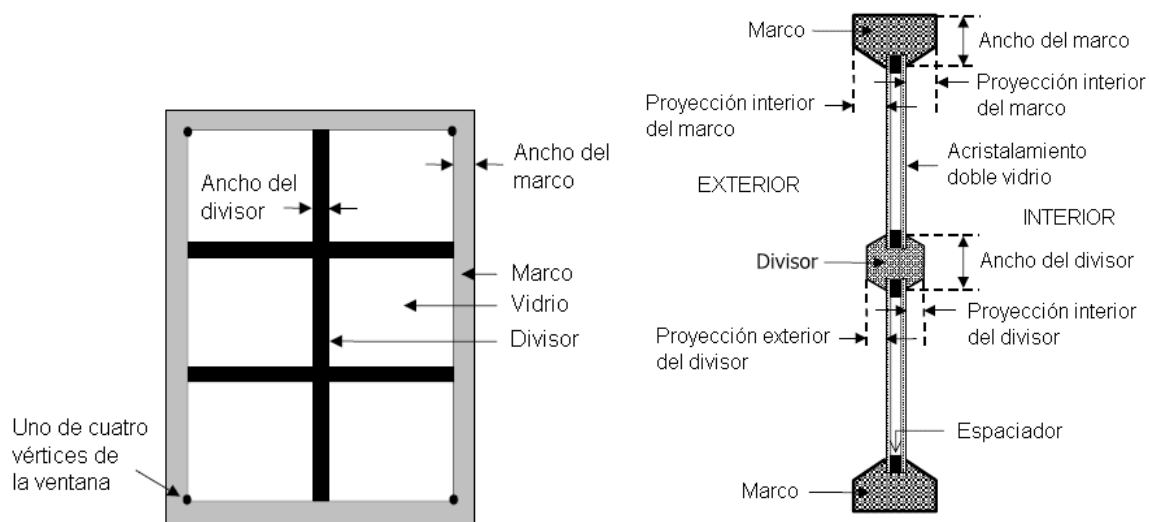
Es la distancia entre la superficie interior del muro y la superficie interior del acristalamiento, como se muestra en el dibujo de arriba. Define la profundidad de las superficies de retranqueo verticales (laterales) y horizontal superior (la inferior se define mediante la profundidad del alfeizar interior).

### Profundidad del alfeizar interior

Es la distancia entre el extremo más interior del alfeizar y la superficie interior del acristalamiento, como se muestra en el dibujo de arriba.

## Marco y divisores

Active la casilla **Incluir marco/divisores** si desea incluir estos elementos en el modelado de las ventanas. Una vez activada, podrá definir las características de los marcos y divisores de las ventanas exteriores, interiores y de cubierta. La siguiente imagen ilustra los parámetros involucrados:



**Nota:** Se recomienda revisar la sección [Notas sobre el modelado de ventanas](#).

## Cerramientos

Puede seleccionar un **componente de cerramiento** para definir la composición de los marcos y divisores. Dicho componente puede tener una o más capas de materiales, y se puede agregar una capa aislante para considerar el efecto de ruptura de puente térmico. En todo caso debe tener en cuenta que se trata de una representación simplificada. Si lo considera necesario, puede recurrir a programas como **Therm** para calcular unos Valores U más precisos y luego replicarlos con el componente de DesignBuilder.

## Divisores

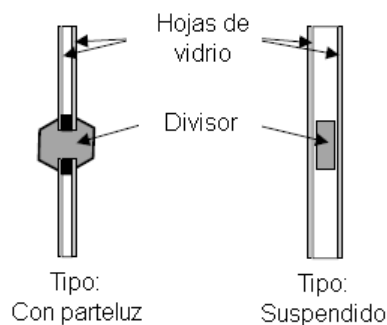
Los siguientes parámetros se usan para describir la configuración geométrica de los divisores. Si solo desea modelar el marco, pero no los divisores, puede dejar el número de divisores horizontales y/o verticales como 0 (cero). Tenga en cuenta que los divisores solo se pueden usar en ventanas con **forma rectangular**.

### Tipo

Solo aplica para ventanas ubicadas en muros exteriores. Puede seleccionar entre los siguientes tipos de divisor (ver también imagen):

**1-Con parteluz.** El divisor separa el acristalamiento en partes, y se puede proyectar hacia el exterior y/o hacia el interior. En el caso del acristalamiento con múltiples hojas de vidrio, incluye también espaciadores.

**2-Suspendido.** Solo aplica para acristalamiento con múltiples hojas de vidrio. El divisor se ubica entre las dos hojas de vidrio más externas, y por lo tanto no se puede proyectar.



### Ancho

Es el ancho de los divisores tal como se proyectan en el plano de la ventana. Se asume que todos los divisores de cada ventana tienen el mismo ancho. Si no es así, puede establecer un valor promedio o equivalente, de tal manera el área total de divisores sea la adecuada.

### Divisores horizontales

Es el número de divisores horizontales que serán incluidos en cada ventana. Indique un valor de 0 (cero) si no requiere que haya divisores horizontales.



### Divisores verticales

Es el número de divisores verticales que serán incluidos en cada ventana. Indique un valor de 0 (cero) si no requiere que haya divisores verticales.

### Proyección exterior.

Solo aplica para ventanas en muros exteriores con el tipo de divisor *1-Con Parteluz*. Define en qué medida sobresale hacia el **exterior** el perfil de los divisores, como se muestra en la imagen de arriba. Si los divisores son del tipo *2-Suspendido*, el valor debe ser 0 (cero).

### Proyección interior

Solo aplica para ventanas en muros exteriores con el tipo de divisor *1-Con Parteluz*. Define en qué medida sobresale hacia el **interior** el perfil de los divisores, como se muestra en la imagen de arriba. Si los divisores son del tipo *2-Suspendido*, el valor debe ser 0 (cero).

### Ratio de conducción borde-centro de vidrio

Solo aplica para ventanas en muros exteriores, cuando el acristalamiento incluye más de una hoja de vidrio. Se trata de la transmitancia del acristalamiento cerca del divisor, dividida por la transmitancia del acristalamiento en su parte central, excluyendo siempre el efecto de las películas de aire. Se usa para estimar los flujos de calor entre la parte central y el borde del acristalamiento. El valor suele ser superior a 1.0, debido al efecto de puente térmico causado por los divisores y por los espaciadores que separan las hojas de vidrio. Puede usar programas como **Window** para obtener valores adecuados.

### Marcos

Los siguientes parámetros se usan para describir la configuración geométrica de los marcos. Los marcos se pueden usar con cualquier forma de ventana exterior, interior y en cubierta.

### Ancho

Es el ancho del marco tal como se proyecta en el plano de la ventana. Se asume que todas las piezas del marco tienen el mismo ancho. Si no es así, puede establecer un valor promedio o equivalente, de tal manera el área total de marco sea la adecuada.

### Proyección interior

Solo aplica para ventanas en muros exteriores. Define en qué medida sobresale hacia el **interior** el perfil del marco, como se muestra en la imagen de arriba.

### Proyección exterior

Solo aplica para ventanas en muros exteriores. Define en qué medida sobresale hacia el **exterior** el perfil del marco, como se muestra en la imagen de arriba.

### Ratio de conducción borde-centro de vidrio

Solo aplica para ventanas en muros exteriores, cuando el acristalamiento incluye más de una hoja de vidrio. Se trata de la transmitancia del acristalamiento cerca del marco, dividida por la transmitancia del acristalamiento en su parte central, excluyendo siempre el efecto de las películas

de aire. Se usa para estimar los flujos de calor entre la parte central y el borde del acristalamiento. El valor suele ser superior a 1.0, debido al efecto de puente térmico causado por los perfiles del marco y por los espaciadores que separan las hojas de vidrio. Puede usar programas como **Window** para obtener valores adecuados.

## Sombreado

Es posible emplear dos tipos de dispositivos de sombreado, de manera independiente o combinada, para reducir las ganancias de calor solar a través de las ventanas:

1. **Sombreado de ventana.** Persianas, cortinas, etc. Se puede usar tanto en ventanas exteriores como en ventanas en cubierta (no en ventanas interiores).
2. **Sombreado local.** Aleros, lamas y laterales. Solo se puede usar en ventanas exteriores.

**Nota:** Recuerde que DesignBuilder ofrece otros recursos para modelar elementos y dispositivos de sombreado, como los **bloques de componente**.

## Sombreado de ventana

Active la casilla **Sombreado de ventana** si desea agregar este tipo de dispositivos al acristalamiento. En este caso los dispositivos de sombreado se modelan mediante objetos específicos de EnergyPlus, incluyendo persianas, pantallas y vidrios electrocrómicos. Los sombreados de ventana no se visualizan en el modelo, pero son mucho más versátiles que los dispositivos de **Sombreado local**, además de permitir procesos de simulación más rápidos.

### Notas:

1. Los dispositivos de **sombreado de ventana** solo se pueden aplicar a las ventanas exteriores y a los lucernarios, no a las ventanas interiores.
2. El sombreado de ventana no se incluye en los cálculos de **Diseño de calefacción**.

Una vez activado el **Sombreado de ventana**, puede definir los parámetros que se describen a continuación.

## Tipo

Aquí puede seleccionar un componente de **Sombreado de ventana**, que define las características térmicas, ópticas y geométricas del dispositivo. Hay cuatro categorías distintas:

- **Persianas de tablillas**
- **Pantallas difusoras**
- **Aislamiento transparente**
- **Vidrio electrocrómico**

**Nota:** Si selecciona un **Vidrio electrocrómico** también debe seleccionar la posición **4-Cambiante**, (ver abajo).

## Posición

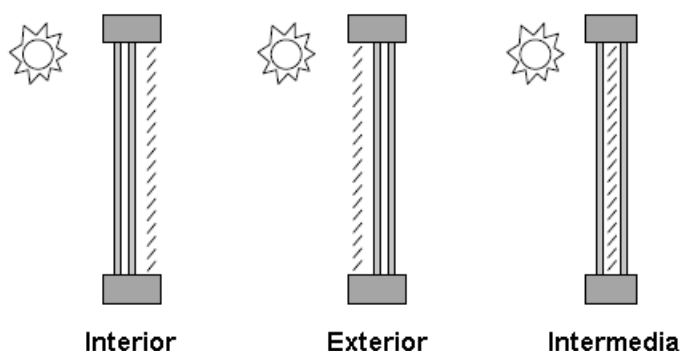
Hay cuatro posiciones disponibles para los dispositivos de sombreado de ventana (ver imagen de abajo para las tres primeras posiciones):

**1-Interior.** El dispositivo se ubica en el interior de la zona.

**2-Intermedia.** El dispositivo se ubica entre el vidrio interior y el vidrio exterior, cuando la ventana es de vidrio doble. Si la ventana tiene tres o más vidrios, el dispositivo siempre se ubica en la primera cámara de aire desde el exterior.

**3-Exterior.** El dispositivo se ubica en el exterior de la zona.

**4-Cambiante.** Esta opción corresponde al vidrio electrocrómico, en cuyo caso las características de la hoja de vidrio exterior pueden cambiar de acuerdo a los criterios de control de sombreado.



**Nota:** Cuando selecciona la posición **2-Intermedia** debe asegurarse de que el dispositivo de sombreado, de acuerdo a sus dimensiones, realmente quepa entre las hojas de vidrio del acristalamiento.

## Tipo de control

El control de los dispositivos de sombreado de ventana permite definir cuando estos se encuentran **activos** ("posicionados") o **inactivos** ("removidos"). En el caso de las **pantallas** y las **persianas**, cuando se encuentran activas se considera que cubren toda la ventana excepto el marco; cuando se encuentran inactivas se considera que no cubren ninguna parte de la ventana (en ninguno de los dos casos se considera que el dispositivo pueda cubrir parcialmente la ventana o una parte del muro en que se ubica ésta). En el caso del **vidrio electrocrómico**, cuando está activo significa que el vidrio se encuentra en su estado más opaco; cuando está inactivo significa que el vidrio se encuentra en su estado más transparente.

A continuación se definen los distintos tipos de control de los dispositivos de sombreado de ventana. Los objetos correspondientes de EnergyPlus se muestran en *cursivas*. También se indica cuando un tipo de control requiere especificar valores de consigna (setpoints), como temperatura y/o radiación solar.

**1-Permanente** (*AlwaysOn*). El dispositivo de sombreado se considera siempre activo.

Los siguientes siete tipos de control se emplean principalmente para reducir la demanda de refrigeración durante el verano, minimizando las ganancias de calor a través de ventanas:

**2-Luz diurna** (*MeetDaylightIlluminanceSetpoint*). Se usa solo con la posición **4-Cambiante** y en zonas con el **control de iluminación** activado (pestaña de datos de **Iluminación**). En este caso la transmitancia del vidrio se ajusta para alcanzar solo el nivel mínimo de iluminancia en el primer sensor de luz diurna, evitando el ingreso de radiación adicional. El nivel mínimo de iluminancia se especifica en la pestaña de datos de **Actividad**, bajo el encabezado de **Control ambiental**.

**3-Programación**. El control del dispositivo de sombreado se define exclusivamente mediante la programación de funcionamiento (ver abajo). Cuando la programación tiene un valor de 0.0 se considera inactivo. Cuando tiene un valor de 1.0 se considera activo. Los valores fraccionales se interpretan como 1.0.

**4-Radiación solar** (*OnIfHighSolarOnWindow*). El dispositivo de sombreado se activa si la suma de la radiación solar directa y la radiación solar difusa excede el valor especificado en el campo correspondiente ( $\text{W/m}^2$  o  $\text{BTU/hr-ft}^2$ ).

**5-Deslumbramiento** (*OnIfHighGlare*). El dispositivo de sombreado se activa si el deslumbramiento por luz diurna proveniente de las ventanas exteriores excede el índice máximo especificado en la pestaña de datos de **Iluminación** cuando se encuentra activado el control de iluminación. El índice de deslumbramiento se mide en el primer sensor de luz diurna de la zona.

**6-Temperatura del aire exterior** (*OnIfHighOutsideAirTemp*). El dispositivo de sombreado se activa cuando la temperatura del aire exterior supera el valor especificado en el campo correspondiente ( $^{\circ}\text{C}$  o  $^{\circ}\text{F}$ ).

**7-Temperatura del aire interior** (*OnIfHighZoneAirTemp*). El dispositivo de sombreado se activa cuando la temperatura del aire interior supera el valor especificado en el campo correspondiente ( $^{\circ}\text{C}$  o  $^{\circ}\text{F}$ ).

**8-Refrigeración** (*OnIfHighZoneCooling*). El dispositivo se activa junto con el sistema de refrigeración de la zona.

Los siguientes dos tipos de control también se pueden usar para reducir la demanda de refrigeración, pero involucran diversos criterios de funcionamiento:

**9-Refrigeración diurna y solar + nocturna** (*OnNight/OnDayIfCoolingAndHighSolarOnWindow*). El sombreado se activa durante la noche. También se activa durante el día si la radiación solar incidente sobre las ventanas excede el valor especificado en el campo correspondiente ( $\text{W/m}^2$  o  $\text{BTU/hr-ft}^2$ ) y el sistema de refrigeración se encuentra activo.

**10-Refrigeración diurna y solar** (*OffNight/OnDayIfCoolingAndHighSolarOnWindow*). El sombreado se considera inactivo durante la noche. Sin embargo, se activa durante el día si la radiación solar incidente sobre la ventana excede el valor especificado en el campo correspondiente ( $\text{W/m}^2$  o  $\text{BTU/hr-ft}^2$ ) y el sistema de refrigeración se encuentra activo.

Los siguientes tres tipos de control se pueden usar para reducir la demanda de calefacción durante el invierno, reduciendo las pérdidas de calor por conducción a través de las ventanas durante los periodos nocturnos y permitiendo que permanezcan sin protección durante los periodos diurnos para maximizar las ganancias solares. Se pueden aplicar a cualquier tipo de sombreado, pero resultan más adecuados para pantallas interiores o exteriores con elevados niveles de aislamiento. Los periodos nocturnos y diurnos son definidos automáticamente por el programa con base en los datos de radiación solar.

**11-Baja temperatura nocturna del aire exterior** (*OnNightIfLowOutsideTemp/OffDay*). Los dispositivos de sombreado se activan durante la noche si la temperatura del aire **exterior** es inferior al valor indicado en el campo correspondiente (°C o °F), pero se desactiva durante el día.

**12-Baja temperatura nocturna del aire interior** (*OnNightIfLowInsideTemp/OffDay*). Los dispositivos de sombreado se activan durante la noche si la temperatura del aire **interior** es inferior al valor indicado en el campo correspondiente (°C o °F), pero se desactiva durante el día.

**13-Calefacción nocturna** (*OnNightIfHeating/OffDay*). El dispositivo se activa durante la noche si el sistema de calefacción se activa, pero se desactiva durante el día.

Los siguientes dos tipos de control se pueden emplear para reducir simultáneamente las demandas de calefacción y refrigeración. Se pueden aplicar a cualquier tipo de sombreado, pero resultan más adecuados para pantallas traslúcidas interiores o exteriores con elevados niveles de aislamiento:

**14-Baja temperatura nocturna del aire exterior + refrigeración diurna** (*OnNightIfLowOutsideTemp/OnDayIfCooling*). El dispositivo de sombreado se activa durante la noche si la temperatura del aire exterior es inferior al valor indicado en el campo correspondiente (°C o °F), y se activa durante el día cuando se activa el sistema de refrigeración.

**15-Calefacción nocturna + refrigeración diurna** (*OnNightIfHeating/OnDayIfCooling*). El dispositivo se activa durante la noche cuando se activa el sistema de calefacción, y se activa durante el día cuando se activa el sistema de refrigeración.

Finalmente, DesignBuilder ofrece las siguientes opciones de control de los dispositivos de sombreado:

**16-Radiación solar horizontal** (*OnIfHighHorizontalSolar*). Los dispositivos de sombreado se activan si la radiación solar global horizontal (directa más difusa) excede el valor indicado en el campo correspondiente (W/m<sup>2</sup>).

**17-Temperatura del aire exterior + Radiación solar en ventana** (*OnIfHighOutdoorAirTempAndHighSolarOnWindow*). Los dispositivos de sombreado se activan si simultáneamente la temperatura del aire exterior y la radiación solar incidente sobre la ventana exceden los valores indicados en los campos correspondientes (°C o °F, W/m<sup>2</sup>)

**18-Temperatura del aire exterior + Radiación solar horizontal** (*OnIfHighOutdoorAirTempAndHighHorizontalSolar*). Los dispositivos de sombreado se activan si simultáneamente la temperatura del aire exterior y la radiación solar global horizontal (directa más difusa) exceden los valores indicados en los campos correspondientes (°C o °F, W/m<sup>2</sup>).

**Nota:** Si dos zonas con luz natural comparten una ventana interior, entonces en ninguna de esas zonas se podrá usar los controles **2-Luz diurna** o **5-Deslumbramiento**.

## Programación de funcionamiento

La **programación de funcionamiento** de los dispositivos de sombreado opera junto con la mayoría de los tipos de control explicados arriba, con excepción de **1-Permanente** y **5-Deslumbramiento**. Con el tipo de control **3-Programación**, la programación indicada aquí es de hecho el único medio de control del sombreado. En todos los demás casos, para que los dispositivos de control se activen es necesario que se cumplan dos condiciones:

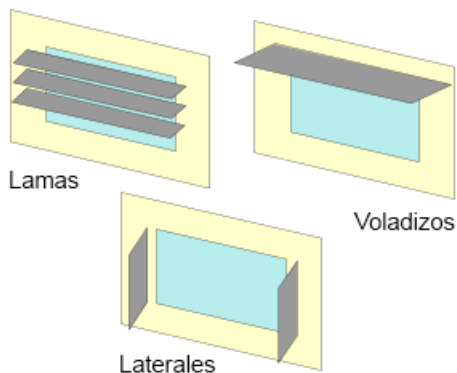
- a) Que la programación indicada aquí lo permita. Cuando la programación tiene un valor de 0.0 se considera que los dispositivos NO se pueden activar. Cuando tiene un valor de 1.0 se considera que SI se pueden activar. Los valores fraccionales se interpretan como 1.0.
- b) Que el criterio de funcionamiento del propio tipo de control lo permita.

**Nota:** Si desea que solo se tome en cuenta el criterio de funcionamiento del propio tipo de control, puede ingresar aquí una programación del tipo On (1.0 como valor continuo).

## Sombreado local

Active la casilla **Sombreado local** si desea agregar este tipo de dispositivos al acristalamiento. En este caso los dispositivos de sombreado se modelan mediante elementos similares a los bloques de componente, pero planos (no tienen espesor). Estos dispositivos de sombreado solo se pueden emplear en la parte externa de las ventanas exteriores. Tienen la ventaja de que se pueden visualizar en el modelo, pero pueden hacer bastante más lentas las simulaciones, sobre todo si se incluye una gran cantidad de ventanas con sombreado local en el modelo.

Todas las características de los dispositivos de sombreado local se definen mediante la selección de **componentes de sombreado local**. DesignBuilder ofrece un pequeño repertorio de componentes de este tipo, pero puede crear los que requiera. Además del material del dispositivo (que determina la forma en que reflejará la radiación solar) los datos de los componentes permiten definir, de manera individual o combinada, elementos geométricos del tipo lama, voladizo y lateral, como se muestra en la siguiente imagen:



### Notas:

1. Los dispositivos de **sombreado local** solo se pueden aplicar a las ventanas exteriores, no a las ventanas interiores ni a los lucernarios.
2. DesignBuilder permite crear una gran variedad de dispositivos de sombreado local mediante la combinación de lamas, voladizos y laterales. Sin embargo, si desea modelar elementos de sombreado con una geometría o posición especial, puede hacerlo mediante **bloques de componente**.

## Ventanas con cámara ventilada

Si activa la casilla correspondiente puede modelar el **Control de cámara ventilada** en las ventanas ubicadas en muros exteriores. Las ventanas con cámara ventilada son aquellas en las que se introduce aire forzado a las cámaras de aire entre hojas de vidrio adyacentes. También se conocen como “ventanas con extracción de calor”, o “ventanas climatizadas”. Por lo general se usan para reducir las ganancias de calor durante el verano, o bien para calentar la superficie se las ventanas. Además del potencial ahorro energético, con este tipo de ventanas es posible incrementar los niveles de confort, al modificar la temperatura radiante que afecta a la zona.

Las siguientes son las posibles configuraciones para definir los flujos de aire a través de las cámaras ventiladas (ver también la imagen de abajo):

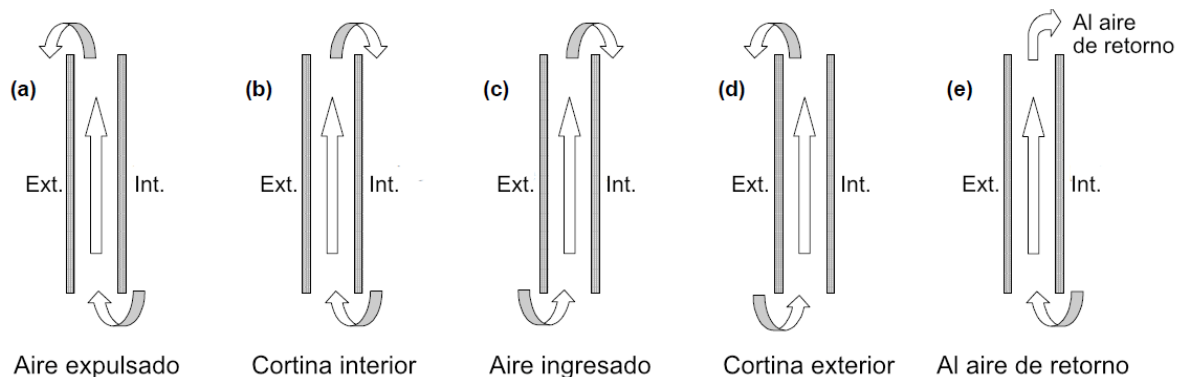
**(a) Aire expulsado.** Fuente: 1-Aire interior / Destino: 2-Aire exterior.

**(b) Cortina interior.** Fuente: 1-Aire interior / Destino: 1-Aire interior.

**(c) Aire ingresado.** Fuente: 2-Aire exterior / Destino: 1-Aire interior.

**(d) Cortina exterior.** Fuente: 2-Aire exterior / Destino: 2-Aire exterior.

**(e) Al aire de retorno.** 1-Aire interior / Destino: 3-Aire de retorno.



### Notas:

1. El acristalamiento debe tener al menos dos hojas de vidrio. Si tiene tres hojas o más, se asume que la cámara ventilada es la que se ubica entre las dos hojas más externas.
2. El gas en la cámara ventilada debe ser aire. Cualquier otro tipo de gas producirá error.

### Fuente

Define de donde proviene el aire que ingresa a la cámara ventilada. Hay dos opciones:

**1-Aire interior.** El aire proviene del exterior, y por lo tanto tendrá las condiciones del ambiente externo.

**2-Aire exterior.** El aire proviene del interior, y por lo tanto tendrá las condiciones del aire en la zona.



## Destino

Define hacia donde se expulsa el aire después de pasar por la cámara. Hay tres opciones:

**1-Aire interior.** El aire se expulsa al interior de la zona.

**2-Aire exterior.** El aire se expulsa al exterior del edificio.

**3-Aire de retorno.** El aire se expulsa al sistema de retorno de aire de la zona. Esta opción solo es permitida si la fuente es **1-Aire interior**. Si el aire de retorno de la zona es 0 (cero), entonces el aire de la cámara se expulsa al interior. Si el aire expulsado de **todas** las ventanas con destino **3-Aire de retorno** en una zona es mayor que el aire de retorno, entonces el aire sobrante será expulsado al interior.

## Caudal máximo

Es el causal máximo de aire en la cámara ventilada, en m<sup>3</sup>/s por metro lineal (ancho) de acristalamiento, o ft<sup>3</sup>/min por pie lineal de acristalamiento. El valor típico es de entre 0.006 y 0.009 m<sup>3</sup>/s-m (entre 4 y 6 ft<sup>3</sup>/min-ft). Este caudal puede ser modificado por la programación (ver abajo).

**Nota:** La energía requerida por los ventiladores para generar el caudal de aire suele ser muy reducida, y por lo tanto se ignora en las simulaciones.

## Programación

Puede seleccionar una programación con valores entre 0.0 y 1.0, para modificar el caudal máximo de aire en el tiempo. El caudal máximo final, en cada etapa de simulación, resulta de multiplicar el valor ingresado arriba por el valor en la programación.

## Funcionamiento

El **funcionamiento** permite regular los periodos en los que las ventanas se pueden abrir para permitir el flujo de aire. Este encabezado siempre se muestra para las ventanas interiores, pero en el caso de las ventanas exteriores (muros y cubiertas) solo se muestra cuando se selecciona la opción de **ventilación natural Calculada** y se activa la casilla **Ventilación natural** en la pestaña de datos de HVAC.

**Nota:** Cuando se usa la opción de ventilación natural **Programada**, la apertura de ventanas, rejillas, puertas y huecos exteriores no se modela de manera explícita, sino que se define una tasa de ventilación acorde con el **Método de definición del aire exterior** en la pestaña de datos de HVAC. Es por eso que con esa opción no se muestra el encabezado de Funcionamiento para las ventanas exteriores.

## Opción de control

Las **opciones de control** solo están disponibles para para las ventanas interiores (no para las ventanas exteriores en muros o cubiertas) y varían dependiendo de la **opción de ventilación natural** (programada o calculada). Cuando se usa ventilación natural **Programada**, se dispone de las siguientes opciones de control para las ventanas interiores:

**1-Con programación.** Las ventanas interiores se controlan exclusivamente con programaciones, y no se ven afectadas por los controles de ventilación natural definidos en la pestaña de HVAC.

**2-Cerradas.** Las ventanas interiores se consideran siempre cerradas y por lo tanto no admiten el flujo de aire entre zonas (aunque la programación de funcionamiento lo permita).

Cuando se usa ventilación natural **Calculada**, se dispone de las siguientes opciones de control para las ventanas interiores:

**1-Con programación.** Las ventanas interiores se controlan exclusivamente con programaciones, y no se ven afectadas por los controles de ventilación natural definidos en la pestaña de HVAC.

**2-Con ventanas/rejillas exteriores.** Las ventanas interiores se controlan usando exactamente las mismas opciones de control establecidas para las ventanas y rejillas exteriores en el encabezado **Ventilación natural** de la pestaña de datos de HVAC, así como la programación de funcionamiento (ver abajo).

## Programación de funcionamiento

La programación de funcionamiento siempre está disponible para las ventanas interiores, aunque en ese caso solo tiene efecto cuando se usa la opción de control **1-Con programación**. En el caso de las ventanas exteriores (muros y cubiertas) la programación de funcionamiento solo está disponible cuando se usa **ventilación natural Calculada**.

Esta programación permite definir en qué periodos se pueden abrir las ventanas para permitir la ventilación natural. Un valor de 0.0 indica que las ventanas no se pueden abrir. Un valor de 1.0 indica que las ventanas se pueden abrir de acuerdo al porcentaje de área de apertura establecido (ver abajo). Los valores fraccionales entre 0.0 y 1.0 se asumen como 1.0. De esa manera es posible definir periodos en los que no se admite la ventilación natural, como las noches, los fines de semana y/o los meses de invierno.

Recuerde que, además de esta programación, los periodos en los que puede haber ventilación natural a través de las ventanas exteriores dependen de:

- a) Las **temperaturas de consigna** establecidas en la pestaña de datos de Actividad.
- b) El **modo de control** establecido en la pestaña de datos de HVA.

**Nota:** La tasa de ventilación natural se calcula con base en la diferencia de presiones a través de las ventanas, la cual a su vez se calcula tomando en cuenta la presión del viento y el efecto chimenea.

## Apertura para ventilación

Los parámetros definidos en este encabezado se emplean en las simulaciones con la opción de **ventilación natural Calculada**, pero también en los **Análisis CFD**. Por eso se muestran aun cuando se haya seleccionado la opción de ventilación natural **Programada**.

## Posición de apertura

Define la parte de la ventana que se abre para ventilación. Las siguientes son las opciones disponibles:

**1-Superior.** La apertura se ubica en la parte superior de la ventana.

**2-Inferior.** La apertura se ubica en la parte inferior de la ventana.

**3-Derecha.** La apertura se ubica en la parte derecha de la ventana (vista desde afuera).

**4-Izquierda.** La apertura se ubica en la parte izquierda de la ventana (vista desde afuera).

#### Notas:

1. Las opciones **3-Derecha** y **4-Izquierda** deberían dar resultados idénticos en las simulaciones con EnergyPlus, ya que este programa solo considera los cambios de posición en el eje Z.
2. Las ventanas deben ser rectangulares para poder definir la posición de la apertura de acuerdo a las opciones descritas arriba.
3. De cualquier manera, las ventanas no rectangulares (o rotadas) también se pueden usar para modelar la apertura al aire (sin control sobre la posición de la apertura). En ese caso EnergyPlus trata las ventanas como si fueran rectangulares, considerando unas dimensiones equivalentes.

### Porcentaje de área de apertura

Aquí puede definir el área de apertura, como un porcentaje del área total de la ventana. Por ejemplo, si el área de la ventana es de 3.0 m<sup>2</sup> y el porcentaje es 20%, entonces el área de apertura es de 0.6 m<sup>2</sup>. Sin embargo, debe tener en cuenta el tipo de ventana y las posibles obstrucciones al flujo del aire para definir un porcentaje de apertura realista, por ejemplo:

- Si la ventana es corrediza el área de apertura puede ser cercana al 50%, pero si se tiene en cuenta el área del marco debería indicar un porcentaje menor, por ejemplo un 40-45%.
- Si la ventana es oscilante o batiente, y no se puede abrir completamente, la parte practicable representa una obstrucción al flujo del aire. En esos casos, un criterio más o menos adecuado puede ser calcular el área real de apertura sumando el área rectangular de la apertura (inferior o superior en el caso de las ventanas oscilantes, lateral en el caso de las batientes) y las dos áreas triangulares (verticales en el caso de las ventanas oscilantes, horizontales en el caso de las batientes).
- Si la apertura de la ventana cuenta con una malla, por ejemplo para impedir la entrada de insectos, debería reducir el porcentaje de área de apertura consecuentemente.

Si requiere una aproximación más rigurosa a la definición del área de apertura puede consultar el artículo [A review of ventilation opening area terminology](#), de Benjamin M. Jones et al. (2015).

#### Notas:

1. El área de apertura se multiplica por el **Coeficiente de descarga para ventanas y huecos** para calcular el área efectiva empleada en las simulaciones con EnergyPlus.
2. Si se activa la opción **Modular áreas de apertura**, el área de apertura se puede multiplicar por un factor para reducir el ingreso de aire demasiado frío.
3. Sin en una misma superficie hay ventanas con diferentes porcentajes de área de apertura, porque así lo requiere el análisis, o si está efectuando simulaciones para definir condiciones para análisis CFD, debe desactivar la opción **Agrupar ventanas similares en una superficie**.

## Notas sobre el modelado de ventanas

### Inclusión de marcos en el modelado de las ventanas

De manera predeterminada, EnergyPlus modela el acristalamiento y los marcos de las ventanas como objetos independientes. Sin embargo, hay otra aproximación en la que cada ventana se modela, de manera simplificada, como un todo. Así, en resumen, en el entorno de DesignBuilder hay dos aproximaciones distintas para modelar las ventanas. Es importante conocer las implicaciones de cada una de ellas.

#### 1. Definición detallada y modelado explícito de los marcos

La definición detallada de las ventanas implica usar componentes de acristalamiento con el **Método de definición: 1-Capas**, en los que se especifica las características térmicas y ópticas de cada hoja de vidrio, así como de las cámaras de gas. En este caso los datos de los marcos se definen siempre de manera independiente, en el encabezado **Marcos y divisores**. Con esta opción los fenómenos de transmisión de calor y radiación a través de las ventanas se calculan de manera más detallada, pero no es posible calcular valores globales de transmitancia térmica y transmisión solar/lumínica para la ventana en su conjunto. Si requiere saber esos valores, se recomienda usar programas externos como **Therm y Window**.

#### 2. Definición simplificada y modelado implícito de los marcos

La definición simplificada de las ventanas implica usar componentes de acristalamiento con el **Método de definición: 2-Simple**, que permite describir sus características mediante tres parámetros básicos: transmitancia térmica, transmisión solar (SHGC) y transmisión de luz. Con este método hay dos aproximaciones posibles:

- Definir cada ventana incluyendo simultáneamente el efecto del acristalamiento y el marco, opción que puede ser útil para cumplir con algunos códigos energéticos, o bien cuando el fabricante ofrece la información de esa manera. En este caso es importante desactivar la casilla **Incluir marco/divisores**, pues de otra manera se estaría considerando su efecto dos veces.
- Definir por separado el acristalamiento y el marco, opción que puede ser útil cuando se tienen datos de la transmitancia térmica y transmisión solar/lumínica solo de la parte del acristalamiento (que de hecho se pueden consultar en la pestaña **Valores calculados** cuando se usa el **Método de definición: 1-Capas**). En este caso, si se requiere, los parámetros básicos para la ventana completa se pueden establecer manualmente de manera aproximada, calculando la transmitancia global como un promedio ponderado de la transmitancia del acristalamiento y el marco, y ajustando los valores de transmisión solar y lumínica restándoles la fracción correspondiente al área del marco.

En todo caso, nuevamente, si requiere usar valores globales de transmitancia global y transmisión solar/lumínica, y solo dispone de datos detallados del acristalamiento y del marco por separado, lo más recomendable es usar programas como **Therm y Window**.

## Diferencia de dimensiones de ventanas entre DesignBuilder y EnergyPlus

El objeto de ventana *FenestrationSurface:Detailed*, incluido en el archivo IDF de EnergyPlus, por lo general tienen un área ligeramente más reducida que el área definida en DesignBuilder. Esto es porque DesignBuilder incluye los marcos en el área total de las ventanas, pero no en el área de las ventanas que pasa a EnergyPlus. En otras palabras, DesignBuilder pasa a EnergyPlus el área de las ventanas restándole el área correspondiente a los marcos. Si se desactiva la opción de modelar los marcos en DesignBuilder, entonces el área de las ventanas será idéntica en ambos programas.

## Puertas exteriores e interiores

Las puertas representan superficies **opacas a la radiación solar** pero que permiten modelar la **entrada y salida de aire** en forma parcialmente controlada, de acuerdo con las opciones del modelo relacionadas con la **Ventilación natural**.

La composición física de las puertas, es decir, sus capas de materiales, se define en el encabezado **Sub-superficies** de la pestaña de datos de **Cerramientos**. Debido a ello en la pestaña de datos de aberturas, bajo el encabezado Puertas, solo se encuentran disponibles los siguientes parámetros:

- **Auto-generar**
- **Funcionamiento**

### Notas:

1. Las **puertas acristaladas** deben modelarse como ventanas, ya que solo de esa manera es posible tomar en cuenta el paso de la radiación solar a través de ellas. Si sólo una parte de la puerta es acristalada entonces puede modelarse con dos aberturas contiguas, una del tipo puerta y otra del tipo ventana.
2. Las pérdidas y ganancias de calor por conducción a través de las puertas se suman a las del muro en que se encuentran, y solo es posible visualizarlas en forma independiente si se solicitan resultados hasta el nivel abertura. Para calcular dichas pérdidas y ganancias se asume que las puertas se encuentran cerradas.
3. Los flujos de aire a través de puertas exteriores solo se toma en cuenta en las simulaciones (no en los cálculos de diseño de calefacción y refrigeración), cuando se ha establecido la opción de **ventilación natural calculada** (Opciones del modelo) y se ha activado la ventilación natural en la pestaña de datos de HVAC. Las puertas interiores funcionan de manera similar, pero estas también se pueden emplear para mezclar el aire de zonas adyacentes cuando la opción de ventilación natural se establece como Programada.

### Auto-generar

Es posible crear puertas de manera automática en las superficies en las que no se haya dibujado aberturas personalizadas, activando la casilla **Auto-generar**. Esta acción añade una única puerta en cada una de las superficies involucradas (dependiendo del nivel en el que se active la casilla). Cuando las superficies tienen ventanas predeterminadas la puerta creada automáticamente sustituye una de esas ventanas. Puede definir las dimensiones de las puertas auto-generadas mediante los campos **Ancho preferente** y **Altura preferente**.

#### Notas:

1. Para tener un mayor control sobre la geometría y ubicación de las puertas puede ir al nivel Superficie y dibujarlas mediante el comando **Dibujar puerta**. En las superficies en las que se haya dibujado aberturas personalizadas la activación de la casilla Auto-generar no tendrá efecto alguno.
2. Si se ha dibujado puertas personalizadas estas serán consideradas en el modelo aun cuando la casilla Auto-generar no se encuentre activada. Esta casilla solo controla la generación automática de puertas, no su empleo en cálculos y simulaciones.

## Funcionamiento

Es posible definir el funcionamiento de las puertas, cuando estas serán consideradas en la ventilación natural (de acuerdo a las opciones del modelo establecidas), a partir de los siguientes parámetros:

### Porcentaje de área de apertura

Define el área de la puerta que se puede abrir, en relación con su área total, para proporcionar una medida aproximada del área real de apertura.

### Porcentaje de tiempo de apertura

Define el tiempo promedio en el que la puerta se encuentra abierta. Permite considerar el hecho de que durante los periodos ocupados las puertas se pueden abrir y cerrar de manera repetida.

### Programación de funcionamiento

La programación define los periodos en los que las puertas pueden permitir el flujo de aire. Un valor de 0.0 indica que las puertas se encuentran cerradas, mientras que un valor distinto (generalmente se emplea 1.0) indica que las puertas se encuentran abiertas. En otras palabras, valores parciales entre 0 y 1 en la programación no implican apertura parcial de las puertas.

#### Notas:

1. Cuando se emplea la opción de ventilación natural Programada, o se emplea la ventilación natural Calculada pero esta no se encuentra activada en la pestaña de datos de HVAC, los datos de funcionamiento de las puertas **exteriores** no se encuentran disponibles ya que no serán considerados.
2. Tanto con ventilación natural programada como calculada, la operación de las puertas se controla exclusivamente con las programaciones. Eso significa que no se ve afectada por los diferentes controles de ventilación natural.

La forma en que se emplean los datos anteriores depende de la opción de ventilación natural establecida en el diálogo de **Opciones del modelo**:

### Con ventilación natural Calculada

La medida de la apertura de las puertas **exteriores** e **interiores** se calcula multiplicando su **área total** por el **porcentaje de área de apertura** y por el **porcentaje de tiempo de apertura**. Esto equivale a hacer un “hueco” en la puerta que permanecerá abierto mientras la programación de

funcionamiento lo permita. Por ejemplo, si la puerta mide 0.90m x 2.10m y se establece un porcentaje de área del 60% y un porcentaje de tiempo del 20%:

$$\text{Apertura} = 1.89 \text{ m}^2 \times 0.6 \times 0.2 = 0.2268 \text{ m}^2$$

Los caudales de aire que pasan a través de las puertas se calculan considerando un **coeficiente de descarga** (efectividad fraccional de flujo de aire) de 0.65, así como las diferencias de presión entre ambos lados, la densidad del aire y las dimensiones de apertura, entre otros factores.

### Con ventilación natural Programada

En este caso la apertura de las puertas **exteriores** no se modela de manera explícita, ya que los caudales de aire y los periodos en los que se dan se definen directamente en la etiqueta de HVAC. En el caso de las puertas **interiores** se emplea el objeto de EnergyPlus “Zone:Mixing”, el cual modela la mezcla de aire entre dos zonas adyacentes. DesignBuilder emplea una relación empírica aproximada para calcular el caudal de aire:

$$\text{Flujo (m}^3\text{/s)} = \text{Área de puerta (m}^2\text{)} * \text{Porcentaje de área de apertura} * \text{Porcentaje de tiempo de apertura} * \text{FAirflowRatePerOpeningArea}$$

Donde *FAirflowRatePerOpeningArea* es un factor que representa el caudal de aire por área de apertura (m<sup>3</sup>/s-m<sup>2</sup>). El valor predeterminado es 0.1, pero se puede modificar en el campo **Caudal de aire por área de apertura**, en la pestaña Avanzado del diálogo de **Opciones del modelo**.

**Nota:** Para considerar los caudales de aire a través de las puertas internas, cuando se usa ventilación natural programada, debe activar la casilla **Caudal de aire a través de aberturas internas**, en la pestaña Avanzado del diálogo de **Opciones del modelo**.

### Rejillas exteriores e interiores

Las rejillas representan superficies **opacas a la radiación solar**, pero que permiten modelar la **entrada y salida de aire** en forma parcialmente controlada, de acuerdo con las opciones del modelo relacionadas con la **Ventilación natural**. En la pestaña de datos de aberturas, bajo el encabezado **Rejillas**, se encuentran disponibles los siguientes campos para definir las características de las rejillas exteriores e interiores:

- Tipo de rejilla
- Auto-generar
- Funcionamiento

#### Notas:

1. Las pérdidas y ganancias de calor por conducción a través de las rejillas se suman a las del muro en que se encuentran, y solo es posible visualizarlas en forma independiente si se solicitan resultados hasta el nivel abertura. Para calcular dichas pérdidas y ganancias se asume que las rejillas se encuentran cerradas.
2. Los flujos de aire a través de rejillas exteriores solo se toma en cuenta en las simulaciones (no en los cálculos de diseño de calefacción y refrigeración), cuando se ha establecido la opción de **ventilación natural calculada** (Opciones del modelo) y se ha activado la ventilación natural en la



pestaña de datos de HVAC. Las rejillas interiores funcionan de manera similar, pero estas también se pueden emplear para mezclar el aire de zonas adyacentes cuando la opción de ventilación natural se establece como Programada.

### Tipo de rejilla

En este campo es posible seleccionar un **componente de rejilla**, el cual define el **coeficiente de descarga** de las rejillas, la **textura** con la que se mostrarán en la pantalla de Visualización y el componente de **cerramiento** que define su composición material.

El coeficiente de descarga representa la **efectividad fraccional de flujo de aire**, y se emplea para calcular el caudal de aire que atraviesa la rejilla considerando las diferencias de presión interior y exterior, la densidad del aire y las dimensiones del área de apertura, entre otros factores. El componente de **cerramiento** predeterminado (*Holes and vents*), por otro lado, está conformado por una única capa de material con las siguientes características:

Espesor = 0.2m

Conductividad = 0.1 W/m-K

Densidad = 12.0 kg/m<sup>3</sup>

Calor específico = 840 J/kg-K

Absortancia térmica = 0.9

Absortancia solar y visible = 0.7

**Nota:** El usuario puede crear componentes de cerramiento personalizados, si lo considera necesario, para definir propiedades térmicas y superficiales distintas.

### Auto-generar

Es posible crear rejillas de manera automática en las superficies en las que no se haya dibujado aberturas personalizadas, activando la casilla Auto-generar. Esta acción añade rejillas con forma cuadrada en cada una de las superficies involucradas (dependiendo del nivel en el que se active la casilla), de acuerdo con los valores indicados en los campos Área de rejilla, Espaciamiento de rejillas y Altura de rejillas desde el suelo.

### Área de rejilla

Ingrese el área de cada rejilla, en m<sup>2</sup> o ft<sup>2</sup>. La medida lineal (anchura y altura) de las rejillas será la raíz cuadrada del valor indicado aquí.

### Espaciamiento de rejillas

Indique el espaciamiento de las rejillas (en metros o en pies). Este valor representa la distancia entre los centros de las rejillas, no la distancia de borde a borde. Si las ventanas también se han auto-generado, y su espaciamiento coincide con el de las rejillas, generalmente se creará una rejilla debajo de cada ventana.

## Altura de la rejilla desde el suelo

Indique la distancia desde el nivel del suelo de la zona hasta el centro de la rejilla, en m<sup>2</sup> o ft<sup>2</sup>. Si la altura especificada hace que las rejillas se traslapen con ventanas existentes entonces las rejillas no serán generadas.

### Notas:

1. Para tener un mayor control sobre la geometría y ubicación de las rejillas puede ir al nivel superficie y dibujarlas mediante el comando **Dibujar rejilla**. En las superficies en las que se haya dibujado aberturas personalizadas la activación de la casilla Auto-generar no tendrá efecto alguno.
2. Si se ha dibujado rejillas personalizadas estas serán consideradas en el modelo aun cuando la casilla Auto-generar no se encuentre activada. Esta casilla solo controla la generación automática de rejillas, no su empleo en cálculos y simulaciones.

## Funcionamiento

Es posible definir el funcionamiento de las rejillas, cuando estas serán consideradas en la ventilación natural (de acuerdo a las opciones del modelo establecidas), a partir de los siguientes parámetros:

### Opción de control

Las **opciones de control** solo están disponibles para para las rejillas interiores (no para las rejillas exteriores en muros o cubiertas) y varían dependiendo de la **opción de ventilación natural** (programada o calculada). Cuando se usa ventilación natural **Programada**, se dispone de las siguientes opciones de control para las rejillas interiores:

**1-Con programación.** Las rejillas interiores se controlan exclusivamente con programaciones, y no se ven afectadas por los controles de ventilación natural definidos en la pestaña de HVAC.

**2-Cerradas.** Las rejillas interiores se consideran siempre cerradas y por lo tanto no admiten el flujo de aire entre zonas (aunque la programación de funcionamiento lo permita).

Cuando se usa ventilación natural **Calculada**, se dispone de las siguientes opciones de control para las rejillas interiores:

**1-Con programación.** Las rejillas interiores se controlan exclusivamente con programaciones, y no se ven afectadas por los controles de ventilación natural definidos en la pestaña de HVAC.

**2-Con ventanas/rejillas exteriores.** Las rejillas interiores se controlan usando exactamente las mismas opciones de control establecidas para las ventanas y rejillas exteriores en el encabezado **Ventilación natural** de la pestaña de datos de HVAC, así como la programación de funcionamiento (ver abajo).

## Programación de funcionamiento

La programación define los periodos en los que las rejillas pueden permitir el flujo de aire. Un valor de 0.0 indica que las rejillas se encuentran cerradas, mientras que un valor distinto (generalmente se emplea 1.0) indica que las rejillas se encuentran abiertas. En otras palabras, valores parciales entre 0 y 1 en la programación no implican apertura parcial de las rejillas.

**Nota:** Cuando se emplea la opción de ventilación natural Programada, o se emplea la ventilación natural Calculada pero esta no se encuentra activada en la pestaña de datos de HVAC, los datos de funcionamiento de las rejillas **exteriores** no se encuentran disponibles ya que no serán considerados.

La forma en que se emplean los datos anteriores depende de la opción de ventilación natural establecida en el diálogo de **Opciones del modelo**:

### Ventilación natural Calculada

Los caudales de aire a través de las rejillas **exteriores** e **interiores** se calculan considerando el **coeficiente de descarga** asignado como parte del Tipo de rejilla (ver arriba), un 90% de área efectiva (respecto al área total de la rejilla), las diferencias de presión y la densidad del aire, entre otros factores.

**Nota:** Con ventilación natural calculada, cada rejilla exterior e interior se modela utilizando un objeto "Door" y un objeto "AirflowNetwork:Multizone:Component:DetailedOpening" de EnergyPlus, además de otros componentes asociados.

### Ventilación natural Programada

En este caso la apertura de las rejillas **exteriores** no se modela de manera explícita, ya que los caudales de aire y los periodos en los que se dan se definen directamente en la etiqueta de HVAC. En el caso de las rejillas **interiores** se emplea el objeto de EnergyPlus "Zone:Mixing", el cual modela la mezcla de aire entre dos zonas adyacentes. DesignBuilder emplea una relación empírica aproximada para calcular el caudal de aire:

$$\text{Flujo (m}^3\text{/s)} = \text{Área de rejilla (m}^2\text{)} * 0.90 \text{ (Factor de apertura)} * \text{FAirflowRatePerOpeningArea}$$

Donde *FAirflowRatePerOpeningArea* es un factor que representa el caudal de aire por área de apertura (m<sup>3</sup>/s-m<sup>2</sup>). El valor predeterminado es 0.1, pero se puede modificar en el campo **Caudal de aire por área de apertura**, en la pestaña Avanzado del diálogo de **Opciones del modelo**.

#### Notas:

1. Para considerar los caudales de aire a través de las rejillas internas, cuando se usa ventilación natural programada, debe activar la casilla **Caudal de aire a través de aberturas internas**, en la pestaña Avanzado del diálogo de **Opciones del modelo**.
2. Con ventilación natural programada, cada rejilla interior y exterior se modela utilizando un objeto "Door" de EnergyPlus. Cada rejilla interior se modela además con un objeto "ZoneMixing".

### Huecos exteriores e interiores

En DesignBuilder los huecos representan **aberturas permanentemente abiertas**, y se modelan en de acuerdo a los siguientes criterios:

- Los huecos no se pueden auto-generar, sino que se deben dibujar en el nivel Superficie como cualquier otra abertura.

- Permiten el paso casi total de la radiación solar. Para ello se modelan en EnergyPlus como un cristal casi perfectamente claro: transmitancia solar, visible e infrarroja de 0.99; reflectancia solar, visible e infrarroja de 0.005. Tome en cuenta que las opciones del modelo relacionadas con el **Soleamiento** afectan el cálculo de la radiación solar que atraviesa los huecos de manera similar a las ventanas.
- Se pueden emplear para modelar la **entrada y salida de aire** de manera NO controlada. No es posible, por ejemplo, asignar una programación para activar o desactivar el flujo de aire a través de los huecos. El funcionamiento de los huecos depende de las opciones del modelo relacionadas con la **Ventilación natural** (ver abajo).
- Se pueden emplear para **agrupar zonas**, si se activa la casilla **Agrupar zonas conectadas por huecos** en el diálogo de Opciones del modelo.
- Se usan internamente para modelar la transferencia de calor y los flujos de aire a través de las **Particiones virtuales** (DesignBuilder dibuja automáticamente un hueco que abarca la totalidad de su superficie).

### Modelado de la ventilación natural a través de huecos

Dada su naturaleza, el funcionamiento de los huecos, sobre todo en lo que se refiere a la ventilación natural, no se controla de manera explícita. Dicho funcionamiento depende de la opción de ventilación natural elegida en **Opciones del modelo**.

#### Con ventilación natural Calculada

Los caudales de aire a través de los huecos **exteriores** e **interiores** se calculan considerando el 100% de su área y un coeficiente de descarga de 0.65, así como las diferencias de presión y la densidad del aire, entre otros factores.

**Nota:** Cada hueco exterior e interior se modela utilizando un objeto "*FenestrationSurface:Detailed*" (con el tipo de superficie "*Window*") y un objeto "*AirflowNetwork:Multizone:Component:DetailedOpening*" de EnergyPlus, además de otros componentes asociados.

#### Con ventilación natural Programada

En este caso la ventilación a través de los huecos **exteriores** no se modela de manera explícita, ya que los caudales de aire y los periodos en los que se dan se definen directamente en la etiqueta de HVAC. Por lo que respecta a los huecos **interiores** se emplea el objeto de EnergyPlus "*Zone:Mixing*", el cual modela la mezcla de aire entre dos zonas adyacentes. DesignBuilder emplea una relación empírica aproximada para calcular el caudal de aire:

$$\text{Flujo (m}^3/\text{s)} = \text{Área del hueco (m}^2\text{)} * \text{FAirflowRatePerOpeningArea}$$

Donde *FAirflowRatePerOpeningArea* es un factor que representa el caudal de aire por área de apertura (m<sup>3</sup>/s-m<sup>2</sup>). El valor predeterminado es 0.1, pero se puede modificar en el campo **Caudal de aire por área de apertura**, en la pestaña Avanzado del diálogo de **Opciones del modelo**.

**Nota:** Con ventilación natural calculada, cada hueco exterior e interior se modela utilizando un objeto “*FenestrationSurface:Detailed*” (con el tipo de superficie “*Window*”) de EnergyPlus. Cada hueco interior se modela además con un objeto “*ZoneMixing*”.

## Coeficientes de presión del viento

[Solo disponibles en el nivel Superficie, cuando se usa ventilación natural **Calculada**]

Es posible especificar **Coeficientes de presión del viento** (Cpv) personalizados, considerando ángulos de incidencia con incrementos de 45° para cada una de las superficies del modelo.

DesignBuilder establece los CPV predeterminados para cada superficie mediante plantillas de

**Coeficientes de Presión del Viento:**

Coeficientes de Presión del Viento	
Proporción	1:1
Coeficientes de presión de viento con ángulos en incrementos de 45°	
0 (perpendicular) (°)	0.40
45 (°)	0.10
90 (°)	-0.30
135 (°)	-0.35
180 (°)	-0.20
225 (°)	-0.35
270 (°)	-0.30
315 (°)	0.10

**Nota:** Los ángulos de incidencia del viento son relativos a la normal de cada superficie.

## Datos de Iluminación

En esta pestaña de datos del modelo se definen los parámetros asociados a la iluminación artificial de los edificios, cuando se ha seleccionado la opción de ganancias **Simplificadas** en el diálogo de **Opciones del modelo**. Cuando es así, además de la plantilla de iluminación se dispone de los siguientes encabezados:

- Iluminación general
- Control de iluminación
- Iluminación de tarea y acento
- Iluminación exterior
- Coste

Cuando se selecciona la opción de ganancias **Detalladas**, la pestaña también se muestra, pero solo es posible definir la plantilla de iluminación, el control y el coste.

**Nota:** Los datos de iluminación generan datos de simulación en el nivel Zona.

## Plantilla de iluminación

El sistema de plantillas de DesignBuilder permite ingresar “paquetes de información” de manera eficiente. Las plantillas de **Iluminación** permiten definir las características del sistema de

**iluminación general**, activar la **iluminación de tarea y acento** y establecer un mecanismo de **control de la iluminación** a partir de la disponibilidad de luz natural, entre otros aspectos.

Para cargar cualquier plantilla de Iluminación disponible en el modelo puede hacer **clic** en el campo de texto de la plantilla, y luego en los puntos suspensivos que aparecen a la derecha. A continuación, se abre un diálogo en el que puede seleccionar la plantilla deseada. De manera alternativa, si la interfaz del programa se encuentra en **Modo aprendizaje**, puede ingresar plantillas haciendo doble clic sobre ellas en el panel de **Datos**, a la derecha de la pantalla. Los datos de la plantilla se cargarán automáticamente en el modelo.

**Nota:** Recuerde que el sistema de herencia jerárquica de datos de DesignBuilder permite que los datos de una plantilla establecida en un determinado nivel se hereden a los niveles inferiores. Por ejemplo, los datos de la plantilla establecida en el nivel Edificio se heredan a los niveles de Bloque, y Zona. Para mayor información consulte la sección **Jerarquía del modelo y herencia de datos**.

## Iluminación general

La **iluminación general** se refiere al sistema de iluminación principal en la zona. Para que sea incluida en el modelo debe seleccionar la casilla **Activar**. Se asume que este tipo de iluminación puede ser remplazada por la luz natural.

## Densidad de potencia de iluminación

Hay dos maneras de definir la energía usada para iluminación, dependiendo de la opción de **Unidades de ganancias por iluminación** seleccionada en el diálogo de **Opciones del modelo**. Para cualquiera de las dos opciones, la potencia de iluminación se asume como la energía eléctrica máxima necesaria para iluminar la zona, incluyendo los balastos (si los hay). Durante la simulación la potencia de iluminación se multiplica por los valores de la **programación** (ver abajo) para obtener la potencia de iluminación en intervalos específicos.

## Densidad de potencia

Este campo aparece cuando se han seleccionado las unidades de iluminación *1-Watts por m<sup>2</sup>*. La potencia de iluminación se define como una tasa por metro cuadrado de área de suelo (W/m<sup>2</sup>), independientemente del nivel de iluminancia requerido. Así, la potencia máxima total de iluminación se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Potencia máxima de iluminación (W)} = \text{Energía de iluminación (W/m}^2\text{)} \times \text{Área de la zona (m}^2\text{)}$$

La ventaja de este método es que permite visualizar directamente el nivel de ganancias por iluminación. Sin embargo, puede causar problemas al cargar datos mediante plantillas de iluminación, en las que las ganancias por iluminación se definen en W/m<sup>2</sup>-100lux: si después se cambia la plantilla de actividad, y con ella el nivel mínimo de iluminancia, el valor de iluminación en W/m<sup>2</sup> no se actualiza automáticamente.

**Nota:** Tome en cuenta que cuando se cargan los datos de iluminación mediante una plantilla, y está usando la opción de W/m<sup>2</sup>, el valor de energía de iluminación (en W/m<sup>2</sup>) se genera automáticamente dividiendo el valor de energía de iluminación especificado en la plantilla (en

W/m<sup>2</sup>-100 lux) por la iluminancia mínima (especificada en la pestaña de datos de Actividad) a su vez dividida por 100 lux.

### Densidad normalizada de potencia

Este campo aparece cuando se han seleccionado las unidades de iluminación *2-Watts por m<sup>2</sup> @ 100 lux*. La potencia de iluminación se define como una tasa por metro cuadrado de área de suelo y por cada 100 lux de iluminancia requerida (W/m<sup>2</sup>-100 lux), parámetro éste último que se define en la pestaña de Actividad. Así, la potencia máxima de iluminación se calcula de la siguiente manera:

*Potencia máxima de iluminación (W) = Energía de iluminación (W/m<sup>2</sup>-100 lux) x Área de la zona (m<sup>2</sup>) x (Iluminancia requerida de la zona / 100)*

Por ejemplo, si un espacio de 24 m<sup>2</sup> tiene un sistema de iluminación con una potencia máxima de 600 W, y está diseñado para proporcionar 500 lux de iluminancia, la energía de iluminación se puede expresar de dos maneras:

Energía de iluminación = 600 W / 24 m<sup>2</sup> = **25 W/m<sup>2</sup>**

Energía de iluminación = (600 W / 24 m<sup>2</sup>) / (500 lux / 100 lux) = **5 W/m<sup>2</sup>-100 lux**

Aunque esta opción puede parecer más confusa, tiene la ventaja de que permite definir explícitamente la eficiencia energética del sistema de iluminación. De esta manera es posible, por ejemplo, establecer un determinado sistema de iluminación en el nivel Edificio y dejar que las ganancias por iluminación se ajusten automáticamente en cada zona dependiendo del nivel de iluminancia requerido.

### Programación

Puede asignar una programación para definir en qué periodos y en qué proporción se activará la iluminación artificial. Los valores de la programación modifican proporcionalmente la potencia de iluminación. Por ejemplo, un valor de 0.0 indica que la iluminación se encuentra totalmente inactiva; un valor de 1.0 indica que la iluminación funciona con su potencia máxima; un valor de 0.3 indica que la iluminación funciona al 30% de su potencia máxima.

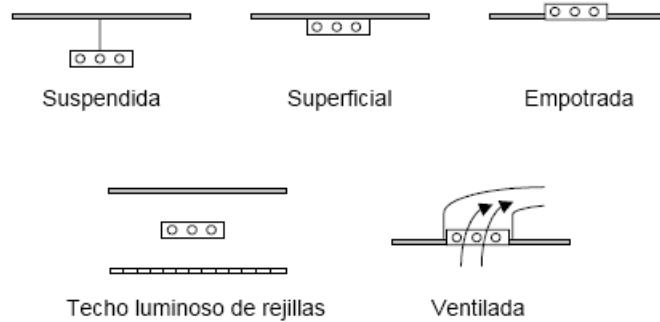
**Nota:** Este campo no se encuentra disponible cuando se selecciona la opción del modelo **Las ganancias internas operan con la ocupación**. En ese caso se emplea la misma programación asignada a la ocupación en la pestaña de datos de **Actividad**.

### Tipo de luminaria

Prácticamente la totalidad de la energía eléctrica consumida por el sistema de iluminación se convierte en calor que se suma a las cargas de la zona, o bien al aire de retorno. En EnergyPlus ese calor se divide en cuatro fracciones distintas: **radiante**, **visible**, **convectiva** y **de retorno de aire**. La proporción correspondiente a cada una de esas fracciones depende en buena medida del **tipo de luminaria** empleado.

DesignBuilder permite seleccionar, mediante una lista desplegable, uno de los tipos de luminaria que se muestran en la siguiente imagen:





Cuando se selecciona el tipo de luminaria, automáticamente se establecen las fracciones de calor que se indican en la tabla de abajo. Esos valores se basan en el uso de lámparas fluorescentes, asumiendo que no existe transmisión de calor por iluminación hacia zonas adyacentes.

Datos	Fracción de Retorno de Aire	Fracción Radiante	Fracción Visible	Fracción Convectiva
1-Suspendida	0.00	0.42	0.18	<b>0.40</b>
2-Superficial	0.00	0.72	0.18	<b>0.10</b>
3-Empotrada	0.00	0.37	0.18	<b>0.45</b>
4-Techo luminoso de rejillas	0.00	0.37	0.18	<b>0.45</b>
5-Ventilada (ducto)	0.54	0.18	0.18	<b>0.10</b>

Valores aproximados de fracciones de calor por iluminación fluorescente de techo. Fuente: *Lighting Handbook: Reference & Application, 8th Edition, Illuminating Engineering Society of North America, New York, 1993, p. 355. Se puede encontrar información adicional en ASHREA Fundamentals 2013, 18.6 Tabla 3.*

Tres de las fracciones de calor se pueden sobrescribir en los campos **Fracción de retorno**, **Fracción radiante** y **Fracción visible**. La cuarta, definida como la **Fracción convectiva**, es calculado por EnergyPlus de la siguiente manera:

$$\text{Fracción Convectiva} = 1.0 - (\text{Fracción de Retorno} + \text{Fracción Radiante} + \text{Fracción Visible})$$

La suma de todas las fracciones debe ser igual o menor que 1.0, pues de otra manera se mostrará un mensaje de error. A continuación se define con mayor detalle cada una de las fracciones de energía de iluminación.

### Fracción de retorno

La Fracción de retorno solo aparece cuando se selecciona el tipo de luminaria **5-Ventilada**. Es la fracción de calor por iluminación que se expulsa fuera del espacio, en forma convectiva, a través del sistema de **aire de retorno** de la zona. Si el caudal de retorno de aire es nulo o la zona no cuenta con sistema de retorno de aire, el programa asignará esa fracción al aire de la zona.

### Fracción radiante

Es la fracción de calor por iluminación que afecta a la zona como radiación de onda larga (térmica). El programa calcula cuanta de esta radiación es absorbida por las superficies interiores de la zona, de acuerdo a la absorptancia térmica de dichas superficies.

## Fracción visible

Es la fracción de calor por iluminación que afecta a la zona como radiación de onda corta (visible). El programa calcula cuanta de esta radiación es absorbida por las superficies interiores de la zona, de acuerdo a la absorptancia térmica de dichas superficies.

## Fracción convectiva

Es la fracción de calor por iluminación que se transmite directamente a la zona por convección. No se indica de manera explícita, sino que se calcula a partir de las demás fracciones, de acuerdo a la ecuación mostrada arriba.

## Control de iluminación

Si selecciona la casilla **Activar**, es posible controlar la iluminación general de acuerdo a la disponibilidad de luz natural. En ese caso DesignBuilder incluye uno o dos **sensores** en cada zona para calcular los niveles de luz natural. Cuando los sensores detectan luz natural en la zona, el control reduce o incluso desactiva la iluminación natural, dependiendo del **nivel mínimo de iluminancia** requerido y del **tipo de control** seleccionado.

El nivel de luz natural depende de factores externos, como la posición del sol y las condiciones del cielo, así como de las características del propio edificio, como la ubicación, dimensiones y propiedades de las ventanas, el uso de dispositivos de sombreado y la reflectancia de las superficies interiores. Además, DesignBuilder permite modelar el control del **deslumbramiento**, activando dispositivos de sombreado cuando el nivel de luz natural es excesivo.

### Notas:

1. De manera predeterminada los sensores lumínicos se ubican cerca del **centro geométrico** de las zonas. Es importante verificar la posición de los sensores para obtener resultados confiables. Por ejemplo, si un sensor se ubica muy cerca de una ventana que recibe grandes cantidades de luz natural, este indicará que existe suficiente luz aun cuando el resto de la zona se encuentre en penumbra. Puede consultar como modificar la ubicación de los sensores lumínicos en la sección **Posicionamiento de sensores lumínicos**.
2. No es posible utilizar el control de la luz natural en zonas sin ventanas. Hacerlo genera un error que interrumpe el proceso de simulación.
3. El control de iluminación funciona con la Iluminación general pero no con la iluminación de tarea y acento. Si no se activa la iluminación general, no se aplicará el control de iluminación.
4. DesignBuilder emplea el objeto de EnergyPlus *Daylighting:Detailed* para modelar el control de la iluminación artificial de acuerdo con los niveles de luz natural. Puede encontrar más información sobre los algoritmos empleados en la documentación de EnergyPlus.

## Altura del plano de trabajo

Es posible establecer la **altura del plano de trabajo** (o altura de escritorio), que es la altura en que se ubicarán los sensores de luz natural. Recuerde que las coordenadas X-Y de los sensores se establecen mediante el **posicionamiento de los sensores lumínicos**, estando en el nivel **Zona**.

Este parámetro se usa solo en los cálculos de luz natural con EnergyPlus, no en las simulaciones con el módulo de **Iluminación natural** (Radiance). En ese caso es necesario indicar un valor específico en el diálogo de **Opciones de cálculo de iluminación natural**.

### Tipo de control

Se encuentran disponibles tres tipos de control de la iluminación, los cuales se describen con detalle más abajo:

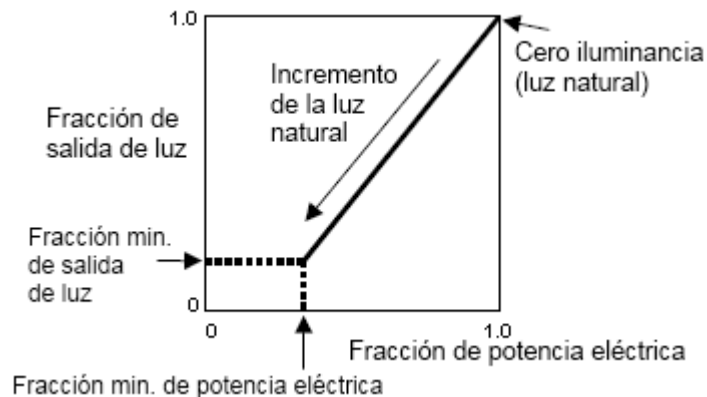
**1-Lineal.**

**2-Lineal/apagado.**

**3-Escalonado.**

### Control Lineal

Con el **Control lineal** la iluminación general disminuye de manera continua y gradual desde la máxima potencia eléctrica y la máxima salida de luz hasta la **fracción mínima de potencia eléctrica** y la **fracción mínima de salida de luz**, conforme la luz natural aumenta. En este caso las luminarias permanecen encendidas en el punto mínimo, aunque la luz natural siga aumentando.



La **Fracción mínima de salida de luz** representa el punto más bajo al cual se puede atenuar el sistema de iluminación artificial, expresado como una fracción de la máxima salida de luz, es decir, la fracción de salida de luz que el sistema produce cuando se encuentra en el punto de mínima potencia eléctrica. La **Fracción mínima de potencia eléctrica** es el punto más bajo al cual se puede disminuir el sistema de iluminación artificial, expresado como una fracción de la máxima potencia eléctrica.

### Notas:

1. El control lineal funciona igual en sentido inverso, esto es, cuando la luz natural disminuye la iluminación general aumenta gradualmente.
2. El control lineal representa un mecanismo ideal que puede ser útil para calcular el máximo potencial de ahorro mediante el aprovechamiento de la luz natural.

## Control Lineal/apagado

El **control Lineal/apagado** es similar al control lineal, pero en este caso el sistema de iluminación se apaga por completo cuando se llega al punto de máxima atenuación, es decir, cuando se alcanza la **fracción mínima de potencia eléctrica** y la **fracción mínima de salida de luz**.

## Control Escalonado

El **control escalonado** permite encender y apagar el sistema de iluminación en etapas. Mientras que los controles Lineal y Lineal/apagado descritos arriba proporcionan un control preciso de los niveles de iluminancia mediante la atenuación de las luminarias, el control escalonado representa más bien **grupos de luminarias** que se encienden o apagan de acuerdo a los requerimientos de iluminación artificial.



La potencia eléctrica de entrada y la salida de luz varían de acuerdo a un determinado número de etapas que se distribuyen de manera equitativa. Cuando se selecciona esta opción, también es posible establecer el **Número de etapas**. La siguiente tabla muestra un ejemplo de control escalonado con tres etapas y un requerimiento mínimo de iluminancia de 600 lux:

Nivel de iluminación natural (lux)	Fracción de luminarias encendidas
0-200	1.0
200-400	2/3
400-600	1/3
600 y más	0.0

## Deslumbramiento

Es posible modelar el control del deslumbramiento, si las ventanas exteriores de la zona cuentan con dispositivos de **sombreado de ventana** y si se especifica el **Tipo de control** de dichos dispositivos como **5-Deslumbramiento**. En ese caso los dispositivos de sombreado se desplegarán cuando el nivel de deslumbramiento producido por la luz natural, medido en el sensor lumínico 1, exceda el **índice máximo de deslumbramiento** permitido.

## Índice máximo permitido

Aquí puede especificar el **índice máximo de deslumbramiento permitido**. La siguiente tabla muestra algunos valores recomendados (tomados de la documentación de EnergyPlus):

Tipo de espacio	Índice máximo de deslumbramiento
Galerías de arte	16
Fábricas	
Trabajo pesado	28
Cadena de montaje	26
Montaje fino	24
Montaje con herramientas	22
Salas de hospitales	18
Laboratorios	22
Museos	20
Oficinas	22
Aulas	20

## Ángulo de vista respecto al eje Y

El deslumbramiento por luz natural proveniente de una ventana depende en buena medida de la **dirección de la línea de visión**. El deslumbramiento es mayor cuando la vista se dirige directamente a la ventana que cuando se dirige a un punto diferente. Este valor indica la dirección de la vista tomada en cuenta para calcular el deslumbramiento. Se trata del ángulo, medido en el plano horizontal y en el sentido de las manecillas del reloj, entre el eje Y positivo y la dirección de la vista del ocupante (orientación de la línea de visión de las personas). Por ejemplo, cuando la orientación del sitio = 0 (en el hemisferio norte), 90 = dirección este y 180 = dirección sur.

## Áreas de iluminación

Cuando se activa el control de iluminación, de manera predeterminada todas las luminarias de la zona se controlan mediante un único sensor de luz natural, el cual cubre el 100% de la zona. Dicho porcentaje se especifica en el campo **Porcentaje de área 1**, bajo el encabezado **Área de iluminación 1**. El valor puede ser inferior o igual a 100%, pero nunca superior. Si es menor al 100%, la iluminación en el resto de la zona sólo se controla mediante la programación.

Por otro lado, es posible añadir un segundo sensor, dividiendo de esa manera la zona en dos áreas de iluminación, seleccionando la casilla **Activar área de iluminación 2**, bajo el encabezado **Área de iluminación 2**. En ese caso es posible especificar el **Nivel mínimo de iluminancia** para la segunda área de iluminación, así como el **Porcentaje de área 2**.

La definición de dos áreas de iluminación puede ser útil cuando una zona es muy amplia, o tiene forma irregular, de tal manera que un único sensor no representa de manera adecuada la disponibilidad de luz natural en toda su superficie. También puede ser útil si la zona incluye dos áreas con actividades diferentes, y éstas tienen distintos requerimientos de iluminación.

**Notas:**

1. Si la zona tiene áreas perimetrales con control de iluminación, y un área central sin control, puede emplear una sola área de iluminación (y por lo tanto un único sensor). En ese caso solo es necesario reducir el porcentaje del área de la zona cubierto por el sensor lumínico, ubicando éste en la posición adecuada. Por ejemplo, si el área central abarca el 60% de la zona puede establecer el **Porcentaje de área 1** como 40%.
2. Las áreas de iluminación no se definen de manera geométrica. Simplemente indican la fracción de la iluminación general que puede ser controlada por los sensores lumínicos.
3. Ya sea que se emplee uno o dos sensores, el porcentaje de la superficie cubierto por el control puede ser menor al 100% pero nunca mayor. Por ejemplo, si se emplean dos áreas de iluminación, una con un porcentaje de 30% y otra con un porcentaje de 50%, significa que el 20% de la zona queda sin control automatizado de la iluminación.
4. Mientras que el nivel mínimo de iluminancia del **Área de iluminación 2** se especifica directamente en la pestaña de datos de Iluminación, el del **Área de iluminación 1** se establece en la pestaña de datos de **Actividad**.

## Iluminación de tarea y acento

La **iluminación de tarea y acento** incluye las lámparas destinadas a tareas específicas como el trabajo de escritorio, iluminación de objetos en exhibición, iluminación de apoyo, entre otras. A diferencia de la iluminación general, la iluminación de tarea y acento no cuenta con un sistema de control automatizado, y siempre se asumen las siguientes fracciones de calor:

Fracciones	Valor
Fracción radiante	0.42
Fracción visible	0.18
Fracción convectiva	0.40
Fracción de retorno de aire	0.00

## Ganancia

Las **ganancias de calor** por iluminación de tarea y acento se especifican siempre como una tasa por metro cuadrado ( $W/m^2$ ). Cuando se carga una plantilla de iluminación este parámetro se define automáticamente a partir del valor ingresado en el campo **Densidad de iluminación de tarea y acento**, en la pestaña de datos de Actividad. De cualquier manera, aquí puede sobrescribir dicho valor si lo considera necesario.

## Programación

Puede emplear una **programación** para definir en qué periodos y en qué proporción se activará la iluminación de tarea y acento. Los valores de la programación modifican proporcionalmente la potencia de iluminación. Un valor de 0.0 indica que la iluminación se encuentra totalmente inactiva; un valor de 1.0 indica que la iluminación funciona con su potencia máxima; un valor de 0.3 indica que la iluminación funciona al 30% de su potencia máxima.

## Iluminación exterior

La **iluminación exterior** permite tener en cuenta la energía consumida por las luminarias exteriores del edificio. Es posible especificar el nivel de diseño de la iluminación exterior, una programación de funcionamiento y un mecanismo de control.

### Nivel de diseño

Este parámetro normalmente se utiliza para expresar la potencia eléctrica máxima del sistema de iluminación exterior (en Watts), la cual luego se multiplica por las fracciones de la programación (ver abajo) para establecer la potencia real en el tiempo. Por otra parte, el nivel de diseño de la iluminación puede ser un “factor de diversidad” aplicado a una programación que contiene valores de potencia reales.

### Programación de funcionamiento

Puede emplear una programación para definir en qué periodos y en qué proporción se activará la iluminación exterior. Los valores de la programación modifican proporcionalmente la potencia de iluminación. Un valor de 0.0 indica que la iluminación se encuentra totalmente inactiva; un valor de 1.0 indica que la iluminación funciona con su potencia máxima; un valor de 0.3 indica que la iluminación funciona al 30% de su potencia máxima.

### Opción de Control

Puede definir de qué manera serán controladas las luminarias exteriores. Actualmente existen dos opciones:

**1-Solo programación.** El funcionamiento de las luminarias exteriores se controla exclusivamente a partir de la programación establecida.

**2-Programación + apagado diurno.** La programación se sigue tomando en cuenta, pero en este caso las luminarias exteriores se desactivan cuando el sol se encuentra sobre el horizonte (periodo diurno). Usando esta opción es más fácil modelar luminarias exteriores controladas por una fotocelda u otro tipo de control que asegure que se apaguen durante el día. Sin embargo, este control se regula en función de la posición del sol y por lo tanto no funciona exactamente como una fotocelda.

## Coste

En este encabezado puede especificar el coste del sistema de iluminación en su conjunto, normalizado por área de suelo. La moneda dependerá de las selecciones hechas en la pestaña **Internacional** del diálogo de **Opciones del programa**.

## Datos de HVAC Simple

DesignBuilder ofrece dos opciones para modelar los sistemas de climatización del edificio: **HVAC Simple** y **HVAC Detallado**. En esta sección se explican los datos y parámetros de HVAC Simple, mientras que los de HVAC Detallado se explican en una sección independiente.



El método de **HVAC Simple** no intenta modelar un sistema de HVAC “real”, sino un sistema “ideal” que es capaz de suministrar aire con unas propiedades determinadas (caudal, temperatura, humedad) a cada zona en la que se ha establecido. Esto lo hace especialmente adecuado para las etapas de iniciales de diseño, para calcular el dimensionado de los sistemas de climatización o para evaluar el efecto de estrategias de ahorro energético relacionadas con las características arquitectónicas del edificio, sin necesidad de modelar sistemas de HVAC con todos sus componentes.

Cuando se emplea la opción de HVAC Simple los sistemas de ventilación mecánica se pueden modelar con dos objetos distintos de EnergyPlus, *ZoneHVAC:IdealLoadsAirSystem*, o *ZoneVentilation:DesignFlowRate*, dependiendo de las opciones del modelo seleccionadas.

La pestaña de datos de HVAC incluye las siguientes secciones, en las cuales puede sobrescribir los datos asignados mediante la **plantilla de HVAC**:

- **Ventilación mecánica**
- **Energía auxiliar**
- **Calefacción**
- **Refrigeración**
- **Control de humedad**
- **ACS** (Agua caliente sanitaria)
- **Ventilación natural**
- **Tubo subterráneo**
- **Distribución de la temperatura del aire**
- **Coste**

## Plantilla de HVAC

El sistema de plantillas de DesignBuilder permite ingresar “paquetes de información” de manera eficiente. En el caso de las **plantillas de HVAC**, estas permiten definir las características de los sistemas de **ventilación mecánica**, **calefacción** y **refrigeración**, entre otros aspectos.

Para cargar cualquier plantilla de HVAC disponible en el modelo puede hacer **clic** en el campo de texto de la plantilla, y luego en los puntos suspensivos que aparecen a la derecha. A continuación, se abre un dialogo en el que puede seleccionar la plantilla deseada. De manera alternativa, si la interfaz del programa se encuentra en **Modo aprendizaje**, puede ingresar plantillas haciendo doble clic sobre ellas en el panel de **Datos**, a la derecha de la pantalla. Los datos de la plantilla se cargarán automáticamente en el modelo.

**Nota:** Recuerde que el sistema de herencia jerárquica de datos de DesignBuilder permite que los datos de una plantilla establecida en un determinado nivel se hereden a los niveles inferiores. Por ejemplo, los datos de la plantilla establecida en el nivel Edificio se heredan a los niveles de Bloque, y Zona. Para mayor información consulte la sección **Jerarquía del modelo y herencia de datos**.

## Ventilación mecánica

Seleccione la casilla **Activar** para indicar que una cierta cantidad de aire exterior y/o recirculado será suministrada a las zonas mediante algún sistema de ventilación mecánica (por ejemplo a través de conductos o por medio de sistemas de ventilación locales). La manera en que se modela la ventilación mecánica depende principalmente del **Método de ventilación mecánica** seleccionado en el diálogo de Opciones del Modelo. En las siguientes secciones se describe con detalle los diferentes parámetros que definen la ventilación mecánica, indicando, cuando es necesario, su relación con las opciones del modelo.

### Definición del caudal de aire exterior

Es posible establecer, mediante una lista desplegable, el método que será usado para determinar el caudal de aire exterior (renov/h). Las opciones disponibles son las siguientes:

**1-Por zona.** El caudal de aire exterior se define mediante un control deslizante, en renovaciones por hora (renov/h). El caudal de aire exterior, en m<sup>3</sup>/s, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal de aire exterior (m}^3\text{/s)} = \text{renov/h} \times \text{VolumenZona} / 3600$$

Dónde:

*VolumenZona* = Volumen real del espacio, de acuerdo a las opciones establecidas en el encabezado **Geometría, áreas y volúmenes** de la pestaña de datos de Cerramientos.

**2-Aire exterior mínimo (por persona).** El caudal de aire exterior se define mediante el valor de **Aire exterior por persona** establecido en la pestaña de datos de Actividad. La tasa de flujo de aire en m<sup>3</sup>/s se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal de aire exterior (m}^3\text{/s)} = \text{AireExteriorPers} \times \text{NumeroPersonas} / 1000$$

Dónde:

*AireExteriorPers* = Caudal de aire exterior mínimo por persona (l/s/persona o CFM).

*NumeroPersonas* = Densidad de ocupación (Personas/m<sup>2</sup>) \* Área de suelo de zona (m<sup>2</sup>).

**3-Aire exterior mínimo (por área).** El caudal de aire exterior se define mediante el valor de **Aire exterior por área** establecido en la pestaña de datos de Actividad. La tasa de flujo de aire en m<sup>3</sup>/s se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal de aire exterior (m}^3\text{/s)} = \text{AireExteriorArea} \times \text{AreaSueloZona} / 1000$$

Dónde:

*AireExteriorArea* = Caudal de aire exterior mínimo por área de suelo (l/s/m<sup>2</sup> o CFM/ft<sup>2</sup>).

*AreaSueloZona* = Área real del suelo de zona.

**4-Aire exterior mínimo (por persona + por área).** El caudal de aire exterior se define mediante los valores de **Aire exterior por persona** y **Aire exterior por área** establecidos en la pestaña de datos de Actividad. La tasa de flujo de aire en m<sup>3</sup>/s se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal de aire exterior (m}^3\text{/s)} = (\text{AireExteriorArea} \times \text{AreaSueloZona} + \text{AireExteriorPers} \times \text{NumeroPersonas}) / 1000$$

Dónde:

*AireExteriorMinArea* = Caudal de aire exterior mínimo por área de suelo (l/s/m<sup>2</sup> o CFM/ft<sup>2</sup>).

*AreaSueloZona* = Área real del suelo de zona.

*AireExteriorMinPers* = Caudal de aire exterior mínimo por persona (l/s/persona o CFM).

*NumeroPersonas* = Densidad de ocupación (Personas/m<sup>2</sup>) \* Área de suelo de zona (m<sup>2</sup>).

**5-Aire exterior mínimo (máximo por persona o por área).** El caudal de aire exterior se define mediante el valor mayor entre el **Aire exterior por persona** y **Aire exterior por área** establecidos en la pestaña de datos de Actividad. La tasa de flujo de aire en m<sup>3</sup>/s se calcula mediante la siguiente fórmula:

*Caudal de aire exterior (m<sup>3</sup>/s)* = Valor mayor de (*AireExteriorArea* x *AreaSueloZona* / 1000) o (*AireExteriorPers* x *NumeroPersonas* / 1000)

Dónde:

*AireExteriorMinArea* = Caudal de aire exterior mínimo por área de suelo (l/s/m<sup>2</sup> o CFM/ft<sup>2</sup>).

*ÁreaSueloZona* = Área real del suelo de zona.

*AireExteriorMinPers* = Caudal de aire exterior mínimo por persona (l/s/persona o CFM).

*NumeroPersonas* = Densidad de ocupación (Personas/m<sup>2</sup>) \* Área de suelo de zona (m<sup>2</sup>).

## Aire exterior

Si seleccionó el **Método de definición del aire exterior 1-Por zona** (ver arriba), puede indicar aquí el caudal de aire exterior en la zona, en renovaciones por hora (renov/h).

## Funcionamiento

Puede asignar una programación para definir en qué periodos y en qué proporción se dará el caudal de aire exterior especificado arriba. Los valores de la programación modifican proporcionalmente los caudales de aire exterior. Por ejemplo, un valor de 0.0 indica que no hay caudal de aire exterior; un valor de 1.0 indica que el caudal de aire exterior se da de acuerdo al valor especificado; un valor de 0.3 indica que solo se da el 30% del caudal especificado.

**Nota:** Puede emplear la misma programación especificada para la ocupación en la pestaña de datos de actividad, si desea modificar los caudales de aire exterior de acuerdo al número de personas en la zona.

## Ventiladores

Si seleccionó el **Método de ventilación mecánica 1-Ventilación de zona (DesignFlowRate)** y el modo de **Cálculo de energía auxiliar 2-Auxiliares por separado**, puede modelar el aporte de calor de los ventiladores del sistema de ventilación mecánica, como se explica a continuación.

**Nota:** Tome en cuenta que con HVAC Simple el modelado de los ventiladores sólo tiene impacto en el cálculo del aporte de calor de los mismos. La energía consumida por los ventiladores se debe incluir en el campo de Energía auxiliar.

## Tipo de ventilador

Indique el tipo de ventilador seleccionando una de las siguientes opciones:

**1-Impulsión.** El ventilador inyecta aire exterior a la zona, y la zona recibe calor del ventilador.

**2-Extracción.** El ventilador extrae aire de la zona. En este caso no hay aporte de calor del ventilador y se asume que el aire recuperado proviene del exterior.

### Aumento de presión

Si ha seleccionado el tipo de ventilador *1-Impulsión*, puede especificar el **Aumento de presión** del ventilador dado el máximo caudal y unas condiciones estándar. Las condiciones estándar asumidas son 20°C en el nivel del mar y 101,325 Pa. Puede calcular de manera aproximada el aumento de presión del ventilador a partir de los datos de **potencia específica de ventilador** (SFP, por sus siglas en inglés), mediante la fórmula:

$$\text{Aumento de presión } (\Delta P) = 1000 * SFP * \text{Eficiencia total del ventilador}$$

Dónde:

SFP = Potencia específica de ventilador (W/l/s).

El Anexo E de la Norma ISO 5801 indica que mediante la reordenación de la fórmula se puede derivar que la SFP es una función del aumento de presión del ventilador dividido por la eficiencia total del ventilador, y por lo tanto aumentará o disminuirá con un aumento o disminución de la presión. La SFP es una función del caudal volumétrico de ventilación y la potencia eléctrica de salida. Se puede expresar para un determinado caudal de la siguiente manera (referencia *Fan Manufacturers Association*, UK, 2006):

$$SFP = P_e / V$$

Dónde:

$P_e$  = Potencia eléctrica de entrada (W) del ventilador o del sistema de ventilación completo.

$V$  = Caudal volumétrico (l/s)

En la siguiente tabla se muestran los valores típicos de SFP de algunos sistemas de climatización:

Tipo de sistema	Potencia específica de ventilador (W/l-s)
Ventilación mecánica central, incluyendo calefacción, refrigeración y recuperación de calor.	2.5
Ventilación mecánica central, incluyendo calefacción y refrigeración.	2
Unidades de ventilación local en la zona (por ejemplo unidades de ventana/muro/techo)	0.5
Unidades de ventilación local separadas de la zona (por ejemplo unidades sobre cubierta)	1.2
Unidades Fan Coil (promedio ponderado)	0.8
Cualquier otro sistema.	1.8

Fuente: ESTA (<http://www.esta.org.uk/>)

**Nota:** En estricto sentido, el aumento de presión debe contrarrestar la caída de presión a través del circuito índice, es decir, el circuito con la mayor resistencia al caudal de aire. Se puede obtener un cálculo más preciso de la presión del ventilador estimando la longitud total del circuito índice,

asumiendo que ha sido dimensionado con base en 1 Pa/m y añadiendo aproximadamente un 20% por elementos específicos como difusores y filtros.

### Eficiencia total (%)

Si ha seleccionado el **Tipo de ventilador 1-Impulsión**, puede especificar el producto de la eficiencia del motor y del impulsor del ventilador. Se trata del ratio entre la potencia suministrada al aire y la potencia eléctrica de entrada, cuando se da el máximo caudal, expresada como porcentaje. La eficiencia del motor es la potencia suministrada al eje dividida por la potencia eléctrica de entrada del motor. La eficiencia del ventilador es la potencia suministrada al aire dividida por la potencia del eje. La potencia suministrada al aire es el caudal másico multiplicado por el aumento de presión dividido por la densidad del aire. El valor debe ser entre 0 y 100%.

### Ventilador en el aire (%)

Si ha seleccionado el tipo de ventilador *1-Impulsión*, puede especificar el porcentaje del calor generado por el motor que se añade a la corriente de aire. Un valor de 0% significa que el motor se encuentra completamente fuera de la corriente de aire, mientras que un valor de 100% significa que todo ese calor se añadirá a la corriente de aire, provocando el aumento de su temperatura. El valor del parámetro debe ser entre 0 y 100%.

### Potencia y aporte de calor del ventilador

Los cálculos para la potencia y el aporte de calor de los ventiladores se detallan en el documento de EnergyPlus **Engineering Reference**. En resumen:

**Potencia total del ventilador** = Caudal másico \*  $\Delta P$  / (Eficiencia total del ventilador \* Densidad del aire)

**Potencia del eje del ventilador** = Eficiencia del motor \* Potencia total del ventilador

**Calor aportado al aire** = Potencia del eje del ventilador + (Potencia total del ventilador - Potencia del eje del ventilador) \* Motor en la fracción de aire

### Economizador (Enfriamiento gratuito)

Cuando selecciona el **Método de ventilación mecánica 2-Cargas ideales (IdealLoadsAirSystem)** en el diálogo de Opciones del Modelo, puede incluir el uso de **economizadores** como parte de la ventilación mecánica.

Los economizadores son útiles en edificios que requieren enfriamiento aun cuando la temperatura exterior es más baja que la interior. Un economizador es básicamente una compuerta que permite ingresar hasta el 100% de aire exterior cuando este tiene una temperatura inferior a la del interior del edificio, proporcionando enfriamiento gratuito. Los economizadores pueden reducir el uso de energía en un 15% o más, y suelen ser exigidos por los códigos energéticos para los sistemas HVAC grandes.

### Tipo

Puede definir el tipo de economizador a partir de una lista desplegable. Las opciones disponibles son las siguientes:

**1-Ninguno.** No se modela un economizador. El caudal de aire exterior depende del **Método de definición del aire exterior** y de la programación de funcionamiento correspondiente.

**2-Diferencial de temperatura de bulbo seco.** El economizador aumenta el caudal de aire exterior por encima del especificado cuando hay una carga de enfriamiento y la temperatura del aire exterior está por debajo de la del aire de retorno de la zona.

**3-Diferencial de entalpía.** El economizador aumenta el caudal de aire exterior por encima del especificado cuando hay una carga de enfriamiento y la entalpía del aire exterior está por debajo de la del aire de retorno de la zona.

### Caudal máximo de aire exterior con economizador

Cuando selecciona los tipos de economizador *2-Diferencial de temperatura de bulbo seco* o *3-Diferencial de entalpía*, puede establecer el caudal máximo permitido de aire exterior durante los periodos en los que funciona el economizador. El valor predeterminado es de 15 renov/h.

**Nota:** Este parámetro no se usa cuando el **Tipo de límite de refrigeración** se establece como *2-Limitar capacidad*, ni cuando el **Dimensionado de HVAC** se establece como *1-Adecuado*.

### Recuperación de calor

Cuando selecciona el **Método de ventilación mecánica** *2-Cargas ideales (IdealLoadsAirSystem)*, en el diálogo de Opciones del Modelo, puede seleccionar la casilla **Activar** para incluir sistemas de **recuperación de calor** como parte de la ventilación mecánica.

### Tipo de recuperación de calor

Mediante la lista desplegable, puede elegir uno de los siguientes tipos de recuperación de calor:

**1-Sensible.** Solo se tiene recuperación de calor sensible, y esta funciona cuando la temperatura del aire de retorno es más favorable que la temperatura del aire exterior.

**2-Entalpía.** Se tiene recuperación de calor sensible y latente, y esta funciona cuando la entalpía del aire de retorno es más favorable que la entalpía del aire exterior.

Con el método de **HVAC Simple**, la recuperación de calor en modo calefacción sólo se puede dar cuando se activa el sistema de calefacción en la pestaña de datos de HVAC. De igual manera, la recuperación de calor en modo refrigeración sólo se puede dar cuando se activa el sistema de refrigeración en la pestaña de datos de HVAC. De cualquier manera, la recuperación de calor se puede dar incluso cuando el sistema de calefacción y/o refrigeración se encuentra apagado, por ejemplo si la temperatura interior se encuentra dentro de la banda de confort. Por otro lado, si desea modelar sistemas de recuperación de calor sin sistemas de calefacción/refrigeración, entonces debe usar **HVAC Detallado**.

### Efectividad de recuperación de calor sensible

Puede definir la efectividad de recuperación de calor sensible, que se define como el cambio en la temperatura del aire dividido por la diferencia entre la temperatura del aire de impulsión y la temperatura del aire expulsado. Este parámetro se usa con los dos tipos de recuperación de calor. El valor predeterminado es 0.70.

## Efectividad de recuperación de calor latente

Puede definir la efectividad de recuperación de calor sensible, que se define como el cambio en la relación de humedad del aire dividido por la diferencia entre la relación de humedad del aire de impulsión y la relación de humedad del aire expulsado. Este parámetro se usa solo con la recuperación de calor latente. El valor predeterminado es 0.65.

## Energía auxiliar

Cuando se emplea el modo de HVAC Simple, la energía consumida por ventiladores, bombas, controles y otros elementos complementarios se pueden agrupar en un solo valor denominado **Energía auxiliar**. La forma en que se define ese valor depende del modo de **Cálculo de energía auxiliar** seleccionado en el diálogo de Opciones del modelo.

**Nota:** Si en opciones del modelo se selecciona el modo de **Cálculo de energía auxiliar 0-Ninguno**, entonces la energía auxiliar no será considerada en las simulaciones y el encabezado **Energía auxiliar** no estará disponible.

### Con 1-NCM (UK National Calculation Method)

Cuando se selecciona el modo de **Cálculo de energía auxiliar 1-NCM**, solo es necesario un parámetro para definir el consumo de energía auxiliar, el cual se describe abajo. Este dato se usa en el nivel Zona, pero el consumo se muestra en los resultados de simulación como **Energía auxiliar** solo en el nivel Edificio.

## Energía auxiliar anual

Indique el consumo total de **Energía auxiliar anual** del sistema, en kWh/m<sup>2</sup>/año (unidades SI) o en Btu/ft<sup>2</sup> (unidades IP). La energía auxiliar incluye cualquier consumo energético asociado a ventiladores, bombas, controles y otros elementos complementarios. Se especifica por unidad de área de suelo y se considera activa durante las 24 horas del día y los 7 días de la semana, durante todo el periodo de simulación.

Tenga en cuenta que cuando se utiliza la opción NCM, el consumo de energía auxiliar no variará en función de los caudales de ventilación mecánica, por lo que se trata de una aproximación muy simplificada. Los valores predeterminados de energía auxiliar incluidos en las plantillas de HVAC se basan en los datos publicados en la *UK National Calculation Methodology* (NCM).

### Con 2-Auxiliares por separado

Cuando se selecciona el modo de **Cálculo de energía auxiliar 2-Auxiliares por separado**, la energía consumida por los ventiladores y/o bombas y otros elementos complementarios se puede definir como una densidad de potencia (W/m<sup>2</sup> o W/ft<sup>2</sup>). Adicionalmente se puede emplear una **programación** para modificar dicho parámetro en el tiempo.

## Energía auxiliar

El valor a ingresar aquí depende del **Método de ventilación mecánica** establecido en el diálogo de Opciones del modelo:



- Con la opción *1-Ventilación de zona (DesignFlowRate)* debe ingresar la densidad de potencia asociada a bombas y otros elementos complementarios, pero excluyendo los **ventiladores**, cuyos consumos se calculan aparte. En los resultados, los consumos energéticos asociados a los elementos auxiliares se muestran como **Energía auxiliar**, mientras que los consumos asociados a los ventiladores se muestran como **Ventiladores**.
- Con la opción *2-Cargas ideales (IdealLoadsAirSystem)* debe indicar la densidad de potencia asociada a ventiladores, bombas y otros elementos auxiliares o complementarios. En los resultados los consumos energéticos asociados a todos los elementos auxiliares se muestran como **Energía auxiliar**.

## Programación

Puede asignar una programación para definir en qué periodos y en qué proporción se darán los consumos de **energía auxiliar**. Los valores de la programación modifican proporcionalmente la densidad de potencia establecida arriba. Un valor de 0.0 indica que no consumo de energía auxiliar; un valor de 1.0 representa la densidad de potencia completa; un valor de 0.3 que solo la densidad de potencia se reduce al 30%.

## Calefacción

En esta sección se describen los parámetros necesarios para definir las características del sistema de calefacción con HVAC Simple, incluyendo su eficiencia estacional, las condiciones del aire de impulsión y la programación de funcionamiento.

### Capacidad de calefacción

Este campo solo aparece en el nivel Zona, cuando se ha seleccionado el modo de **Dimensionado de HVAC 2-Manual** o **4-Autodimensionado si no se ha establecido**, en el diálogo de Opciones del modelo. Permite definir directamente la capacidad del sistema de calefacción en cada una de las zonas del edificio. Esta opción es útil, por ejemplo, cuando se cuenta con datos previos de la capacidad del sistema de calefacción y se desea saber en qué medida éste puede cubrir los requerimientos de confort.

**Nota:** Si selecciona el modo de dimensionado de HVAC **4-Autodimensionado si no se ha establecido**, y realiza un cálculo previo de **Diseño de calefacción**, la capacidad del sistema de calefacción calculada en cada zona se ingresará automáticamente en este campo. Sin embargo, debe tomar en cuenta que si cambia las opciones del modelo los datos serán borrados.

### Combustible

Es posible seleccionar el tipo de combustible empleado por el sistema de calefacción. La siguiente tabla muestra los tipos de combustibles que se pueden seleccionar de la lista desplegable, así como el nombre que aparecerá en los resultados:

Combustible definido en datos del modelo	Combustible asignado en los resultados
1-Electricidad de la red	Electricidad
2-Gas natural	Gas
3-Gasoil	Gasoil
4-Carbón	Sólido
5-Gas LP	Gas LP
6-Biogás	Gas LP
7-Antracita	Sólido
8-Coque y semicoque	Sólido
9-Combustible mixto (mineral + madera)	Otro
10-Biomasa	Otro
11-Calor residual	Otro

**Nota:** Si desea que los resultados de DesignBuilder coincidan con los mostrados por EnergyPlus en las tablas de **Resumen**, debe seleccionar la opción *1-Electricidad de la red*.

### CoP estacional del sistema de calefacción

El coeficiente de rendimiento estacional (CoP) del sistema de calefacción se emplea para calcular los consumos de combustible requeridos para cumplir con las demandas de calefacción. Así, el consumo energético se calcula, de manera simplificada, como la carga de calefacción dividida por el coeficiente de rendimiento:

$$\text{Consumo} = \text{Carga de calefacción} / \text{CoP de calefacción}$$

El CoP representa la eficiencia estacional total del sistema de calefacción, y debe incluir todos los consumos de energía asociados con la producción de calor. No incluye la energía asociada a la distribución de aire y agua (como ventiladores y bombas), ya que ésta debe especificarse como parte de la **Energía auxiliar** (ver arriba). Este parámetro tiene efecto en el nivel Zona, por lo que es posible definir un CoP distinto para cada zona, si se requiere. Generalmente, sin embargo, es mejor especificar este valor en el nivel Edificio y permitir que todas las zonas lo hereden.

**Nota:** Debe indicar un CoP de 1.0 si desea que los resultados mostrados en DesignBuilder sean acordes con los calculados directamente por EnergyPlus para la **Calefacción distrital**, los cuales se muestran en la pestaña **Resumen** de la pantalla de resultados de simulación.

### Definición

Los parámetros que aparecen en este encabezado dependen de algunas selecciones hechas en el diálogo de Opciones del modelo. La diferencia más importante es que cuando se selecciona el **Método de ventilación mecánica 2-Cargas ideales**, solo es posible modelar sistemas de calefacción del tipo **convectivo**, los cuales implican que el calor es aportado a las zonas exclusivamente mediante el aire de impulsión. En cambio, cuando se selecciona el método *1-Ventilación de zona* también es posible modelar sistemas del tipo **radiante/convectivo**.

**Nota:** Los sistemas de calefacción, tanto del tipo convectivo como del tipo radiante/convectivo, se modelan de manera simplificada cuando se usa HVAC Simple. Si necesita modelar sistemas de calefacción con todos sus componentes principales debe usar **HVAC Detallado**.

## Tipo de calefacción

Cuando se usa el **Método de ventilación mecánica 1-Ventilación de zona** es posible seleccionar uno de los siguientes tipos de calefacción con HVAC Simple:

**1-Convectivo.** El espacio se considera calefaccionado mediante un sistema de aire, y se controla con base en la **consigna de temperatura** de calefacción. Dicho sistema se modela mediante el objeto *IdealLoads* de EnergyPlus.

**2-Radiante/Convectivo.** Permite modelar de manera simplificada sistemas en los que el calor radiante juega un papel importante, por ejemplo radiadores de zona o suelos radiantes. En este caso se usa el objeto *HighTemperatureRadiant* de EnergyPlus.

### Notas:

1. En caso de que se use el modo de **Dimensionado de HVAC 3-Autodimensionado**, para poder tener la opción de calefacción radiante/convectiva debe seleccionar el **Método de autodimensionado de HVAC 2-DesignBuilder**.
2. El método *HighTemperatureRadiant* de EnergyPlus, como su nombre lo indica, fue originalmente pensado para modelar sistemas radiantes con elevadas temperaturas. Sin embargo, también se puede usar para modelar sistemas radiantes con bajas temperaturas.
3. La calefacción radiante/convectiva **no es compatible** con los sistemas de **refrigeración** de HVAC Simple. Si desea modelar simultáneamente sistemas de calefacción radiante y sistemas de refrigeración, debe usar HVAC Detallado.

## Condiciones del aire de impulsión

Cuando emplea un sistema de calefacción del tipo convectivo, puede especificar las condiciones del aire de impulsión.

### Temperatura máxima

Indique la **temperatura de bulbo seco máxima** del aire impulsado por el sistema de calefacción (en °C o °F).

### Tasa de humedad máxima

Indique la **tasa de humedad máxima** (gramos de agua por gramos de aire) del aire impulsado por el sistema de calefacción. El valor predeterminado es de 0.0156 g/g. Debe verificar que el valor represente una condición válida, es decir, que esté por debajo de la línea de saturación del diagrama psicrométrico.

## Tipo de límite de calefacción

Cuando se usa un sistema de calefacción del tipo **convectivo** (ver arriba), es posible seleccionar una de las siguientes opciones para limitar la capacidad del sistema de calefacción:

**1-Limitar caudal.** Se limita el caudal de aire de calefacción. El caudal límite se calcula de acuerdo a las **opciones de autodimensionado**. Con las opciones **3-Autodimensionado** o **4-Autodimensionado si no se ha establecido**, el caudal límite se calcula de manera predeterminada mediante la simulación principal con EnergyPlus. Sin embargo, con la primera de esas opciones

también es posible seleccionar el **Método de autodimensionado 2-DesignBuilder**. En ese caso DesignBuilder calcula previamente el caudal límite con base en la capacidad requerida y la **Temperatura máxima** del aire de impulsión (ver arriba). La capacidad, a su vez, la calcula DesignBuilder con base en los ajustes de **Diseño de calefacción**.

**2-Limitar capacidad.** Se limita la capacidad de calentamiento sensible. La capacidad límite se calcula de acuerdo a las **opciones de autodimensionado**. Con las opciones 3-*Autodimensionado* o 4-*Autodimensionado si no se ha establecido*, la capacidad límite se calcula de manera predeterminada mediante la simulación principal con EnergyPlus. Sin embargo, con la primera de esas opciones también es posible seleccionar el **Método de autodimensionado 2-DesignBuilder**. En ese caso DesignBuilder calcula previamente la capacidad límite con base en los ajustes de **Diseño de calefacción**.

**3-Limitar caudal y capacidad.** Se limita tanto el caudal como la capacidad, aplicando los mismos criterios de las opciones anteriores.

## Fracción de calor radiante

Cuando se usa un sistema de calefacción del tipo **radiante** (ver arriba), es posible establecer la fracción de la energía de entrada que se convertirá en calor radiante. El resto del calor se asume que será emitido en forma convectiva.

**Nota:** DesignBuilder asume que la fracción de calor latente es 0 (cero). Ese parámetro solo se puede modificar accediendo al archivo IDF de EnergyPlus.

## Distribución de calor radiante

Este parámetro permite definir cómo se distribuirá el calor radiante en las superficies de las zonas que cuentan con calefacción del tipo radiante. Hay dos opciones disponibles:

**1-Uniforme.** El calor radiante se distribuye de manera uniforme en todas las superficies de las zonas (muros, techo y suelo).

**2-Suelo.** El calor radiante se distribuye exclusivamente en los suelos de las zonas. Puede usar esta opción para modelar de manera simplificada el efecto de los suelos radiantes.

**Nota:** DesignBuilder asume que la fracción de calor radiante que incide directamente en las personas es 0.04. Ese parámetro solo se puede modificar directamente en el archivo IDF de EnergyPlus.

## Funcionamiento

Puede asignar una **Programación** para definir en qué periodos se puede activar el sistema de calefacción. Adicionalmente, los valores de la programación indican si la calefacción funciona con la **Consigna de temperatura regular** o con la **Consigna secundaria** (ambos parámetros de definen en la pestaña de datos de **Actividad**). Un valor de 0.0 indica que la calefacción no se puede activar. Un valor de 1.0 indica que la calefacción se puede activar, considerando la consigna de temperatura regular. Un valor de 0.5 indica que la calefacción se puede activar, considerando la consigna secundaria.

## Refrigeración

En esta sección se describen los parámetros necesarios para definir las características del sistema de refrigeración con HVAC Simple, incluyendo su eficiencia estacional, las condiciones del aire de impulsión y la programación de funcionamiento.

### Sistema de refrigeración

Este campo permite seleccionar un componente de **Sistema de refrigeración**. Solo se usa en los cálculos de **Diseño de refrigeración**, por lo que se muestra con un fondo verde. Generalmente se usa para agrupar zonas que son servidas por la misma UTA, haciendo posible el cálculo de la capacidad de dicha UTA. De manera predeterminada DesignBuilder incluye solo un componente de sistema de refrigeración, llamado **Default**, que se asigna a todas las zonas del modelo. Sin embargo, el usuario puede crear y asignar tantos componentes de este tipo como sea necesario. El único dato contenido es los componentes de sistema de refrigeración es el nombre.

### Capacidad de refrigeración

Este campo solo aparece en el nivel Zona, cuando se ha seleccionado el modo de **Dimensionado de HVAC 2-Manual** o **4-Autodimensionado si no se ha establecido**, en el diálogo de Opciones del modelo. Permite definir directamente la capacidad del sistema de refrigeración en cada una de las zonas del edificio. Esta opción es útil, por ejemplo, cuando se cuenta con datos previos de la capacidad del sistema de refrigeración y se desea saber en qué medida éste puede cubrir los requerimientos de confort.

**Nota:** Si selecciona el modo de dimensionado de HVAC **4-Autodimensionado si no se ha establecido**, y realiza un cálculo previo de **Diseño de refrigeración**, la capacidad del sistema de calefacción calculada en cada zona se ingresará automáticamente en este campo. Sin embargo, debe tomar en cuenta que si cambia las opciones del modelo los datos serán borrados.

### Combustible

Es posible seleccionar el tipo de combustible empleado por el sistema de refrigeración. La siguiente tabla muestra los tipos de combustibles que se pueden seleccionar de la lista desplegable, así como el nombre que aparecerá en los resultados:

Combustible definido en datos del modelo	Combustible asignado en los resultados
1-Electricidad de la red	Electricidad
2-Gas natural	Gas
3-Gasoil	Gasoil
4-Carbón	Solido
5-Gas LP	Gas LP
6-Biogás	Gas LP
7-Antracita	Solido
8-Coque y semicoque	Solido
9-Combustible mixto (mineral + madera)	Otro
10-Biomasa	Otro
11-Calor residual	Otro

**Nota:** Si desea que los resultados de DesignBuilder coincidan con los mostrados por EnergyPlus en las tablas de **Resumen**, debe seleccionar la opción *1-Electricidad de la red*.

## CoP estacional del sistema de refrigeración

El coeficiente de rendimiento estacional (CoP) del sistema de refrigeración se emplea para calcular los consumos de combustible requeridos para cumplir con las demandas de refrigeración. Así, el consumo energético se calcula, de manera simplificada, como la carga de refrigeración dividida por el coeficiente de rendimiento:

$$\text{Consumo} = \text{Carga de refrigeración} / \text{CoP de refrigeración}$$

El CoP representa la eficiencia estacional total del sistema de refrigeración, y debe incluir todos los consumos de energía asociados con la producción de frío. No incluye la energía asociada a la distribución de aire y agua (como ventiladores y bombas), ya que ésta debe especificarse como parte de la **Energía auxiliar** (ver arriba). Este parámetro tiene efecto en el nivel Zona, por lo que es posible definir un CoP distinto para cada zona, si se requiere. Generalmente, sin embargo, es mejor especificar este valor en el nivel Edificio y permitir que todas las zonas lo hereden.

**Nota:** Debe indicar un CoP de 1.0 si desea que los resultados mostrados en DesignBuilder sean acordes con los calculados directamente por EnergyPlus para la **Refrigeración distrital**, los cuales se muestran en la pestaña **Resumen** de la pantalla de resultados de simulación.

## Condiciones del aire de impulsión

Puede especificar las condiciones del aire de impulsión asociado a la refrigeración.

### Temperatura mínima

Indique la **temperatura de bulbo seco mínima** del aire impulsado por el sistema de refrigeración (en °C o °F).

### Tasa de humedad mínima

Indique la **tasa de humedad máxima** (gramos de agua por gramos de aire) del aire impulsado por el sistema de calefacción. El valor predeterminado es de 0.0077 g/g, que corresponde al punto de rocío en 10 °C (50 °F). Debe verificar que el valor represente una condición válida, es decir, que esté por debajo de la línea de saturación del diagrama psicrométrico.

## Tipo de límite de refrigeración

Es posible seleccionar una de las siguientes opciones para limitar la capacidad del sistema de refrigeración:

**1-Limitar caudal.** Se limita el caudal de aire de refrigeración. El caudal límite se calcula de acuerdo a las **opciones de autodimensionado**. Con las opciones *3-Autodimensionado* o *4-Autodimensionado si no se ha establecido*, el caudal límite se calcula de manera predeterminada mediante la simulación principal con EnergyPlus. Sin embargo, con la primera de esas opciones también es posible seleccionar el **Método de autodimensionado 2-DesignBuilder**. En ese caso DesignBuilder calcula previamente el caudal límite con base en la capacidad requerida y la

**Temperatura mínima** del aire de impulsión (ver arriba). La capacidad, a su vez, la calcula DesignBuilder con base en los ajustes de **Diseño de calefacción**.

**2-Limitar capacidad.** Se limita la capacidad de enfriamiento sensible. La capacidad límite se calcula de acuerdo a las **opciones de autodimensionado**. Con las opciones 3- *Autodimensionado* o 4- *Autodimensionado si no se ha establecido*, la capacidad límite se calcula de manera predeterminada mediante la simulación principal con EnergyPlus. Sin embargo, con la primera de esas opciones también es posible seleccionar el **Método de autodimensionado 2- DesignBuilder**. En ese caso DesignBuilder calcula previamente la capacidad límite con base en los ajustes de **Diseño de refrigeración**.

**3-Limitar caudal y capacidad.** Se limita tanto el caudal como la capacidad, aplicando los mismos criterios de las opciones anteriores.

## Funcionamiento

Puede asignar una **Programación** para definir en qué periodos se puede activar el sistema de refrigeración. Adicionalmente, los valores de la programación indican si la refrigeración funciona con la **Consigna de temperatura regular** o con la **Consigna secundaria** (ambos parámetros de definen en la pestaña de datos de **Actividad**). Un valor de 0.0 indica que la refrigeración no se puede activar. Un valor de 1.0 indica que la refrigeración se puede activar, considerando la consigna de temperatura regular. Un valor de 0.5 indica que la refrigeración se puede activar, considerando la consigna secundaria.

## Control de humedad

Cuando se selecciona el **Método de ventilación mecánica 2-Cargas ideales**, es posible modelar el control de la humedad ambiental en los edificios. Esto incluye tanto procesos de humidificación como de deshumidificación.

### Notas:

1. En los sistemas HVAC reales el control de la humedad ambiental suele requerir consumos energéticos importantes. Si requiere calcular dichos consumos de manera más precisa es recomendable usar **HVAC Detallado** y no HVAC Simple.
2. Con HVAC Simple, la programación de humidificación es la misma que la programación del sistema de calefacción. Así, cuando el sistema de calefacción está disponible, también lo está la humidificación. De manera similar, la programación de deshumidificación es la misma que la programación del sistema de refrigeración.

## Humidificación

Si se activa la **Humidificación**, es posible seleccionar el **Tipo de control de humidificación**. Las opciones disponibles son las siguientes:

**1-Tasa de humedad constante.** Cuando funciona la calefacción, se mantiene siempre la **Tasa de humedad máxima** establecida en el encabezado Calefacción.

**2-Higrostat.** La humedad ambiental se controla con la **Consigna de humedad relativa - Humidificación** establecida en la pestaña de datos de Actividad. El sistema de HVAC tratará de



responder a los requerimientos del higróstico, es decir, de humedecer el aire hasta alcanzar el punto de consigna.

## Deshumidificación

Si se activa la **Deshumidificación**, es posible seleccionar el **Tipo de control de deshumidificación**. Las opciones disponibles son las siguientes:

**1-Tasa de humedad constante.** Cuando funciona la refrigeración se mantiene siempre la **Tasa de humedad mínima** establecida bajo el encabezado Refrigeración.

**2-Higróstico.** La humedad ambiental se controla con la **Consigna de humedad relativa - Deshumidificación** establecida en la pestaña de datos de Actividad. El sistema HVAC tratará de responder a los requerimientos del higróstico, es decir, de deshumedecer el aire hasta alcanzar el punto de consigna.

**3-Tasa de calor sensible constante.** El sistema HVAC será controlado para satisfacer la carga de refrigeración sensible, mientras que la tasa de refrigeración latente será calculada de acuerdo a la **Fracción de calor sensible en refrigeración** (ver abajo).

Con las opciones *2-Higróstico* y *3-Tasa de calor sensible constante*, si la tasa de humedad del aire mezclado es inferior a la tasa de humedad requerida, entonces se utilizará la primera. Para todas las opciones, nunca se permitirá que la tasa de humedad del aire de impulsión exceda el punto de saturación dada la temperatura de bulbo seco.

El tipo de control de deshumidificación seleccionado se aplicará siempre y cuando la unidad esté en modo refrigeración. Si la unidad está en modo “banda muerta”, y por lo tanto no se calienta activamente el aire de impulsión, el tipo de control Higróstico estará activo. Si la unidad está en modo calefacción, el tipo de control Higróstico estará activo si la humidificación no se activa o si el **Tipo de Control de humidificación** se establece como *2-Higróstico*. Esto permite que el sistema HVAC pueda calentar y deshumidificar al mismo tiempo.

## Fracción de calor sensible en refrigeración

Este campo solo se muestra cuando se selecciona el **Tipo de control de deshumidificación 3-Tasa de calor sensible constante**. La fracción de calor sensible equivale al Enfriamiento sensible dividido por el Enfriamiento total (sensible + latente). El valor predeterminado es 0.7.

## Agua caliente sanitaria

Puede incluir el uso de **agua caliente sanitaria** (ACS), que es el agua empleada en dispositivos como lavamanos y duchas, en los consumos energéticos del edificio. Cuando se emplea **HVAC Simple**, el ACS se modela en DesignBuilder a partir de las **demandas** especificadas en la pestaña de datos de Actividad, parámetros que operan en el nivel Zona. A continuación se describen los parámetros asociados al sistema de generación y distribución de ACS, los cuales se definen en la pestaña de datos de HVAC.

## Plantilla de ACS

El sistema de plantillas de DesignBuilder permite ingresar “paquetes” de datos en forma rápida. En el caso de las **plantillas de ACS**, estas permiten definir las características generales del sistema de producción y suministro de agua caliente sanitaria. Para cargar cualquier plantilla de ACS disponible en el modelo puede hacer clic en el cuadro de texto de la plantilla, y luego en los puntos suspensivos que aparecen a la derecha. A continuación se abre un dialogo en el que puede seleccionar la plantilla deseada. De manera alternativa, si la interfaz del programa se encuentra en **Modo aprendizaje**, puede ingresar plantillas haciendo doble clic sobre el nombre correspondiente en el panel de **Datos**, a la derecha de la pantalla. Todos los datos de la plantilla se cargarán automáticamente en el modelo.

**Nota:** Recuerde que el sistema de herencia jerárquica de datos de DesignBuilder permite que los datos de una plantilla establecida en un determinado nivel se hereden a los niveles inferiores. Por ejemplo, los datos de la plantilla establecida en el nivel Edificio se heredan a los niveles de Bloque, y Zona. Para mayor información consulte la sección **Jerarquía del modelo y herencia de datos**.

## Tipo

Puede definir el tipo de sistema de ACS mediante una lista desplegable que ofrece las siguientes opciones:

- 1-Igual que HVAC.
- 2-Caldera de ACS independiente.
- 3-Calentador de agua autónomo.
- 4-ACS instantánea.
- 5-ACS mixta.
- 7-Bomba de calor.

Tenga en cuenta que la selección hecha no afectará a los resultados de simulación con EnergyPlus, salvo la opción *1-Igual que HVAC*, que hará que los datos de CoP y combustible se tomen de la definición del sistema de **calefacción**.

## CoP del ACS

El **coeficiente de rendimiento** (CoP) del sistema de ACS se emplea para calcular los consumos de combustible requeridos para cumplir con la demanda de agua caliente sanitaria. Este parámetro representa la eficiencia estacional total del sistema de ACS, y debe incluir todos los consumos de energía asociados con la producción y distribución de agua caliente.

## Combustible

Es posible seleccionar el tipo de combustible empleado por el sistema de ACS. La siguiente tabla muestra los tipos de combustibles que se pueden seleccionar de la lista desplegable, así como el nombre que aparecerá en los resultados:

Combustible definido en datos del modelo	Combustible asignado en los resultados
1-Electricidad de la red	Electricidad
2-Gas natural	Gas
3-Gasoil	Gasoil
4-Carbón	Solido
5-Gas LP	Gas LP
6-Biogás	Gas LP
7-Antracita	Solido
8-Coque y semicoque	Solido
9-Combustible mixto (mineral + madera)	Otro
10-Biomasa	Otro
11-Calor residual	Otro

## Temperaturas del agua

### Temperatura de suministro

Especifique la temperatura con la que el agua llega a los dispositivos de suministro, como lavamanos, lavaplatos y duchas.

### Temperatura de entrada al sistema

Indique la temperatura del agua que llega de la red general al sistema de ACS. Generalmente se puede indicar una temperatura cercana al promedio anual de la temperatura del aire exterior.

## Programación

Puede emplear una programación para definir las horas de funcionamiento por día del sistema de ACS. El perfil de consumo de ACS empleado en las simulaciones con EnergyPlus se define a partir de las **demandas** establecidas en la pestaña de datos de Actividad, considerando un número típico de horas de funcionamiento por día:

*Consumo de ACS ( $m^3/s$ ) = Demanda de ACS ( $l/día/m^2$ )  $\times$  0.001  $\times$   $m^2$  / (Horas de funcionamiento por día  $\times$  3600)*

Las horas de funcionamiento por día se definen de las siguientes maneras, dependiendo del tipo de programación empleado:

- Cuando se emplean **programaciones Compactas** DesignBuilder toma el día del año calcula se asume un valor fijo de 8 horas de funcionamiento por día.
- Cuando se emplean **programaciones 7/12**, las horas de funcionamiento por día se derivan de los datos correspondientes al perfil de la casilla Enero-Lunes.
- Cuando se emplea el modo de sincronización **Día laborable** el número de horas de funcionamiento equivale al número de horas ocupadas durante el día laborable.

### Notas:

1. Este campo no se encuentra disponible cuando se selecciona el tipo de Sincronización **Día laborable** y se activa la casilla **Los sistemas HVAC y la ventilación natural operan con la**

**ocupación**, en el diálogo de Opciones del modelo. En ese caso se emplea la misma programación asignada a la ocupación en la pestaña de datos de **Actividad**.

2. Esta programación se emplea también con **HVAC Detallado**, cuando los Datos de actividad para HVAC Detallado se especifican como *1-Datos de HVAC Simple*, en el diálogo de Opciones del modelo.

## Ventilación natural

DesignBuilder ofrece dos formas básicas de modelar la **ventilación natural**, **Programada** y **Calculada**, dependiendo del modo seleccionado en el diálogo de Opciones del modelo.

- La opción de **ventilación natural Programada** es la más simple, y la menos demandante en términos de tiempo de simulación. En ese caso no se indica de manera explícita la apertura de puertas y ventanas exteriores, sino que se define directamente una **tasa de renovaciones de aire** para las zonas, así como una programación que permite modificar dicha tasa en el tiempo. También incluye diversos parámetros de control de la ventilación natural, por ejemplo a partir de la temperatura y entalpía del aire exterior e interior.
- La opción de **ventilación natural Calculada** emplea el modelo *Airflow Network* de EnergyPlus. Éste permite calcular los flujos de aire a través del edificio, considerando entre otros aspectos la ubicación y grado de apertura de puertas y ventanas, así como las condiciones de viento (velocidad y dirección) incluidas en el archivo de datos climáticos horarios. Es importante tomar en cuenta que esta opción implica una mayor complejidad en cuanto a los parámetros a definir, y suele exigir tiempos de simulación mayores.

En los siguientes apartados se explican los parámetros asociados a la ventilación natural que se especifican en la pestaña de datos de HVAC. Recuerde que tanto la ventilación natural Programada como la Calculada pueden verse afectadas por parámetros especificados en la pestaña de datos de **Actividad**. En el caso de la ventilación natural Calculada, adicionalmente es necesario especificar la apertura de puertas y ventanas, en la pestaña de datos de **Aberturas**.

**Nota:** La casilla **Activar** debe seleccionarse incluso con la opción de ventilación natural Calculada. De otra manera no es posible definir la operación de ventanas, puertas y rejillas en la pestaña de datos de Abertura, y la ventilación natural no será considerada en las simulaciones.

## Definición del caudal de aire exterior

Mediante una lista desplegable puede seleccionar el método para establecer el caudal de aire exterior por ventilación natural (renov/h). Cuando se selecciona la **ventilación natural Programada** en el diálogo de Opciones del modelo, ésta es la forma de definir la ventilación natural tanto en las **Simulaciones** como en los cálculos de **Diseño de calefacción y refrigeración**. Cuando se selecciona la **ventilación natural Calculada**, este parámetro NO tiene efecto en las simulaciones, sino sólo en los cálculos de **Diseño de calefacción y refrigeración**.

Las opciones disponibles son las siguientes:

**1- Por zona.** El caudal de aire exterior se define mediante un control deslizante, en renovaciones por hora (renov/h). El caudal de aire exterior, en m<sup>3</sup>/s, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal de aire exterior (m}^3\text{/s)} = \text{renov/h} \times \text{VolumenZona} / 3600$$

Dónde:

*VolumenZona* = Volumen real del espacio, de acuerdo a las opciones establecidas en el encabezado **Geometría, áreas y volúmenes** de la pestaña de datos de Cerramientos.

**2-Aire exterior mínimo (por persona).** El caudal de aire exterior se define mediante el valor de **Aire exterior por persona** establecido en la pestaña de datos de Actividad. La tasa de flujo de aire en m<sup>3</sup>/s se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal de aire exterior (m}^3\text{/s)} = \text{AireExteriorPers} \times \text{NumeroPersonas} / 1000$$

Dónde:

*AireExteriorPers* = Caudal de aire exterior mínimo por persona (l/s/persona o CFM).

*NumeroPersonas* = Densidad de ocupación (Personas/m<sup>2</sup>) \* Área de suelo de zona (m<sup>2</sup>).

El caudal final de ventilación (m<sup>3</sup>/s) se calcula en cada etapa de simulación mediante la siguiente ecuación:

$$C_{\text{final}} = C_{\text{exterior}} * F_{\text{programación}} [A + B (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}) + C * V_{\text{viento}} + D * V_{\text{viento}}^2]$$

Donde:

*C<sub>final</sub>* = Caudal final de ventilación.

*C<sub>exterior</sub>* = Caudal de aire exterior (ver arriba)

*F<sub>programación</sub>* = Fracción en programación

*T<sub>int</sub>* = Temperatura interior

*T<sub>ext</sub>* = Temperatura exterior

*V<sub>viento</sub>* = Velocidad del viento

**Nota:** Los factores A, B, C y D se explican más abajo, en la sección **Coeficientes de Delta T y velocidad del viento**.

## Aire exterior

Si seleccionó el método de **Definición del caudal de aire exterior 1-Por zona**, puede indicar aquí el caudal de aire exterior en la zona, en renovaciones por hora (renov/h).

## Funcionamiento

Puede emplear una **Programación** para definir en qué periodos y en qué proporción se dará el caudal de ventilación natural especificado arriba. Los valores de la programación modifican proporcionalmente los caudales de ventilación. Un valor de 0.0 indica que no hay caudal de ventilación; un valor de 1.0 indica que el caudal de ventilación se da de acuerdo al valor indicado; un valor de 0.3 indica que solo se da el 30% del caudal indicado.

### Notas:

1. Puede emplear la misma programación especificada para la ocupación en la pestaña de datos de Actividad, si desea modificar los caudales de ventilación natural de acuerdo al número de personas en la zona.

2. Cuando se emplea el modo de sincronización **Día laborable** (Opciones del modelo), la ventilación natural solo puede estar activa o inactiva. Cuando está activa la tasa de ventilación equivale al caudal máximo especificado aquí.

## Control de la ventilación natural PROGRAMADA

En esta sección se describen los parámetros de control que solo se encuentran disponibles cuando se selecciona el modo de **ventilación natural Programada** en el diálogo de Opciones del modelo. Tome en cuenta que en este caso el funcionamiento de la ventilación natural también se puede controlar con base en los valores de **Temperatura interior mínima** y **Temperatura interior máxima** especificados en la pestaña de datos de **Actividad**.

En resumen, si se consideran todos los parámetros de control posibles, al activar la ventilación natural programada esta solo funcionará cuando:

- a) La temperatura del aire interior sea **superior** a la **Temperatura interior mínima** especificada en la pestaña de datos de Actividad.
- b) La temperatura del aire interior sea **inferior** a la **Temperatura interior máxima** especificada en la pestaña de datos de Actividad.
- c) La Programación de funcionamiento de la ventilación natural (especificada en esta pestaña de datos) tenga un valor superior a 0.0.
- d) La temperatura del aire exterior sea **superior** a la **Temperatura exterior mínima** especificada en esta pestaña de datos.
- e) La temperatura del aire exterior sea **inferior** a la **Temperatura exterior máxima** especificada en esta pestaña de datos.
- f) La diferencia entre la temperatura del aire interior y la del aire exterior ( $T_{int} - T_{ext}$ ) sea menor que el valor de **Delta T** especificado en esta pestaña de datos.

Recuerde que en este caso el caudal de aire a través de ventanas, puertas, rejillas y huecos exteriores no se define de manera explícita, sino que se especifica como una tasa de ventilación (renov/h), de acuerdo al **Método de definición del aire exterior** seleccionado. Sin embargo, las ventanas, puertas, rejillas y huecos ubicados en cerramientos interiores si se emplean para considerar la **mezcla de aire** entre zonas. Puede anular la ventilación a través de las aberturas interiores de la siguiente manera:

- a) Aberturas interiores adyacentes a un espacio semi-exterior no acondicionado: Desmarcar la casilla **Activar** en el nivel de la zona ocupada.
- b) Aberturas interiores entre zonas ocupadas: La casilla Activar no tiene efecto. Establezca **programaciones** con valores de 0.0, en la pestaña de datos de Aberturas, para anular los flujos de aire.

## Límites de temperatura exterior

Puede activar controles de la ventilación natural a partir de valores de **Temperatura exterior mínima** y **Temperatura exterior máxima**.

## Definición de temperaturas

La lista desplegable permite definir ambas temperaturas de dos maneras distintas:

**1-Valor fijo.** Se define un único valor límite (Temperatura mínima y Temperatura máxima).

**2-Programación.** Es posible asignar una **programación** para variar los valores límite en el tiempo.

Cuando se activan estos controles, la ventilación natural programada solo podrá operar cuando la temperatura del aire exterior sea superior a la Temperatura exterior mínima e inferior a la Temperatura exterior máxima.

## Límite de Delta T

Si activa la casilla correspondiente, podrá controlar la ventilación natural programada a partir de la diferencia entre la temperatura del aire interior y la del aire exterior ( $T_{int} - T_{ext}$ ). En ese caso, cuando dicha diferencia sea menor al valor de Delta T especificado aquí, entonces NO podrá funcionar la ventilación natural programada.

## Definición de Delta T

La lista desplegable permite definir el valor de Delta T de dos maneras distintas:

**1-Valor fijo.** Se define un único valor límite de diferencia de temperatura.

**2-Programación.** Es posible asignar una **programación** para variar los valores límite de la diferencia de temperatura en el tiempo.

Este control es especialmente útil para desactivar la ventilación natural programada si la temperatura del aire exterior es demasiado alta y puede provocar ganancias de calor, pero no está diseñado para evitar corrientes de aire excesivas ni demasiado frías. Por ejemplo, si se especifica un valor de 2 °C, se asume que la ventilación natural estará disponible solo si la temperatura del aire exterior está por lo menos 2 °C por debajo de la temperatura del aire interior. Si la temperatura de bulbo seco del aire exterior esta solo 1 °C por debajo de la temperatura de bulbo seco del aire interior, entonces la ventilación natural se desactiva automáticamente. Los valores en este campo pueden incluir números negativos, lo que permite que la ventilación natural opere incluso cuando la temperatura del aire exterior sea mayor que la temperatura del aire interior. La siguiente tabla resume el efecto de diferentes valores para este parámetro:

Valor Delta T	Efecto
2.0	La ventilación natural programada solo funciona cuando la temperatura exterior es al menos 2 °C inferior a la temperatura interior.
0.0	La ventilación natural programada sólo funciona cuando la temperatura exterior es menor a la temperatura interior.
-2.0	La ventilación natural programada funciona cuando la temperatura exterior es hasta 2 °C superior a la temperatura interior.
-100	En términos prácticos la ventilación natural programada no es controlada por la diferencia de temperaturas.



**Nota:** Un valor negativo grande permite la ventilación natural programada aun si la temperatura del aire exterior es bastante mayor a la temperatura del aire interior. Esto resulta útil para mantener una ventilación natural constante, o como una manera de estimar el efecto de la ventilación en el cálculo de cargas.

## Coeficientes de Delta T y velocidad del viento

Los coeficientes definidos en este encabezado permiten establecer la dependencia de los **caudales finales** de ventilación programada respecto a algunos factores ambientales. Puede encontrar más información sobre el uso de estos coeficientes en el documento *Engineering Reference* de EnergyPlus.

### Constante (A)

El coeficiente constante es el parámetro “A” en la ecuación de ventilación natural. Es parte de los parámetros definidos por el usuario en función de los factores ambientales. Este parámetro, sin embargo, no es modificado en forma alguna por los factores ambientales y no tiene unidades.

### Temperatura (B)

El coeficiente que corresponde a la temperatura es el parámetro “B” en la ecuación de ventilación natural. Es parte de los parámetros definidos por el usuario en función de los factores ambientales. Este parámetro es modificado por la diferencia de temperatura de bulbo seco entre el exterior y el interior. Las unidades son Celsius inversos.

### Velocidad (C)

El coeficiente que corresponde a la velocidad del viento es el parámetro “C” en la ecuación de ventilación natural. Es parte de los parámetros definidos por el usuario en función de los factores ambientales. Este parámetro es modificado por la velocidad del viento en el exterior del edificio. Las unidades son s/m.

### Velocidad al cuadrado (D)

El coeficiente que corresponde a la velocidad del viento al cuadrado es el parámetro “D” en la ecuación de ventilación natural. Es parte de los parámetros definidos por el usuario en función de los factores ambientales. Este parámetro es modificado por el cuadrado de la velocidad del viento en el exterior del edificio. Las unidades son  $s^2/m^2$ .

## Control de la ventilación natural CALCULADA

En esta sección se describen los parámetros de control que solo se encuentran disponibles cuando se selecciona el modo de **ventilación natural Calculada** en el diálogo de Opciones del modelo. Tome en cuenta que en este caso el funcionamiento de la ventilación natural también se puede controlar con base en el valor de **Temperatura interior mínima** especificado en la pestaña de datos de **Actividad**.

**Nota:** Cuando se emplea el modo de **HVAC Simple**, la ventilación natural calculada solo se puede modelar junto con la ventilación mecánica si se selecciona el **Método de ventilación mecánica 2-Cargas ideales**, en el diálogo de Opciones del modelo.

En resumen, si se consideran todos los parámetros de control posibles, al seleccionar la **ventilación natural calculada** ésta solo funcionará cuando:

- a) Se active la ventilación natural en la pestaña de datos de HVAC.
- b) Los parámetros definidos en la pestaña de datos de **Aberturas** indiquen que ventanas, puertas y rejillas se pueden abrir (porcentajes de apertura y programaciones).
- c) La temperatura del aire interior sea **superior** a la **Temperatura interior mínima** especificada en la pestaña de datos de Actividad.
- d) El **Factor de viento** establecido en la pestaña de datos de HVAC sea superior a 0.0.
- e) El **Modo de control**, indicado también en la pestaña de datos de HVAC, permita la ventilación natural.

En el caso de la ventilación natural Calculada puede anular el funcionamiento de las aberturas de la siguiente manera:

- a) Aberturas exteriores: Deseleccionar la casilla Activar correspondiente a la ventilación natural en la pestaña de datos de HVAC.
- b) Aberturas interiores adyacentes a un espacio semi-exterior no acondicionado: Desmarcar la casilla **Activar** en el nivel de la zona ocupada.
- c) Aberturas interiores entre zonas ocupadas: La casilla Activar no tiene efecto. Establezca **programaciones** con valores de 0.0, en la pestaña de datos de Aberturas, para anular los flujos de aire.

#### Notas:

- 1. Tenga en cuenta que, aun si las aberturas se consideran cerradas (de acuerdo a alguno de los parámetros de control), cuando la casilla **Modelar infiltración** se encuentre activada (en la pestaña de datos de Cerramientos), puede haber pequeños flujos de aire asociados a la “grieta” entre los bordes de las aberturas y el cerramiento que las alberga.
- 2. Para los cálculos de **diseño de Refrigeración** la ventilación natural siempre se considera Programada, aun cuando se haya seleccionado la opción de ventilación natural Calculada.

#### Factor de viento

Cuando se emplea la ventilación natural Calculada, es posible hacer simulaciones conservadoras respecto al efecto del viento en la ventilación natural. Para excluir por completo el efecto del viento en la ventilación natural especifique un **Factor de viento** de 0.0. Para considerar el efecto completo del viento, de acuerdo a los demás parámetros de control, especifique un factor de viento de 1.0 (valor predeterminado). Ingrese valores intermedios entre 0.0 y 1.0 para reducir en cierta medida el efecto del viento en la ventilación natural calculada.

**Nota:** Este factor solo modifica el efecto del componente viento en el cálculo de la ventilación natural, no así la ventilación producida por el efecto chimenea. Debido a ello, habrá ventilación natural aunque el factor sea 0.0.

## Modo de control

Cuando se emplea la ventilación natural Calculada, el **Modo de control** define los periodos en que las aberturas se abren y cierran, a partir de parámetros como la temperatura o la entalpía del aire. Los datos pueden ser introducidos en el nivel Edificio, Bloque o Zona. A continuación se describen las opciones que se pueden seleccionar mediante la lista desplegable.

**1-Sin ventilación.** Todas las ventanas y puertas operables se consideran siempre cerradas, independientemente de las condiciones exteriores e interiores. La programación de funcionamiento en este caso se ignora.

**2-Temperatura.** Todas las ventanas y puertas operables de la zona se consideran abiertas si  $T_{\text{zona}} > T_{\text{ext}}$  y si  $T_{\text{zona}} > T_{\text{consigna}}$ , siempre y cuando la programación de funcionamiento permita la ventilación.

**3-Entalpía.** Todas las ventanas y puertas operables de la zona se consideran abiertas si  $H_{\text{zona}} > H_{\text{ext}}$  y si  $T_{\text{zona}} > T_{\text{consigna}}$ , siempre y cuando la programación de funcionamiento permita la ventilación.

**4-Permanente.** Todas las ventanas y puertas operables de la zona se consideran abiertas, independientemente de las condiciones exteriores e interiores, siempre y cuando la programación de funcionamiento lo permita. Tenga en cuenta que **Permanente** significa que la medida de la abertura es fija cuando ocurre la ventilación; obviamente el caudal de aire que pasa por cada abertura puede variar en el tiempo. Esta opción permite modelar la ventilación natural sin tomar en cuenta la temperatura y entalpía del aire exterior e interior.

**5-Temperatura adyacente enfriamiento.** Se aplica solo a superficies interiores. Todas las ventanas y puertas operables de la zona se consideran abiertas si  $T_{\text{zona}} > T_{\text{adyacente}}$  y si  $T_{\text{zona}} > T_{\text{consigna}}$ , siempre y cuando la programación de funcionamiento permita la ventilación.

**6-Temperatura adyacente calentamiento.** Se aplica solo a superficies interiores. Todas las ventanas y puertas operables de la zona se consideran abiertas si  $T_{\text{zona}} < T_{\text{adyacente}}$  y  $T_{\text{zona}} > T_{\text{consigna}}$ , siempre y cuando la programación de funcionamiento permita la ventilación. Esta opción permite modelar situaciones en las que la entrada de aire más caliente de una zona adyacente es benéfica. Sin embargo, tome en cuenta que la temperatura de consigna de la zona (definida en la pestaña de datos de actividad) se seguirá empleando para desactivar la ventilación natural si la temperatura de la zona llega a ser demasiado baja.

**7-CEN 15251 Adaptativo.** Todas las ventanas y puertas operables de la zona se consideran abiertas si la temperatura operativa es mayor que la temperatura de confort (línea central) calculada mediante el modelo de confort adaptativo del estándar ASHRAE 55-2010, siempre y cuando la programación de funcionamiento lo permita.

**8-Ashrae 55 Adaptativo.** Todas las ventanas y puertas operables de la zona se consideran abiertas si la temperatura operativa es mayor que la temperatura de confort (línea central) calculada mediante el modelo de confort adaptativo CEN 15251, siempre y cuando la programación de funcionamiento lo permita.

En las descripciones anteriores:

$T_{\text{ext}}$  = Temperatura del aire exterior.

$T_{\text{zona}}$  = Temperatura del aire interior de la zona en la etapa de simulación previa. La zona de la cual se toma la temperatura es la que tiene “más ocupación” (ver abajo).

$T_{\text{adyacente}}$  = Temperatura del aire de la zona adyacente, para superficies interiores, en la etapa de simulación previa.

$T_{\text{consigna}}$  = Temperatura de consigna de la **ventilación natural** en la zona (especificada en la pestaña de datos de Actividad). La zona de la cual se toma la consigna es la que tiene “más ocupación” (ver abajo).

$H_{\text{zona}}$  = Entalpía específica del aire de la zona en la etapa de simulación previa.

$H_{\text{ext}}$  = Entalpía específica del aire exterior.

#### Notas:

1. Estos controles se pueden establecer hasta los niveles Superficie y Abertura, lo que permite controlar cada ventana de manera independiente, si se considera necesario.
2. Las opciones de control *5-Temperatura adyacente enfriamiento* y *6-Temperatura adyacente calentamiento* se convierten automáticamente a *2-Temperatura* cuando se aplican a superficies exteriores. Esto permite que se puedan establecer desde el nivel Edificio.
3. También es posible acceder a los parámetros de modulación desde el diálogo de **Opciones del modelo**, en la pestaña Avanzado.

#### Sobre la identificación de las zonas “con más ocupación”

Cuando se usan las opciones de control *5-Temperatura adyacente enfriamiento* y *6-Temperatura adyacente calentamiento*, es necesario establecer de cual zona se toma la temperatura del aire interior y la consigna de temperatura de ventilación natural. Esto lo hace DesignBuilder de manera automática, identificando la zona que tiene “más ocupación” y tomando de ella la temperatura y la consigna. Para ello sigue estos criterios:

- a) Si una de las zonas es ocupada y la otra es semi-exterior no acondicionada, entonces la primera de ellas es la que tiene más ocupación.
- b) Si las dos zonas son del mismo tipo, entonces la zona con más ocupación es:
  - La que tiene calefacción, si la otra no tiene.
  - Si ambas zonas tienen calefacción, entonces la zona más ocupada es la que tiene la consigna de temperatura más elevada.
  - La que tiene refrigeración, si la otra no tiene.
  - Si ambas zonas tienen refrigeración, entonces la zona más ocupada es la que tiene la consigna de temperatura más baja.
- c) Si ambas zonas son del mismo tipo y tienen idénticas consignas de calefacción y refrigeración, entonces se establece la zona más ocupada de manera arbitraria.

#### Modular áreas de apertura

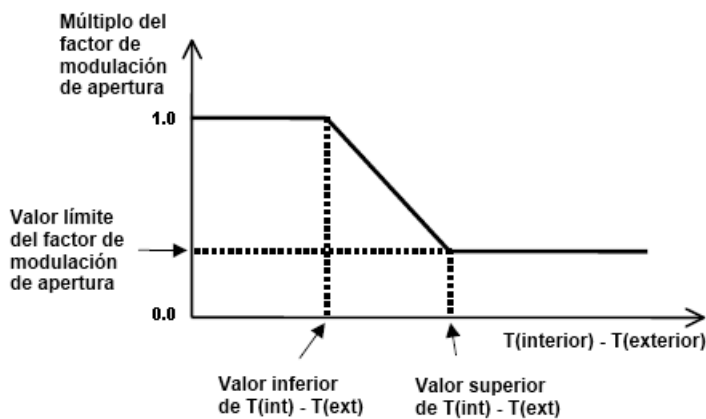
Cuando se emplea la ventilación natural **Calculada** puede modular la apertura de ventanas y puertas, con el objeto de evitar el ingreso de aire demasiado frío, mediante los parámetros que se describen a continuación:

**Valor inferior de  $T_{int}-T_{ext}$ .** Valor inferior de la diferencia entre la temperatura interior y la temperatura exterior, el cual inicia el cierre de las aperturas.

**Valor superior de  $T_{int}-T_{ext}$ .** Valor superior de la diferencia entre la temperatura interior y la temperatura exterior, el cual interrumpe el cierre de las aperturas.

**Valor límite del factor de modulación de aperturas.** Es un valor entre 0.0 y 1.0 que indica hasta qué grado se cierran las aberturas cuando se alcanza el Valor superior de  $T_{int}-T_{ext}$ . Por ejemplo, un valor de 0.2 indica que las aperturas se cierran al 20% de su área en ese punto.

En términos generales, la modulación de áreas de apertura funciona de la siguiente manera: cuando  $T_{int}-T_{ext}$  alcanza el **Valor inferior** establecido, las aberturas comienzan a cerrarse gradualmente hasta alcanzar el **Valor límite del factor de modulación**, lo cual sucede cuando  $T_{int}-T_{ext}$  alcanza el **Valor superior** (ver diagrama de abajo). Si la diferencia de temperaturas llega a ser mayor que el **Valor superior de  $T_{int}-T_{ext}$** , entonces las aberturas se cierran por completo.



#### Notas:

1. El propósito de la modulación de aperturas es evitar discomfort debido a la introducción de aire demasiado frío. Debe tomar en cuenta que este control también prevendrá la ventilación natural cuando la temperatura del espacio sea muy elevada y el aire exterior no sea particularmente frío, debido a la gran diferencia de temperatura entre el interior y el exterior.
2. La apertura de ventanas y puertas no solo dependerá de los parámetros de **Modulación de aperturas**, si ésta se activa, sino también de los restantes controles de la ventilación natural calculada.
3. También es posible acceder a los parámetros de modulación desde el diálogo de **Opciones del modelo**, en la pestaña Avanzado.

## Ventilación natural en modo mixto

El modo mixto básicamente permite alternar de manera automática el funcionamiento de la **ventilación natural** y el **sistema de HVAC**. Se trata de una estrategia que en algunos casos permite maximizar la ventilación natural y reducir las cargas de refrigeración y/o calefacción, garantizando casi siempre condiciones de confort.

Cuando se usa la ventilación natural **Calculada**, el control de ventilación natural en modo mixto vincula el sistema HVAC con las ventanas y rejillas de las zonas servidas por dicho sistema. Si las condiciones exteriores no son adecuadas para la ventilación natural, el control cierra las aberturas y permite la activación del sistema HVAC. Si las condiciones exteriores son adecuadas para la ventilación natural, desactiva el sistema HVAC y activa la ventilación natural. En esos periodos las ventanas y rejillas operan con base en los mecanismos de control regulares (consignas de temperatura para ventilación, porcentaje de apertura, modulación de apertura). Cuando se usa la ventilación natural **Programada**, el control en modo mixto funciona de manera similar, pero no actúa sobre el funcionamiento de las aberturas sino sobre las tasas de ventilación natural establecidas de manera explícita.

**Nota:** La ventilación natural en modo mixto funciona tanto con **HVAC Simple** como con **HVAC Detallado**. Sin embargo, en el segundo caso los parámetros establecidos aquí solo aplican para sistemas de zona, como las unidades Fan Coil o las unidades terminales de aire acondicionado. Si el sistema tiene UTA, el control de modo mixto se define en el propio diálogo de edición de la UTA.

### Zona de control en modo mixto

Cuando se usa **HVAC Detallado** con sistemas centralizados, debe seleccionar una zona de control cuyas condiciones internas serán empleadas para controlar la ventilación natural en modo mixto. En ese caso la zona de control se define en el diálogo de edición de la Unidad de Tratamiento de Aire (UTA) del sistema HVAC.

**Nota:** Solo puede seleccionar una zona de control por unidad de tratamiento de aire (UTA). Se recomienda verificar que dicha zona realmente sea representativa de las condiciones de todas las zonas servidas por el sistema de HVAC.

### Viento y lluvia

Este encabezado ofrece varios parámetros para controlar la ventilación natural en modo mixto, dependiendo de las condiciones de viento y lluvia:

#### Curva de factor de apertura en función de la velocidad del viento

[Aplica solo cuando se usa ventilación natural Calculada]

Puede asignar un componente de curva Lineal o Cuadrática que parametrize el factor de apertura de las ventanas, en función de la velocidad del viento. Los valores de salida de la curva se multiplican por el factor de apertura de las ventanas para definir la apertura final.

#### Cerrar ventanas y rejillas cuando llueve

Si selecciona esta casilla se empleará el indicador de lluvia (si existe) del archivo de datos climáticos horarios. Esto permite modelar un comportamiento común, que consiste en cerrar las ventanas para evitar la entrada de agua al edificio. De cualquier manera, tome en cuenta que la entrada de agua no se modela en EnergyPlus como un aporte a las cargas térmicas del edificio.

### Velocidad del viento máxima

Indique la velocidad del viento por arriba de la cual se desactiva la ventilación natural. Esto permite modelar un comportamiento común, que consiste en cerrar las ventanas para evitar la entrada de corrientes de aire demasiado fuertes, lo cual puede resultar muy incómodo sobre todo en oficinas y espacios similares.

### Control de temperatura

Este encabezado permite controlar la ventilación natural en modo mixto, con base en la temperatura de bulbo seco del aire exterior:

#### Temperatura exterior mínima

Indique la temperatura del aire exterior por debajo de la cual se desactiva la ventilación natural, en los periodos en los que la **Programación de modo de control** (ver abajo) tiene un valor de 1 (control con temperatura). Este límite inferior está destinado a evitar el enfriamiento excesivo de los espacios, lo cual podría provocar cargas de calefacción.

#### Temperatura exterior máxima

Indique la temperatura del aire exterior por arriba de la cual se desactiva la ventilación natural, en los periodos en los que la **Programación de modo de control** (ver abajo) tiene un valor de 1 (control con temperatura). Este límite superior está destinado a evitar el calentamiento excesivo de los espacios, lo cual podría provocar cargas de refrigeración.

### Control de entalpía

Este encabezado permite controlar la ventilación en modo mixto, con base en la entalpía del aire exterior (en J/kg):

#### Entalpía exterior mínima

Indique la entalpía del aire exterior por debajo de la cual se desactiva la ventilación natural, en los periodos en los que la **Programación de modo de control** (ver abajo) tiene un valor de 2 (control con entalpía).

#### Entalpía exterior máxima

Indique la entalpía del aire exterior por arriba de la cual se desactiva la ventilación natural, en los periodos en los que la **Programación de modo de control** (ver abajo) tiene un valor de 2 (control con entalpía).

### Control de punto de rocío

Este encabezado permite controlar la ventilación natural en modo mixto, con base en la temperatura de punto de rocío del aire exterior:



### Temperatura de punto de rocío exterior mínima

Indique la temperatura de punto de rocío exterior por debajo de la cual se desactiva la ventilación natural, en los periodos en los que la **Programación de modo de control** (ver abajo) tiene un valor de 3 (control con temperatura de punto de rocío). Este límite inferior está destinado a evitar una deshumidificación excesiva del aire interior.

### Temperatura de punto de rocío exterior máxima

Indique la temperatura de punto de rocío exterior por encima de la cual se desactiva la ventilación natural, en los periodos en los que la **Programación de modo de control** (ver abajo) tiene un valor de 3 (control con temperatura de punto de rocío). Este límite superior está destinado a evitar una humidificación excesiva del aire interior.

## Avanzado

Este encabezado permite asignar diversas programaciones para controlar el funcionamiento del **Modo mixto**, como se describe a continuación:

### Programación de modo de control

Esta programación permite definir en qué periodos aplicará el control de la ventilación en Modo mixto, así como el tipo de control empleado. Aplican los siguientes criterios:

- Un valor de 0 indica que no hay control de la ventilación natural en modo mixto, por lo que la ventilación natural y el sistema de HVAC operarán de acuerdo a sus propios controles. Debe tener cuidado, pues en este caso el sistema HVAC y la ventilación natural pueden operar simultáneamente, lo cual suele aumentar los consumos energéticos.
- Un valor de 1 activa el control de la ventilación en modo mixto, con base en la **temperatura** del aire exterior. Cuando la temperatura del aire exterior supera los límites establecidos arriba, la ventilación natural se desactiva.
- Un valor de 2 activa el control de la ventilación natural en modo mixto, con base en la **entalpía** del aire exterior. Cuando la entalpía del aire exterior supera los límites establecidos arriba, la ventilación natural se desactiva.
- Un valor de 3 activa el control de la ventilación natural en modo mixto, con base en la **temperatura de punto de rocío** del aire exterior. Cuando la temperatura de punto de rocío del aire exterior supera los límites establecidos arriba, la ventilación natural se desactiva.
- Un valor de 4 activa el control de la ventilación natural en modo mixto, con base en el caudal de aire de ventilación natural (ver abajo).

**Nota:** Cuando la programación tiene valores 1, 2, 3 y 4, además del efecto del propio modo de control, la ventilación natural se desactiva cuando el sistema HVAC se activa.

### Programación de aire exterior mínimo

[Aplica solo cuando se usa ventilación natural Calculada]

Esta programación permite especificar un caudal mínimo de ventilación natural (renov/h) durante periodos específicos, cuando la **Programación de control** (ver arriba) tiene un valor de 4 (control con caudal de ventilación natural). El programa primero calcula el caudal de aire exterior con ventilación natural y, si es inferior al valor mínimo especificado, desactiva la ventilación natural y activa el sistema HVAC. El caudal de aire exterior se calcula considerando solo el aire que ingresa a través de aberturas exteriores, por lo que este control no aplica para zonas que no tienen aberturas exteriores.

### Programación de tipo de control AirflowNetwork

[Aplica solo cuando se usa ventilación natural Calculada]

Esta programación permite establecer como responderán las aberturas al control de la ventilación en modo mixto. En los periodos en que la programación tiene valores de 0, cada ventana se controla de manera independiente, de acuerdo a sus parámetros de control. En los periodos en los que la programación tiene valores de 1, las ventanas se controlan en grupo. Las ventanas exteriores de la zona de control servida por el circuito de aire primario se usan como referencia para el control de grupo.

### Tipo de control de caudal programado de aire

[Disponible solo cuando se usa ventilación natural Programada con el Método de ventilación mecánica 1-Ventilación de zona]

Esta programación permite establecer como responderán las aberturas interiores al control de la ventilación en modo mixto. En los periodos en que la programación tiene valores de 0, cada ventana interior se controla de manera independiente, de acuerdo a sus parámetros de control. En los periodos en los que la programación tiene valores de 1, las ventanas se controlan en grupo.

## Distribución de la temperatura del aire

De manera predeterminada EnergyPlus asume que la temperatura del aire en las zonas es uniforme, es decir, que el aire se encuentra completamente mezclado. Sin embargo, hay otras opciones que permiten tener en cuenta la distribución no-uniforme de la temperatura del aire en el volumen interno de las zonas. Las opciones disponibles, cuyos parámetros se describen más abajo, son las siguientes:

**1-Mezclado.** La temperatura del aire se considera uniforme en todo el volumen interno de la zona. Se trata de la opción predeterminada.

**2-Gradiente dinámico.** Permite modelar la estratificación de la temperatura del aire, estableciendo un gradiente vertical que varía dinámicamente dependiendo de factores como la temperatura exterior o interior, la diferencia entre la temperatura interior y la exterior, o la carga sensible de calefacción o refrigeración.

**3-Ventilación por desplazamiento.** Emplea tres nodos para modelar espacios con sistemas de ventilación por desplazamiento, los cuales distribuyen el aire a baja velocidad y cerca del nivel del suelo. Se asume que las principales fuentes de calor son las personas y aparatos ubicados en la parte ocupada del espacio.

**4-Difusión por suelo en zona central.** Emplea dos nodos, uno superior y otro inferior, para modelar espacios centrales con sistemas de ventilación con impulsión mediante difusores ubicados en el suelo. Se asume que las principales fuentes de calor son las personas y aparatos ubicados en la parte ocupada del espacio.

**5-Difusión por suelo en zona perimetral.** Emplea dos nodos, uno superior y otro inferior, para modelar espacios perimetrales con sistemas de ventilación con impulsión mediante difusores ubicados en el suelo. Se asume que las principales fuentes de calor son las personas y aparatos ubicados en la parte ocupada del espacio, así como las ventanas exteriores.

**Nota:** Tenga en cuenta que la aproximación de EnergyPlus para modelar la distribución no-uniforme de la temperatura del aire es bastante simplificada en comparación con métodos como RANS y CFD, que son muy demandantes en términos computacionales. También que el modelo de aire completamente mezclado ha sido desde hace mucho un estándar en el campo de la simulación energética de edificios. En ese sentido, es necesario que el usuario tenga una idea clara sobre cuando, donde y como usar los modelos ofrecidos por EnergyPlus.

## Gradiente dinámico

El gradiente vertical de temperatura interior se calcula interpolando los valores entre la condición superior y la condición inferior de un parámetro determinado. Por ejemplo, si se emplea el **Modo de interpolación 2-Temperatura interior**, y se especifica una condición superior de 26.0 °C con un gradiente de 2 °C/m, y una condición inferior de 22°C con un gradiente de 0 °C/m, significa que:

- Cuando la temperatura del aire interior es de 26°C o superior, el gradiente de temperatura del aire en la zona es de 2°C por metro.
- Cuando la temperatura del aire interior es de 22°C o inferior, no hay gradiente de temperatura (la temperatura del aire es uniforme en la zona).
- Cuando la temperatura del aire interior se encuentra en un valor entre 26°C y 22°C, el gradiente de temperatura del aire en la zona se calcula a partir de la interpolación de estos valores extremos.

El cálculo del gradiente vertical de la temperatura del aire puede ser útil, entre otras cosas, para determinar las condiciones de límite para el cálculo de la transferencia de calor a través de los cerramientos (muros, techos, suelos); para modelar la extracción de aire relativamente caliente a la altura del techo, cuando se usa **HVAC Detallado**; para considerar el efecto de la posición en altura del termostato de control del sistema HVAC. Sin embargo, debe tomar en cuenta las siguientes limitaciones:

1. El modelado de la extracción de aire más caliente en el nivel del techo no funciona cuando se emplea la **ventilación natural**, programada o calculada.
2. No se puede modelar la posición en altura del sensor de control de la ventilación natural.

## Modo de interpolación

Puede seleccionar, a partir de una lista desplegable, el modo de interpolación para calcular el gradiente dinámico de la temperatura interior:

**1-Temperatura exterior.** El gradiente de temperatura del aire interior se calcula con base en la temperatura del aire exterior.

**2-Temperatura interior.** El gradiente de temperatura del aire interior se calcula con base en la temperatura del aire interior.

**3-Delta T interior-exterior.** El gradiente de temperatura del aire interior se calcula con base en la diferencia entre la temperatura interior y exterior ( $T_{int} - T_{ext}$ ).

**4-Carga sensible de refrigeración.** El gradiente de temperatura del aire interior se calcula con base en la carga sensible de refrigeración.

**5-Carga sensible de calefacción.** El gradiente de temperatura del aire interior se calcula con base en la carga sensible de calefacción.

Los datos a ingresar bajo los encabezados **Condiciones superiores** y **Condiciones inferiores** dependerán de la selección hecha aquí.

### Condiciones superiores

Dependiendo del **Modo de interpolación seleccionado**, especifique el **valor máximo** para la temperatura exterior, la temperatura interior, la diferencia entre la temperatura interior y exterior, la carga sensible de refrigeración o la carga sensible de calefacción. Así mismo, indique el **Gradiente de temperatura** (°C/m) correspondiente a este valor máximo.

### Condiciones inferiores

Dependiendo del **Modo de interpolación seleccionado**, especifique el **valor mínimo** para la temperatura exterior, la temperatura interior, la diferencia entre la temperatura interior y exterior, la carga sensible de refrigeración o la carga sensible de calefacción. Así mismo, indique el **Gradiente de temperatura** (°C/m) correspondiente a este valor máximo.

### Funcionamiento

La programación de funcionamiento define los periodos en los que la distribución de la temperatura del aire será calculada. Cuando el valor de la programación es 0 la temperatura del aire se considera uniforme. Cuando el valor de la programación es 1 el gradiente dinámico será calculado de acuerdo a los parámetros especificados aquí.

### Alturas (de termostato y retorno de aire)

Puede especificar la altura del **termostato** y del **retorno de aire**, parámetros que serán empleados como se describe a continuación:

**Altura del termostato.** Indique la altura, medida desde el suelo de la zona, a la que se ubica el termostato asociado al sistema HVAC. Este parámetro se emplea para determinar la temperatura medida por el termostato en relación con la temperatura media, aplicando el gradiente de temperatura.

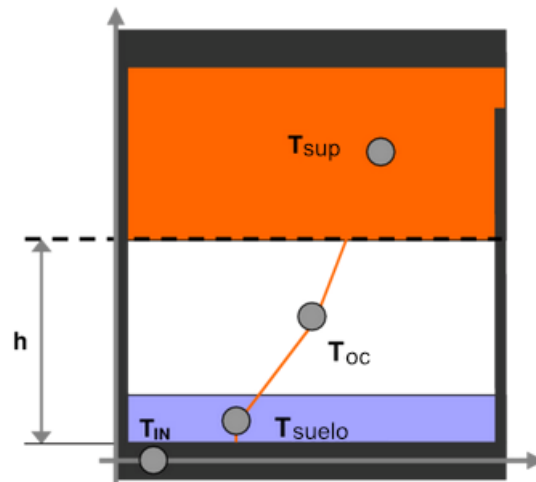
**Altura de retorno del aire.** Indique la altura, medida desde el suelo de la zona, a la que se ubica el retorno de aire asociado al sistema HVAC. Este parámetro se emplea para determinar la

temperatura del aire de retorno en relación con la temperatura media, aplicando el gradiente de temperatura.

## Ventilación por desplazamiento

Este modelo se puede aplicar a espacios con sistemas de ventilación por desplazamiento, los cuales distribuyen el aire a baja velocidad y cerca del nivel del suelo. Adicionalmente, las fuentes principales de calor deben ser las personas y los aparatos ubicados en la parte ocupada del espacio. El modelo debe usarse con precaución en zonas con grandes pérdidas o ganancias de calor a través de los cerramientos y las ventanas exteriores, o bien que tienen considerables ganancias solares. El método implica la predicción de la temperatura en tres nodos del espacio (ver imagen abajo):

- La temperatura en el nivel del suelo ( $T_{\text{suelo}}$ ). La región considerada es de 20 cm de altura, y la temperatura corresponde a la parte central.
- La temperatura en la sub-zona ocupada ( $T_{\text{oc}}$ ). Representa la región ubicada entre la región del suelo y la superior.
- La temperatura en la sub-zona superior ( $T_{\text{sup}}$ ). Representa una región con el aire completamente mezclado, de la cual se toma el aire de retorno. Es esencial para el cálculo de los consumos energéticos y para modelar el efecto de la temperatura superior en los niveles de confort.



## Programación de distribución de ganancias

Puede asignar una programación para definir la fracción de las **ganancias convectivas** que permanecen en la sub-zona ocupada. Se asume que la fracción restante de las ganancias convectivas se desplaza a la sub-zona superior a través de las plumas térmicas. Debe tener en cuenta que las ganancias internas que se asumen ubicadas en la sub-zona ocupada corresponden a las personas, los aparatos (de cualquier tipo) usados por las personas y la iluminación de escritorio. En cambio, las ganancias internas que se asumen ubicadas en la sub-zona superior, corresponden a elementos como la iluminación general, los dispositivos de iluminación tubulares y los radiadores de alta temperatura.

Los valores de la programación deben ser entre 0.0 y 1.0. Por ejemplo, un valor de 0.0 indica que todas las ganancias convectivas ubicadas en la sub-zona ocupada se desplazan a la sub-zona superior; un valor de 1.0 indica que todas las ganancias convectivas ubicadas en la sub-zona ocupada permanecen ahí; un valor de 0.3 indica que solo el 30% de las ganancias convectivas ubicadas en la sub-zona ocupada permanecen ahí.

### Número de plumas térmicas por ocupante

En este campo debe especificar el número de plumas térmicas por ocupante. Las plumas térmicas son fuentes localizadas y ascendentes de calor convectivo, generalmente asociadas a personas y aparatos. Por ejemplo, si cada persona usa una computadora, y no se puede asumir que ambas plumas térmicas se unifican en la sub-zona ocupada, puede ingresar un valor de 2.

### Parámetros de altura

#### Altura del termostato

Indique la altura a la que se ubica el termostato (o sensor de temperatura) del sistema HVAC, medida desde el nivel del suelo. El valor predeterminado es 1.2m.

#### Altura para el cálculo del confort

Indique la altura de referencia para la temperatura que será empleada en los cálculos de confort. La temperatura del aire en ese punto se usará para calcular los índices de confort disponibles, como Fanger y Pierce, entre otros. El valor predeterminado es 1.1m.

### Delta T mínima para resultados auxiliares

En este campo debe especificar la diferencia mínima entre la temperatura de la sub-zona superior y la de la sub-zona ocupada, que se usará para determinar si se generan los resultados auxiliares del sistema de ventilación por desplazamiento. Dichos resultados son los siguientes:

*Room Air Zone Transition Height*

*Room Air Zone Recommended Minimum Flow Fraction*

*Room Air Zone Average Temperature Gradient*

*Room Air Zone Maximum Temperature Gradient*

El valor debe ser igual o mayor que 0 (cero). El valor predeterminado es 0.4 °C.

### Difusión por suelo en zona central y en zona perimetral

Este modelo se aplica a espacios con sistemas de ventilación con impulsión mediante difusores ubicados en el suelo (UAFD, por sus siglas en inglés), considerando dos alternativas: que los espacios sean centrales (alejado de las fachadas del edificio) o perimetrales (en contacto con las fachadas). Se asume que las principales fuentes de calor son las personas y aparatos ubicados en la parte ocupada del espacio, pero con la opción para zonas perimetrales se asume que también puede haber ganancias importantes a través de las ventanas exteriores. El método implica la predicción de la temperatura en dos nodos del espacio:

- La temperatura en la sub-zona ocupada ( $T_{oc}$ ). Representa la región ubicada entre el suelo y la sub-zona superior.
- La temperatura en la sub-zona superior ( $T_{sup}$ ). Representa una región con el aire completamente mezclado, de la cual se toma el aire de retorno. Es esencial para el cálculo de los consumos energéticos y para modelar el efecto de la temperatura superior en los niveles de confort.

### Número de difusores

Indique el número total de difusores en la zona. Este parámetro se puede auto-calcular, si ingresa la palabra clave *AutoCalculate*. En ese caso se asigna un difusor por ocupante, de acuerdo a la densidad de ocupación establecida. Si la ocupación es muy baja, pero hay más fuentes que pueden generar plumas térmicas, el usuario debe definir un valor con base en el caudal de impulsión de diseño y el caudal de impulsión de cada difusor. Si no cuenta con esa información, puede indicar un difusor por cada 9.3 m<sup>2</sup>.

### Potencia por pluma térmica

Indique la potencia de cada pluma térmica, en Watts. Generalmente se asume que todas las cargas producidas en un puesto de trabajo (por ejemplo una persona, una computadora y una lámpara de escritorio) se integran en una sola pluma térmica, siendo el valor típico 220 W. Sin embargo, si se permite que el valor sea auto-calculado (ingresando la palabra clave *AutoCalculate*), el programa calculará una pluma térmica “equivalente” a partir del caudal de extracción de la zona y el número de ocupantes.

### Área efectiva del difusor

Indique el área nominal de apertura del difusor. Si ingresa la palabra clave *AutoCalculate*, el programa asignará el ángulo de acuerdo al tipo de difusor (ver abajo): 0.075 m<sup>2</sup> para difusores rotacionales, 0.035 m<sup>2</sup> para difusores VAV, 0.006 m<sup>2</sup> para difusores rotacionales VD y 0.03 m<sup>2</sup> para difusores de rejillas lineales.

### Ángulo de salida respecto a la vertical

Indique el ángulo con el que el aire sale del difusor, medido entre la vertical y las ranuras del difusor. Si ingresa la palabra clave *AutoCalculate*, el programa asignará el ángulo de acuerdo al tipo de difusor (ver abajo): 28° para difusores rotacionales, 45° para difusores VAV, 73° para difusores rotacionales VD y 15° para difusores de rejillas lineales.

### Tipo de difusor

Mediante la lista desplegable puede seleccionar una de las siguientes opciones:

- 1-Rotacional.** Difusor rotacional con área fija.
- 2-VAV.** Difusor de volumen de aire variable. El área de apertura se ajusta para mantener una velocidad de salida aproximadamente constante, aun variando el caudal.
- 3-Rotacional VD.** Difusor rotacional con ventilación por desplazamiento, con área fija.
- 4-Rejilla lineal.** Difusor lineal con área fija, generalmente usado en zonas perimetrales.



**5-Personalizado.** Puede especificar cinco coeficientes (ver abajo) para describir las propiedades del difusor, en lugar de dejar que el programa lo haga con base en el tipo de difusor.

### Coeficientes A-E

Cuando selecciona el **Tipo de difusor 5-Personalizado**, debe especificar los cinco coeficientes (A-E) que se emplean en la siguiente fórmula para describir las propiedades del difusor:

$$K_c = A * Gama^{**}B + C + D * Gama + E * Gama^{**}2$$

Donde  $K_c$  es la fracción de las ganancias totales de calor convectivo que asigna a la sub-zona ocupada (inferior), mientras que  $Gama$  es una variable que caracteriza el grado de estratificación en una zona con difusión de aire por suelo.

### Parámetros de altura

#### Altura del termostato

Indique la altura a la que se ubica el termostato (o sensor de temperatura) del sistema HVAC, medida desde el nivel del suelo. El valor predeterminado es 1.2m.

#### Altura para el cálculo del confort

Indique la altura de referencia para la temperatura que será empleada en los cálculos de confort. La temperatura del aire en ese punto se usará para calcular los índices de confort disponibles, como Fanger y Pierce, entre otros. El valor predeterminado es 1.1m.

#### Establecer altura de transición

Si selecciona la casilla, podrá especificar la **Altura de transición** entre la sub-zona ocupada y la sub-zona superior, en lugar de dejar que el programa la calcule automáticamente. El valor predeterminado es 1.7m.

### Avanzado: Delta T mínima para resultados auxiliares

En este campo debe especificar la diferencia mínima entre la temperatura de la sub-zona superior y la de la sub-zona ocupada, que se usará para determinar si se generan los resultados auxiliares del sistema de ventilación por desplazamiento. Dichos resultados son los siguientes:

*Room Air Zone Transition Height*

*Room Air Zone Recommended Minimum Flow Fraction*

*Room Air Zone Average Temperature Gradient*

*Room Air Zone Maximum Temperature Gradient*

El valor debe ser igual o mayor que 0 (cero). El valor predeterminado es 0.4 °C.

### Factores de impacto medioambiental

[Este encabezado solo se muestra cuando se usa **HVAC Detallado**]

Los factores de impacto medioambiental incluyen información que no se especifica de manera individualizada en la pestaña de datos de **Región**. Aquí se definen, por ejemplo, factores de conversión de la fuente al sitio para el calor distrital, el frío distrital y el vapor.

### Eficiencia de calor distrital

Éste parámetro se usa para convertir el **calor distrital** adquirido a **gas natural**, con el objeto de calcular los impactos medioambientales ( $\text{Gas natural} = \text{Calor distrital} / \text{Eficiencia}$ ). En este caso el valor debe ser entre 0 y 1, siendo el predeterminado 0.3.

### Eficiencia de frío distrital

Éste parámetro se usa para convertir el **frío distrital** adquirido a **electricidad**, con el objeto de calcular los impactos medioambientales ( $\text{Electricidad} = \text{Frío distrital} / \text{Eficiencia}$ ). En este caso el valor debe ser mayor a 0, siendo el predeterminado 0.3.

### Eficiencia de conversión de vapor

Éste parámetro se usa para convertir el **vapor** adquirido a **gas natural**, con el objeto de calcular los impactos medioambientales ( $\text{Gas natural} = \text{Vapor} / \text{Eficiencia}$ ). En este caso el valor debe ser entre 0 y 1, siendo el predeterminado 0.25.

### Factores de emisión total equivalente de carbono

Los factores de emisión total equivalente de carbono se basan en la información del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, que ha estudiado el impacto de varios gases de efecto invernadero en el forzamiento radiativo del planeta. Dicho impacto, llamado Potencial de Calentamiento Global, se describe en términos del carbón total al que equivale una unidad de masa de cada gas de efecto invernadero. Aquí se incluyen los factores para tres de esos gases:

- El óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), que puede ser producido por algunos combustibles. El valor predeterminado es 80.7272 kg·C/kg· $\text{N}_2\text{O}$ .
- El metano ( $\text{CH}_4$ ), que puede ser producido por todos los combustibles. El valor predeterminado es 6.2727 kg·C/kg· $\text{CH}_4$ .
- El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que puede ser producido por algunos combustibles. El valor predeterminado es 0.2727 kg·C/kg· $\text{CO}_2$ .

### Coste

En este encabezado puede especificar el coste del sistema HVAC en su conjunto, normalizado por área de suelo. Generalmente se recomienda que este dato se cargue con la plantilla, para asegurar consistencia entre las propiedades del sistema y los costes. El **Coste de HVAC** debe incluir el coste de los sistemas de producción de frío y calor, y no solo los componentes de zona.

Adicionalmente, puede especificar el **Coste de otros sistemas**, también normalizado por área de suelo. Esto permite separar el coste del sistema HVAC del coste de otros sistemas independientes, por ejemplo, un sistema de control automatizado de la ventilación natural.

**Notas:**

1. Estos datos se usan tanto con HVAC Simple como con HVAC Detallado.
2. La moneda dependerá de las selecciones hechas en la pestaña **Internacional** del diálogo de **Opciones del programa**.

## Equipamiento detallado

[Esta pestaña de datos solo se muestra en el nivel Zona, cuando ha seleccionado la opción de **Datos de ganancias Detalladas**]

Cuando se usa la opción de **Datos de ganancias** detalladas, es posible especificar datos de aparatos y equipos de manera individualizada en cada zona. Esta opción ha sido pensada principalmente para desarrollar modelos de edificios existentes, si se tiene suficiente información y es realmente necesario especificar por separado cada uno de los aparatos y equipos.

**Nota importante:** Esta opción **no se recomienda** para análisis regulares, ya que no suele ser necesaria y puede demandar mucho más tiempo de modelado. En esos casos se recomienda emplear la opción de ganancias **Simplificadas**, ya que las ganancias por aparatos y equipos se pueden establecer desde el nivel Edificio y mediante plantillas.

### Edición y asignación de equipos detallados

Cuando se establece la opción del modelo de ganancias **Detalladas**, en la pestaña de datos de Actividad no se muestran los encabezados que permiten definir los consumos energéticos y las ganancias internas por computadoras, equipos de oficina, misceláneos, cocina y procesos. En su lugar, **cundo se va al nivel Zona**, aparece una nueva pestaña de datos denominada **Equipos**.

Una vez estando en el nivel Zona y en la pestaña de datos de **Equipos**, es posible agregar y editar equipos individuales, o grupos de éstos si son idénticos, por ejemplo un grupo de computadoras con las mismas características. Para agregar un nuevo equipo puede activar el comando **Añadir**, desde la barra de herramientas (signo "+") o desde el menú *Editar*. Si la interfaz se encuentra en **Modo aprendizaje**, también puede activar el vínculo **Añadir equipos** en el panel de la derecha. Con cualquiera de estas acciones se abre el diálogo **Editar equipos**, en el que puede definir los siguientes parámetros:

#### Tipo

Este parámetro permite organizar los equipos en las siguientes categorías: Accesorios de computadora, ACS, Ascensores, Bombas, Calefacción, Cocina, Computadoras, Equipos de oficina, Iluminación exterior, Lámparas de tungsteno, Lámparas fluorescentes, Misceláneos, Otro - exterior, Potencia reducida, Procesamiento, Refrigeración, Telecomunicaciones, Ventiladores.

#### Número

Indique el número total equipos de este tipo idénticos en la zona.

## Potencia nominal por equipo

Indique la potencia de cada equipo individual. Por ejemplo, la potencia de una computadora suele ser de 200 a 300 W.

## Programación

La programación define en qué periodos y en qué medida funcionarán los equipos, consumiendo energía y aportando calor a las zonas. Los valores de la programación modifican la potencia nominal de los equipos. Un valor de 0 indica que los equipos se encuentran apagados; un valor de 1 indica que los equipos se encuentran funcionando con su potencia nominal; un valor de 0.3 indica que solo el 30% de los equipos se encuentran encendidos, o que todos funcionan al 30% de su potencia nominal.

## Fracción radiante

Indique la fracción de calor que es emitida por los equipos en forma de radiación de onda larga. El resto del calor se considera **convectivo**, es decir, que se transmite directamente al aire de la zona, a menos que se indique una fracción latente (ver abajo).

## Fracción latente

Indique la fracción de calor que se convierte en energía latente, afectando el balance de la humedad ambiental en la zona y no el balance de calor sensible. Este suele suceder con equipos de cocina y similares, que implican procesos de evaporación. La fracción convectiva se calculará automáticamente como  $1 - \text{Fracción radiante} - \text{Fracción latente}$ . En todo caso, la suma de las fracciones no debe ser superior a 1.

**Nota:** Todos los consumos energéticos y ganancias de calor derivados de los equipos definidos en esta pestaña se asocian directamente a las zonas correspondientes, y son independiente de otros sistemas, como los de ACS y HVAC.

## Opciones de resultados

Es posible seleccionar los resultados que serán generados mediante los cálculos de diseño y las simulaciones, activando las casillas correspondientes en la pestaña de **Opciones de resultados**, bajo los siguientes encabezados:

- **Opciones de Resultados de Diseño de Calefacción**
- **Opciones de Resultados de Diseño de Refrigeración**
- **Opciones de Resultados de Simulación**

Esta función es muy importante, ya que reducir los resultados a los estrictamente necesarios puede aligerar en gran medida el peso de los archivos de DesignBuilder.

## Opciones de resultados de Diseño de Calefacción

### Incluir zonas desocupadas en totales y promedios de bloques y edificio

[En la pestaña de **Opciones de resultados** ésta opción solo está disponible en el nivel Edificio]

Active la casilla si desea que los datos de las **zonas desocupadas** sean incluidos en los valores promedio y totales de los bloques y el edificio. En ese caso tenga en cuenta que los valores promedio y totales se verán afectados por zonas no acondicionadas. Por ejemplo, en invierno las temperaturas interiores promedio pueden disminuir por el efecto de zonas sin calefacción.

#### Notas:

1. Una zona se considera desocupada cuando no cuenta con ocupación (personas), refrigeración, calefacción ni ventilación mecánica.
2. Si no selecciona esta opción, y todas las zonas del modelo están desocupadas, recibirá un mensaje de error: *Área de suelo nula*.

### Almacenar resultados de superficies

[Esta opción solo está disponible en la pestaña de **Opciones de resultados** (estando en el nivel Edificio) y en el diálogo de **Opciones de cálculo**, no en el diálogo de **Opciones del modelo**]

Al seleccionar esta casilla se generan los siguientes resultados para cada uno de los cerramientos individuales (por ejemplo muros, particiones, suelos y cubiertas):

- Temperatura superficial interior
- Temperatura superficial exterior
- Ganancias de calor a través de las superficies
- Coeficiente de convección interior
- Coeficiente de convección exterior

### Almacenar resultados de aberturas

[Esta opción solo está disponible en la pestaña de **Opciones de resultados** (estando en el nivel Edificio) y en el diálogo de **Opciones de cálculo**, no en el diálogo de **Opciones del modelo**]

La casilla solo se hace visible cuando previamente ha seleccionado la casilla **Almacenar resultados de superficies** (ver arriba). Si la selecciona, se generarán los siguientes resultados para las aberturas (por ejemplo ventanas, puertas y rejillas).

- Temperatura superficial interior
- Temperatura superficial exterior
- Ganancias de calor a través de las superficies
- Coeficiente de convección interior
- Coeficiente de convección exterior

**Nota:** Use las opciones de almacenamiento de resultados de superficies y aberturas con precaución, ya que en modelos grandes pueden generar una gran cantidad de datos, haciendo más grandes los archivos de DesignBuilder.

## Opciones de resultados de Diseño de Refrigeración

### Incluir zonas desocupadas en totales y promedios de bloques y edificio

[En la pestaña de **Opciones de resultados** ésta opción solo está disponible en el nivel Edificio]

Active la casilla si desea que los datos de las **zonas desocupadas** sean incluidos en los valores promedio y totales de los bloques y el edificio. En ese caso tenga en cuenta que los valores promedio y totales se verán afectados por zonas no acondicionadas. Por ejemplo, en verano las temperaturas interiores promedio pueden aumentar por el efecto de zonas sin refrigeración.

#### Notas:

1. Una zona se considera desocupada cuando no cuenta con ocupación (personas), refrigeración, calefacción ni ventilación mecánica.
2. Si no selecciona esta opción, y todas las zonas del modelo están desocupadas, recibirá un mensaje de error: *Área de suelo nula*.

### Almacenar resultados de superficies

[Esta opción solo está disponible en la pestaña de **Opciones de resultados** (estando en el nivel Edificio) y en el diálogo de **Opciones de cálculo**, no en el diálogo de **Opciones del modelo**]

Al seleccionar esta casilla se generan los siguientes resultados para cada uno de los cerramientos individuales (por ejemplo muros, particiones, suelos y cubiertas):

- Temperatura superficial interior
- Temperatura superficial exterior
- Ganancias de calor a través de los cerramientos
- Solar incidente
- Fracción de soleamiento exterior
- Coeficiente de convección interior
- Coeficiente de convección exterior

### Almacenar resultados de aberturas

[Esta opción solo está disponible en la pestaña de **Opciones de resultados** (estando en el nivel Edificio) y en el diálogo de **Opciones de cálculo**, no en el diálogo de **Opciones del modelo**]

La casilla solo se hace visible cuando previamente ha seleccionado la casilla **Almacenar resultados de superficies** (ver arriba). Si la selecciona, se generarán los siguientes resultados para las aberturas (por ejemplo ventanas, puertas y rejillas):

- Temperatura superficial interior

- Temperatura superficial exterior
- Ganancias de calor a través de las aberturas
- Solar incidente
- Solar transmitida
- Fracción de soleamiento exterior
- Coeficiente de convección interior
- Coeficiente de convección exterior

**Nota:** Use las opciones de almacenamiento de resultados de superficies y aberturas con precaución, ya que en modelos grandes pueden generar una gran cantidad de datos, haciendo más grandes los archivos de DesignBuilder.

## Opciones de resultados de Simulación

Algunas de las opciones de resultados de **Simulación** se aplican a todo el edificio y por lo tanto solo están disponibles en el nivel Edificio, mientras que otras también se pueden seleccionar en los niveles de Bloque y Zona. Finalmente, los resultados de superficies y aberturas se pueden seleccionar en todos los niveles.

### Nombre en la última simulación con EnergyPlus

[Esta opción solo está disponible en la pestaña de **Opciones de resultados** y se puede visualizar en todos los niveles del modelo, con excepción del nivel Bloque]

El campo, de solo lectura muestra el nombre usado por DesignBuilder para referenciar el edificio, zona, superficie o abertura actual. Esta información puede ser útil para generar informes personalizados, o para identificar los elementos del modelo en el archivo IDF.

### Datos de zonas en edificio y bloques

[En la pestaña de **Opciones de resultados**, esta opción solo se puede seleccionar estando en el nivel Edificio]

La opción permite que los resultados que se generan en el nivel Zona (por ejemplo las temperaturas interiores, las ganancias internas, las ganancias solares y la transferencia de calor superficiales) se visualicen en los niveles Bloque y Edificio, en forma de **valores promedio o acumulados**. Esto no afecta la generación de resultados sobre consumos energéticos y emisiones de CO<sub>2</sub>, que se dan siempre en el nivel Edificio.

### Incluir zonas desocupadas en totales y promedios de bloques y edificio

[En la pestaña de **Opciones de resultados**, esta opción solo se puede seleccionar estando en el nivel Edificio]

Active la casilla si desea que los datos de las **zonas desocupadas** sean incluidos en los valores promedio y acumulados de los bloques y el edificio. En ese caso tenga en cuenta que los valores promedio y acumulados se verán afectados por zonas no acondicionadas. Por ejemplo, en verano



las temperaturas interiores promedio pueden aumentar drásticamente por el efecto de zonas sin refrigeración.

**Notas:**

1. Una zona se considera desocupada cuando no cuenta con ocupación (personas), refrigeración, calefacción ni ventilación mecánica.
2. Si no selecciona esta opción, y todas las zonas del modelo están desocupadas, recibirá un mensaje de error: *Área de suelo nula*.

## Permitir resultados personalizados

[En la pestaña de Opciones de resultados, esta opción se encuentra seleccionada de manera predeterminada y solo se puede deseleccionar estando en el nivel Edificio]

La opción permite establecer diferentes resultados para cada bloque, zona, superficie o abertura del modelo. La desventaja de trabajar de esa manera es que puede hacer las simulaciones más lentas, especialmente cuando se trata de modelos muy grandes y complejos.

Si desactiva la casilla, en los elementos *Output:Variable* del archivo IDF se empleará el carácter (\*) para representar todos los objetos. Debido a la forma en que está estructurado EnergyPlus, esto permite un procesamiento más eficiente. En ese caso el programa le avisará que la pestaña de **Opciones de resultados** será cerrada y que solo podrá seleccionar resultados en el diálogo de Opciones del modelo o en los diálogos de Opciones de cálculo.

## Resultados con gráficas

### Transferencia de calor en superficies

Seleccione esta opción si requiere datos sobre los flujos de calor en las superficies de los cerramientos. Esta opción puede generar archivos bastante grandes, sobre todo si se trata de modelos complejos, por lo que solo se recomienda activarla cuando necesita revisar los balances térmicos de las zonas. Si se activa se producen los siguientes resultados:

- Flujos de calor en las superficies internas de los cerramientos opacos (muros, cubiertas, etc.).
- Flujos de calor en las superficies internas del acristalamiento, por ejemplo ventanas.

**Notas:**

1. Estos resultados se visualizan, después de efectuar la simulación, cuando selecciona las opciones de datos *1-Todos* o *5-Cerramientos y ventilación*.
2. Para visualizar resultados de transferencia de calor en superficies específicas, de manera independiente, debe activar la opción **Almacenar resultados de superficies**, en la pestaña **Opciones de resultados** (no en el diálogo de Opciones del modelo sino en la pantalla de edición).

### Ganancias internas y solares

Esta opción permite generar resultados relacionados con las ganancias internas de las zonas, incluyendo las asociadas a la radiación solar. Si se activa se producen los siguientes resultados:

- Ganancias por iluminación general y de tarea y acento.

- Ganancias de calor sensible por ocupación (personas).
- Ganancias de calor sensible por computadoras y equipos de oficina, cocina, procesos y misceláneos.
- Ganancias solares por ventanas exteriores e interiores.

**Notas:**

1. Estos resultados se visualizan, después de efectuar la simulación, cuando selecciona las opciones de datos *1-Todos* o *4-Ganancias internas*.
2. Las ganancias solares por ventanas se refiere solo a la transmisión de radiación a través de ellas. Los flujos de calor en las superficies internas del acristalamiento se incluyen en **Transferencia de calor en superficies**.

## Cargas y consumos HVAC

Esta opción permite generar resultados relacionados con el funcionamiento de los sistemas HVAC. Si se activa se producen los siguientes resultados:

- Calentamiento y enfriamiento sensible de zona.
- Cargas del sistema (calentamiento y enfriamiento sensible y total).
- Consumos energéticos asociados a la calefacción y la refrigeración.

**Notas:**

1. Los resultados de calentamiento y enfriamiento sensible de zona se visualizan, después de efectuar la simulación, cuando selecciona las opciones de datos *1-Todos* o *4-Ganancias internas*. Las cargas del sistema se visualizan cuando selecciona las opciones de datos *1-Todos* o *9-Cargas del sistema*. Los consumos energéticos de los sistemas HVAC se visualizan cuando selecciona las opciones de datos *1-Todos*, *6-Consumos desglosados* y *7-Consumos totales*.
2. Los consumos energéticos asociados a los equipos y la iluminación se muestran siempre, incluso si no selecciona esta opción.

## Cargas latentes

Esta opción permite generar resultados sobre las cargas latentes asociadas a las personas y otras ganancias internas, por ejemplo cuando se especifican ganancias por cocina con una determinada fracción latente.

**Nota:** Las cargas latentes se visualizan cuando selecciona la opción de datos *4-Ganancias internas*.

## Almacenar resultados de superficies

Al seleccionar esta casilla se generan los siguientes resultados para cada uno de los cerramientos individuales (por ejemplo muros, particiones, suelos y cubiertas), dependiendo del nivel en el que se hace la selección. Si adicionalmente se activa la casilla Almacenar **resultados de aberturas** los resultados también se generan para las aberturas.

- Temperatura superficial interior

- Temperatura superficial exterior
- Coeficiente de convección interior
- Coeficiente de convección exterior
- Ganancias de calor a través de los cerramientos
- Solar incidente
- Solar transmitida
- Fracción de soleamiento exterior
- Caudal de aire entrante
- Caudal de aire saliente

#### Notas:

1. El resultado **Solar transmitida** solo aplica para ventanas.
2. Los resultados de **caudal de aire** entrante y saliente solo aplican para aberturas que permiten el flujo de aire, siempre y cuando se emplee la ventilación natural Calculada.
3. Para obtener los resultados solo de una superficie o abertura en particular debe navegar hasta el nivel correspondiente y activar la casilla **Almacenar resultados de superficies** y en su caso también la de **Almacenar resultados de aberturas**. Posteriormente debe seleccionar los resultados requeridos.
4. Use las opciones de almacenamiento de resultados de superficies y aberturas con cuidado, ya que en modelos grandes pueden generar una gran cantidad de datos, haciendo más pesados los archivos de DesignBuilder.

#### Periodo de informe

[Esta opción solo se encuentra disponible en el diálogo de **Opciones del modelo > Simulación**, así como en el diálogo de **Opciones de cálculo**, que se abre al ejecutar una simulación]

Puede seleccionar una de las siguientes opciones para controlar la generación de resultados sobre ambiente y confort en relación con los periodos ocupados y desocupados (definidos por medio de las programaciones de **Ocupación**):

**1-Todos los periodos.** Los resultados de confort se generan para todos los periodos de simulación, incluyendo aquellos en los que las zonas se encuentran desocupadas. Esta es la opción predeterminada.

**2-Sólo los periodos ocupados.** Los resultados de ambiente y confort se generan sólo para los periodos en los que las zonas se encuentran ocupadas. Así los promedios diarios y mensuales relacionados con estos datos suelen tener mayor significado.

**3-Programa definido por el usuario.** El usuario puede seleccionar una programación específica para establecer los periodos para los que se generarán resultados de ambiente y confort. En ocasiones es necesario salir de esta pestaña y volver a entrar para que aparezca el campo de selección de la programación.

## Ambiental

Esta opción permite generar resultados sobre las condiciones ambientales de las zonas del modelo. Si se activa se producen los siguientes resultados:

- Temperatura interior de bulbo seco.
- Temperatura radiante media.
- Temperatura operativa (promedio de la temperatura de bulbo seco y la temperatura radiante).
- Humedad relativa del aire en la zona.

### Notas:

1. Estos resultados se visualizan, después de efectuar la simulación, cuando selecciona las opciones de datos *1-Todos* o *3-Confort*.
2. La temperatura de bulbo seco exterior se muestra siempre, independientemente de si activa o no esta opción.

## Renovaciones de aire

Esta opción permite generar resultados sobre la renovación de aire en las zonas, parámetro asociado a la ventilación mecánica, la ventilación natural y la infiltración.

### Notas:

1. Los resultados de renovación de aire se visualizan, después de efectuar la simulación, cuando selecciona las opciones de datos *1-Todos* o *5-Cerramientos y ventilación*.
2. Las pérdidas y ganancias de calor por ventilación e infiltración son resultados independientes y no se ven afectados por esta opción.

## Fanger

Esta opción permite generar resultados de los siguientes índices de confort de Fanger: **Voto Medio Predicho (VMP)** y **Porcentaje de Personas en Disconfort (PPD)**.

**Nota:** Los resultados de VMP se visualizan, después de efectuar la simulación, cuando selecciona las opciones de datos *3-Confort*. Los resultados de PPD no se pueden visualizar directamente en el programa, pero se pueden revisar con la aplicación de DesignBuilder **Result Viewer**.

## Pierce dos-nodos

Esta opción permite generar resultados de los siguientes índices de confort de Pierce: Voto Medio Predicho con Temperatura Efectiva (VMP TE), Voto Medio Predicho con Temperatura Efectiva Estándar (VMP TEE), Índice de Disconfort (ID) e Índice de Sensación Térmica (IST).

**Nota:** Los resultados de los índices de Pierce se visualizan, después de efectuar la simulación, cuando selecciona las opciones de datos *3-Confort*. Sin embargo, los resultados de ID e IST no se muestran de manera predeterminada, sino que deben activarse en la pestaña Detallado del panel de **Opciones de visualización**.

## Kansas State University, dos-nodos

Esta opción permite generar resultados del índice de confort Voto de Sensación Térmica de la Kansas State University (VST KSU).

**Nota:** Los resultados de VST KSU se visualizan, después de efectuar la simulación, cuando selecciona las opciones de datos *3-Confort*.

## Adaptativo Estándar ASHRAE 55

Esta opción permite generar los siguientes indicadores de confort del Estándar ASHRAE 55 (ver sección [Análisis del confort](#) para mayores detalles):

- *Zone Thermal Comfort ASHRAE 55 Adaptive Model 90% Acceptability Status*
- *Zone Thermal Comfort ASHRAE 55 Adaptive Model 80% Acceptability Status*
- *Zone Thermal Comfort ASHRAE 55 Adaptive Model Running Average Outdoor Air Temperature*
- *Zone Thermal Comfort ASHRAE 55 Adaptive Model Temperature*

**Nota:** Los resultados de confort adaptativo del Estándar ASHRAE 55 no se pueden visualizar directamente en el programa, pero se pueden revisar con la aplicación Result Viewer.

## Adaptativo Estándar CEN 15251

Esta opción permite generar los siguientes resultados de confort del Estándar CEN 15251 (ver sección [Análisis del confort](#) para mayores detalles):

- *Zone Thermal Comfort CEN 15251 Adaptive Model Category I Status*
- *Zone Thermal Comfort CEN 15251 Adaptive Model Category II Status*
- *Zone Thermal Comfort CEN 15251 Adaptive Model Category III Status*
- *Zone Thermal Comfort CEN 15251 Adaptive Model Running Average Outdoor Air Temperature*
- *Zone Thermal Comfort CEN 15251 Adaptive Model Temperature*

**Notas.** Los resultados de confort adaptativo del Estándar CEN 15251 no se pueden visualizar directamente en el programa, pero se pueden revisar con la aplicación Result Viewer.

## CIBSE TM52

Esta opción permite generar resultados de Evaluación de Sobrecalentamiento CIBSE TM52. En este caso DesignBuilder emplea el sistema EMS de EnergyPlus para generar resultados personalizados en el archivo .eso. Los resultados disponibles son los siguientes (ver sección [Análisis del confort](#) para mayores detalles):

- *Criterion 1, Hours of Exceedence*
- *Criterion 2, Daily Weighted Exceedence*
- *Criterion 3, Upper Limit Temperature*

Si activa la casilla, entonces debe indicar también la **Categoría del edificio** (I, II o III) mediante la lista desplegable que aparece a continuación. Este dato también es necesario para la evaluación del sobrecalentamiento CIBSE TM52.

**Notas.** Los resultados de confort adaptativo del Estándar CEN 15251 no se pueden visualizar directamente en el programa, pero se pueden revisar con la aplicación Result Viewer.

### Simple Estándar ASHRAE 55

Esta opción permite generar los siguientes resultados de confort con base en el método Simple del Estándar ASHRAE (ver sección **Análisis del confort** para mayores detalles):

- Horas Disconfort (Vestimenta de Verano)
- Horas Disconfort (Vestimenta de Invierno)
- Horas Disconfort (Cualquier Vestimenta)

**Nota:** Los resultados de **Horas en disconfort** con vestimenta solo de **verano o invierno** no se muestran de manera predeterminada. Debe seleccionarlos, después de efectuar la simulación, en la pestaña **Detallado** del panel de **Opciones de visualización** (de resultados).

### Distribución de temperaturas

Si selecciona esta opción, DesignBuilder generará gráficas de **Distribución de temperatura**. Dichas gráficas permiten, por ejemplo, saber cuántas horas hay con temperaturas por arriba o por abajo de unos ciertos límites.

En el diálogo de **Opciones del modelo > Simulación** y en el diálogo de **Opciones de cálculo** (pero no en la pestaña de **Opciones de resultados**), después seleccionar la casilla de Distribución de temperaturas también es posible indicar el **Periodo de informe**. Este representa el periodo para el cual se calculará la distribución de temperaturas. Las opciones disponibles son las siguientes:

**1-Todos los periodos.** La distribución de temperaturas se calcula para todos los periodos de simulación, incluyendo aquellos en los que las zonas se encuentran desocupadas. Esta es la opción predeterminada.

**2-Sólo los periodos ocupados.** La distribución de temperaturas se calcula sólo para los periodos en los que las zonas se encuentran ocupadas. Así los promedios diarios y mensuales relacionados con estos datos suelen tener mayor significado.

**3-Programa definido por el usuario.** El usuario puede seleccionar una programación específica para establecer los periodos para los que se calculará la distribución de temperaturas.

**Nota:** Las gráficas de **distribución de temperatura** solo se pueden visualizar, después de efectuada la simulación, estando en el nivel Zona. Además, hay que seleccionar la opción de datos **3-Confort** y el intervalo **6-Distribución**.

## Tablas de resumen

### Unidades

Puede seleccionar las unidades que serán empleadas para mostrar los resultados en las tablas de resumen. Las opciones disponibles son las siguientes:

1-kWh

2-Ninguno

3-MJ

4-GJ

5-IP

### Tablas de resumen anual

En este encabezado puede seleccionar más de 20 tablas de resumen **anual** generadas directamente por EnergyPlus. Para acceder a estos resultados, después de efectuada la simulación, debe ir a la pestaña **Resumen**. En la [documentación de EnergyPlus](#) puede encontrar más información sobre el contenido de estas tablas.

### Tablas de resumen mensual

En este encabezado puede seleccionar más de 60 tablas de resumen **mensual** generadas directamente por EnergyPlus. Para acceder a estos resultados, después de efectuada la simulación, debe ir a la pestaña **Resumen**. En la [documentación de EnergyPlus](#) puede encontrar más información sobre el contenido de estas tablas.

## Resultados de luz natural

### Mapa de luz natural

Puede activar esta casilla estando en los niveles Edificio, Bloque y Zona. Al hacerlo, EnergyPlus genera un archivo llamado *eplusmap.tab* que contiene una malla con **valores de iluminancia** para cada una de las zonas con control de iluminación y para cada hora del día, abarcando todos los días simulados. La malla representa la distribución de iluminancias sobre el plano de trabajo, y su densidad se puede ajustar mediante el **Número de divisiones de la malla en los ejes X y Y**. Éste último parámetro solo se muestra después de seleccionar la casilla.

Una efectuada la simulación puede acceder al archivo *eplusmap.tab* mediante el menú *Archivo > Carpetas > Carpeta de EnergyPlus*, abrirlo con un editor de texto y copiar los datos en una hoja de cálculo Excel o similar. Luego puede generar una gráfica con colores que representen los niveles de iluminancia, por ejemplo mediante el comando **Formato condicional**.

La generación de mapas de luz natural con EnergyPlus tiene algunas limitaciones, y si solicita una gran cantidad de resultados el programa puede bloquear. Al reducir el número de divisiones de la malla los cálculos se facilitan. De cualquier manera, si requiere hacer un análisis detallado de los niveles y la distribución de luz natural en el edificio se recomienda emplear el módulo de [Iluminación natural](#).



## Luz natural en los puntos de referencia

Si activa esta casilla, EnergyPlus calculará **factores de luz diurna** en los puntos de referencia incluidos en las zonas con control de iluminación, es decir, en la ubicación de los **sensores lumínicos** (uno o dos). Los factores de luz diurna se calculan para cada ventana incluida en la zona, considerando cuatro tipos de cielo (claro, turbio claro, intermedio y nublado).

Una vez efectuada la simulación, puede revisar estos resultados en el archivo *eplusmap.eio*, al cual se puede acceder mediante el menú *Archivo > Carpetas > Carpeta de EnergyPlus*. Es posible abrir dicho archivo con un editor de texto y luego copiar los datos en una hoja de cálculo de Excel. Para obtener más detalles sobre este tema puede consultar la [documentación de EnergyPlus](#).

## Resultados varios

### Temperaturas de nodos superficiales (sólo con diferencias finitas)

Active esta casilla para generar resultados de **temperaturas de nodos superficiales**, en caso de que esté empleando el **Algoritmo de solución 2-Diferencias finitas**. Estos resultados no se pueden visualizar directamente en el programa, pero puede emplear para ello la aplicación **Result Viewer** de DesignBuilder.

### Temperaturas del Sistema HVAC

Active la casilla si desea que el programa genere resultados de **temperaturas** para cada nodo de aire y agua en el sistema HVAC. Estos resultados no se pueden visualizar directamente en el programa, pero puede emplear para ello la aplicación **Result Viewer** de DesignBuilder.

### Caudales máscicos del sistema HVAC

Active la casilla si desea que el programa genere resultados de **caudales máscicos** para cada nodo de aire y agua en el sistema HVAC. Estos resultados no se pueden visualizar directamente en el programa, pero puede emplear para ello la aplicación **Result Viewer** de DesignBuilder.

### Tasas de humedad del sistema HVAC

Active la casilla si desea que el programa genere resultados de **tasas de humedad** para cada nodo de aire en el sistema HVAC. Estos resultados no se pueden visualizar directamente en el programa, pero puede emplear para ello la aplicación **Result Viewer** de DesignBuilder.

## Resultados SQLite

Los resultados generados por EnergyPlus se pueden incluir en archivos **SQLite** (*eplusout.sql*), los cuales se pueden abrir con programas como Excel o **Result Viewer**. Cuando activa esta casilla todas las tablas predefinidas de datos, así como los datos relacionados con las series temporales, se incluyen en el archivo **SQLite**. Los resultados en formato **SQLite** se describen con detalle en el documento de EnergyPlus *OutputsDetailsAndExamples*.

## Generación de modelo DXF

Cuando activa esta casilla, EnergyPlus genera un archivo DXF del modelo 3D del edificio. El archivo se denomina *eplusout.dxf* y se almacena en la **carpeta de EnergyPlus** (menú *Archivo > Carpetas*). Este archivo puede ser útil, por ejemplo, para verificar que la geometría haya sido correctamente generada.

## Detalles de cerramientos y superficies

Si activa esta casilla, EnergyPlus genera un archivo de valores separados por comas que resume el modelo del edificio. El archivo se denomina *eplusout.eio* y se almacena en la **carpeta de EnergyPlus** (menú *Archivo > Carpetas*).

## Archivo RDD

Active esta casilla si desea que EnergyPlus genere un archivo RDD, el cual incluye una lista completa de los resultados que se pueden solicitar en cada simulación. El archivo se denomina *eplusout.rdd* y se almacena en la **carpeta de EnergyPlus** (menú *Archivo > Carpetas*).

## Tolerancias de tiempo con consignas no alcanzadas

### Tolerancia de tiempo con consigna de calefacción no alcanzada

Este parámetro define la diferencia máxima admisible entre la temperatura de la zona y la consigna de calefacción, para los informes del tiempo en que no se alcanza la consigna de calefacción. Si la temperatura de la zona se encuentra por debajo de la consigna de calefacción con una diferencia mayor a este valor, las siguientes variables se incrementan:

- Tiempo con consigna de calefacción no alcanzada (*Time Heating Setpoint Not Met*).
- Tiempo con consigna de calefacción no alcanzada durante periodos ocupados (*Time Heating Setpoint Not Met While Occupied*).

El parámetro también afecta los resultados en la tabla *Annual Building Utility Performance Summary* y en la sub-tabla *Comfort and Setpoint Not Met Summary*.

### Tolerancia de tiempo con consigna de refrigeración no alcanzada

Este parámetro define la diferencia máxima admisible entre la temperatura de la zona y la consigna de refrigeración, para los informes del tiempo en que no se alcanza la consigna de refrigeración. Si la temperatura de la zona se encuentra por arriba de la consigna de refrigeración con una diferencia mayor a este valor, las siguientes variables se incrementan:

- Tiempo con consigna de refrigeración no alcanzada (*Time Cooling Setpoint Not Met*).
- Tiempo con consigna de refrigeración no alcanzada durante periodos ocupados (*Time Cooling Setpoint Not Met While Occupied*).

El parámetro también afecta los resultados en la tabla *Annual Building Utility Performance Summary* y en la sub-tabla *Comfort and Setpoint Not Met Summary*.

## CFD

En esta pestaña se pueden definir manualmente las **condiciones de contorno** requeridas para llevar a cabo simulaciones con el módulo de **análisis CFD**. Sin embargo, dado que esos datos aplican exclusivamente para los análisis CFD, y por razones de consistencia, se describe en la sección **Pestaña de datos CFD**. Por favor vaya a esa sección para consultar el contenido.

### 5.3. Manejo eficiente de los datos

Como se ha explicado en las secciones previas, los **Datos del modelo** definen las características de los edificios y sus sistemas. Junto con la configuración geométrica constituyen la información necesaria para efectuar los cálculos y simulaciones que permiten evaluar su desempeño energético y medioambiental.

Recordemos que cuando se está en alguna de las pestañas de datos del modelo (Sitio, Actividad, Cerramientos, Aberturas, Iluminación o HVAC) es posible cargar **Plantillas de datos**. Dichas plantillas representan “paquetes de información” que agilizan y ordenan el proceso de definición de los datos del modelo. Puede cargar plantillas individuales en cada pestaña de datos mediante uno de los siguientes procedimientos:

1. Hacer **un clic** en el cuadro de texto de la plantilla, y luego en los puntos suspensivos que aparecen a la derecha. A continuación, se abre un dialogo en el que puede seleccionar la plantilla deseada.
2. Si la interfaz del programa se encuentra en **Modo aprendizaje** puede seleccionar el cuadro de texto de la plantilla, y luego hacer doble clic en el nombre de la plantilla que desea cargar en el panel de **Datos** (a la derecha de la pantalla).

**Nota:** No olvide que el sistema de herencia jerárquica de datos de DesignBuilder permite que los datos de una plantilla establecida en un determinado nivel se hereden a los niveles inferiores. Por ejemplo, los datos de la plantilla establecida en el nivel Edificio se heredan a los niveles de Bloque, y Zona. Para mayor información consulte la sección **Jerarquía del modelo y herencia de datos**.

Ahora bien, para administrar los datos del modelo de manera más eficiente, DesignBuilder ofrece los siguientes procedimientos específicos:

- **Reasignar datos heredados**
- **Asignación múltiple de plantillas**
- **Reasignar plantillas**
- **Crear plantilla con los datos actuales**
- **Agrupar zonas**
- **Definir infiltración del edificio**

Dominar estos procedimientos, sobre todo los tres primeros, resulta crucial para desarrollar los modelos con rapidez y consistencia, evitando la asignación de datos erróneos que pueden afectar los resultados de simulación.

## Reasignar datos heredados

Esta herramienta permite borrar datos definidos de manera personalizada por el usuario en cualquier nivel del modelo, y volver a asignar los parámetros heredados de los niveles superiores. Resulta especialmente útil para “depurar” el modelo y garantizar la consistencia de los datos, sobre todo después de que se ha probado el efecto hacer cambios en parámetros específicos.

La herramienta **Reasignar datos heredados** se puede activar de las siguientes maneras:

1. Haciendo clic en el icono correspondiente en la **barra de herramientas**.
2. Desde el menú *Editar > Reasignar datos heredados*.
3. Hacer clic derecho estando en la pantalla de edición de datos. Esto despliega el menú auxiliar, desde el cual se puede activar el comando *Reasignar datos heredados*.

Una vez activada la herramienta se abre un diálogo en el que es posible indicar si se desea reasignar:

- **Todos los datos**. Esto incluye la información de todas las pestañas de datos.
- **Todos los datos de la pestaña actual**. Solo se incluye la información de la pestaña en la que se encuentra.
- **Datos seleccionados actualmente**. Solo se incluyen los datos seleccionados antes de la activación de la herramienta, por ejemplo un el componente de Muro exterior en pestaña de datos de Cerramientos.

En el mismo diálogo se puede seleccionar el nivel hasta el que se desea que los cambios tengan efecto, bajo el encabezado **Reasignar hasta**:

- **Nivel bloque**
- **Nivel zona**
- **Nivel superficie**
- **Nivel abertura**

### Notas:

1. Cuando se está en la pestaña de datos de Aberturas también es posible seleccionar la opción **Borrar aberturas personalizadas**. Esto permite borrar las aberturas dibujadas por el usuario y reasignar las aberturas auto-generadas (por ejemplo mediante la plantilla de **Distribución** de acristalamiento).
2. Cuando se está en la pantalla de modelado, y se activa la herramienta Reasignar datos heredados, solo se dispone de la opción **Borrar aberturas personalizadas** (explicada en el punto anterior).
3. Recuerde que la **Reasignación de datos heredados** sólo tiene efecto hacia abajo del nivel en el que se encuentra al momento de activar la herramienta. Por ejemplo, si está en el nivel zona la reasignación de datos solo afectará a los niveles Superficie y Abertura.
4. Los datos heredados en los niveles Bloque, Zona, Superficie y Abertura se muestran con texto normal, a diferencia de los datos personalizados que se muestran en rojo.

## Cargar datos desde plantillas

Asignar numerosas plantillas de datos en diferentes objetos y niveles del modelo, por ejemplo cuando se desarrollan modelos muy detallados, puede ser un proceso bastante tedioso. Para agilizar el proceso puede emplear el diálogo de **Asignación múltiple de plantillas**, al cual se puede acceder mediante alguno de estos procedimientos:

1. Hacer clic en el icono correspondiente de la **barra de herramientas**.
2. Desde el menú *Editar > Asignación múltiple de plantillas*
3. Hacer clic derecho estando en la pantalla de edición de datos. Esto despliega el menú auxiliar, desde el cual se puede activar el comando *Asignación múltiple de plantillas*.

Una vez activado el comando se abre un dialogo mediante el cual puede efectuar las acciones que se describen a continuación.

En la pestaña **Objetivo** puede seleccionar, a partir de una lista desplegable, uno de los siguientes métodos para asignar plantillas y cargar datos de las mismas:

- 1-Objetos seleccionados.** Permite asignar plantillas en uno o más edificios, bloques, zonas o superficies.
- 2-Reasignar plantillas.** Permite volver a cargar los datos predeterminados de cada una de las plantillas usadas en el modelo.
- 3-Buscar y remplazar.** Permite buscar plantillas específicas en el modelo, en cualquier nivel, y remplazarlas con otras plantillas seleccionados en la pestaña **Remplazar con**.

### Objetos seleccionados

Cuando se elige el método *1-Objetos seleccionados*, bajo el encabezado **Asignar a** se despliega un árbol del modelo, el cual permite seleccionar los distintos objetos-niveles a los que se asignarán las nuevas plantillas. En el panel de la derecha se encuentran disponibles los comandos *Seleccionar todo*, *Seleccionar todo hasta el nivel zona* y *Deseleccionar todo*, los cuales facilitan la selección de objetos-niveles.

Las plantillas que se desea asignar a los niveles-objetos seleccionados se pueden establecer en la pestaña **Plantillas**. Ahí puede activar las casillas Actividad, Cerramientos, Acristalamiento, Fachada, Iluminación y/o HVAC, para luego seleccionar una plantilla en cada una de ellas. Los datos de las plantillas se heredarán a los niveles inferiores, excepto en los casos en los que se haya definido datos personalizados.

### Reasignar plantillas

Con el método *2-Reasignar plantillas* es posible volver a cargar los datos predeterminados de cada una de las plantillas usadas en modelo, pero solo en los niveles-objetos en los que éstas hayan sido asignadas directamente (no en los niveles en los que las plantillas son heredadas). Esto significa que si en un determinado nivel-objeto, por ejemplo una de las zonas del edificio, la plantilla se hereda de un nivel superior y algunos de los datos han sido modificados manualmente, dichos datos no se verán afectados por la reasignación.

En este caso no se requiere el árbol del modelo, pues la reasignación se aplica al modelo en su conjunto. En la pestaña **Plantillas** puede seleccionar los tipos de datos a los que se desea aplicar la reasignación de plantillas.

## Buscar y reemplazar

Cuando se elige el método *3-Buscar y reemplazar* también se despliega el árbol del modelo, que permite seleccionar los niveles-objetos en los que se desea buscar plantillas para reemplazarlas. En este caso aparecen dos nuevas pestañas: **Buscar** y **Reemplazar con**. En la primera se seleccionan las plantillas que se desea cambiar, mientras que en la segunda se seleccionan las plantillas que las sustituirán.

## Reasignar plantillas

El comando **Reasignar plantillas** se puede activar sólo desde el menú *Editar*. Éste comando simplemente abre el diálogo de **Cargar datos desde plantillas** (descrito arriba), con la opción *2-Reasignar plantillas* ya seleccionada y con todos los tipos de datos activados. En ese sentido, para ver cómo funciona puede revisar la [sección correspondiente](#).

## Crear plantilla con los datos actuales

Este comando, que se puede activar mediante el ícono correspondiente en la barra de herramientas, o bien desde el menú *Editar*, permite crear una nueva plantilla a partir de los datos actuales en cualquiera de las pestañas de datos del modelo (Actividad, Cerramientos, Aberturas, Iluminación y HVAC).

Al activar el comando **Crear plantilla con los datos actuales** (después de ir a la pestaña de datos adecuada), se abre un dialogo que permite especificar el **Nombre** de la nueva plantilla, la **Categoría** en la que será guardada, y la **Fuente** de los datos. Este procedimiento puede ser útil, por ejemplo, si se han hecho cambios personalizados en los datos (estando en cualquiera de las pestañas de datos y en cualquier nivel), y se desea guardar esos cambios como parte de una nueva plantilla. En ese sentido representa un procedimiento alternativo al estándar para crear nuevas plantillas.

## Agrupar zonas

DesignBuilder permite **agrupar zonas** entre sí, lo cual puede ayudar a simplificar el modelo y hacer más rápidos los procesos de cálculo y simulación. Para hacerlo debe acceder al diálogo **Agrupar zonas** desde el menú *Herramientas*, y luego seleccionar uno de los 3 modos de agrupación disponibles:

- **Agrupar zonas con la misma actividad**
- **Agrupar zonas conectadas por huecos**
- **Agrupar zonas por selección**

**Nota:** Los dos primeros mecanismos también se pueden activar en el diálogo de *Opciones del modelo > Avanzado > Simplificación*. Sin embargo, para tener un mayor control, generalmente se

recomienda emplear el modo **Agrupar zonas por selección**, al cual solo se accede desde el diálogo indicado arriba.

### Agrupar zonas con la misma actividad

Esta opción es una forma fácil de reducir el número de zonas, mediante la agrupación de todas las zonas que tienen asignada la misma plantilla de actividad (en la pestaña de datos de Actividad). Sin embargo debe utilizarse con cuidado, ya que puede generar zonas con formas demasiado irregulares, o bien se puede agrupar zonas que en el modelo están muy separadas entre sí.

**Nota:** Cuando se agrupa zonas verticales con esta opción, la zona padre será la zona con una posición más baja.

### Agrupar zonas conectadas por huecos

Esta opción permite agrupar las zonas conectadas entre sí por medio de **huecos** dibujados en el nivel Superficie (no funciona con las **Particiones virtuales**). Puede agrupar zonas dentro de un bloque, así como zonas pertenecientes a distintos bloques.

#### Notas:

1. Cuando se dibujan huecos en un suelo interior, con el objeto de eliminarlo y agrupar las zonas inferior y superior, es posible que queden pequeños bordes en la superficie del suelo. Puede eliminar dichos bordes del cálculo del área de suelo de la zona combinada, yendo al nivel de la superficie del suelo y marcando la casilla **Excluir esta superficie del área de suelo de la zona**, en la pestaña de datos de *Cerramientos > Cerramientos > Adyacencia*.
2. Cuando se agrupan dos zonas apiladas mediante la opción **Agrupar zonas conectadas por huecos**, debe considerar que el área de los huecos dibujados en el suelo será excluida en los cálculos de las ganancias internas. Si requiere que el cálculo de las ganancias internas incluya tanto el suelo superior como el inferior, asegúrese de dibujar huecos muy pequeños, o bien emplee la opción de Agrupar zonas por selección.
3. Cuando se agrupan zonas verticales con esta opción, la zona padre será la zona con una posición más baja.

### Agrupar zonas por selección

Esta opción permite agrupar diversas zonas sin la necesidad de dibujar huecos entre ellas, e independientemente de la actividad que tienen asignada. El procedimiento general consiste en definir una **Zona padre**, y a continuación una o más zonas "**dependientes**". Las zonas agrupadas se pueden desagrupar posteriormente con facilidad en el mismo diálogo de **Agrupar zonas**.

Una vez hecha la agrupación, la **Zona padre** controlará todos los datos del nivel Zona, como los de actividad, iluminación y HVAC. Estos datos solo se pueden modificar en la Zona padre, y cuando se hace los cambios afectarán a todas las zonas dependientes. Sin embargo, los datos de cerramientos y acristalamiento no se ven afectados por la agrupación, lo cual significa que se pueden seguir editando en las zonas dependientes y sus superficies.



Una vez abierto el diálogo de **Agrupar zonas** (menú Herramientas) y seleccionada la opción **Agrupar zonas por selección**, se debe seguir el procedimiento descrito a continuación.

### Creación de Zonas Padre

Para crear una **Zona padre** debe seleccionar una zona del modelo en el panel de la derecha, y a continuación hacer clic en el botón inferior **Crear Zona Padre** (este botón se activa solo cuando la zona seleccionada puede realmente ser una zona padre). Al hacerlo la zona padre se agregará al panel de la derecha, con el icono de un cubo resaltado en rojo.

### Asignar zonas dependientes

Para asignar **zonas dependientes** a una Zona padre primero debe seleccionar ésta en el panel de la izquierda. A continuación, debe seleccionar una zona en el panel de la derecha y hacer clic en el botón **<- Agrupar**, que se ubica entre ambos paneles y se activa sólo cuando se trata de una zona válida. Es necesario repetir este procedimiento para cada zona dependiente. Las zonas dependientes se agregan al panel de la derecha con el icono de un cubo sin resaltar.

**Nota:** Una zona perteneciente a otra agrupación ya no se puede agrupar. Sin embargo, si se puede seleccionar y agrupar la zona padre de una agrupación existente. En ese caso la zona padre y todas sus zonas dependientes se convierten en parte de la nueva agrupación.

### Desagrupar zonas

Puede desagrupar zonas seleccionándolas en el panel de la izquierda y luego haciendo clic en el botón **Desagrupar** que aparece debajo. Si selecciona la zona padre de un grupo de zonas y usa éste botón desagrupará todas las zonas dependientes del grupo, pero no eliminará la propia zona padre. Si selecciona una zona padre que no tiene zonas dependientes el texto del botón cambia a **Deshacer zona padre**, con lo que puede eliminarla del panel de la izquierda.

**Nota:** La actualización de las agrupaciones solo tendrán efecto cuando se hace clic en el botón **Aceptar** del diálogo Agrupar zonas. Si cierra el dialogo con el botón **Cancelar** no se guardará ningún cambio.

### Notas sobre la agrupación de zonas

Cuando las zonas se agrupan usando uno de los métodos anteriores, las zonas combinadas se tratan como una única zona en los cálculos térmicos. En el **Árbol del modelo** del panel de **Navegación** las zonas dependientes se muestran en azul, y se les agrega la identificación de la zona padre de la cual dependen, como se muestra en la siguiente imagen:



Esta captura de pantalla muestra la Zona 1 del Nivel 02 como dependiente de la Zona 1 del Nivel 01, que funciona como zona padre.

La **zona padre** se utiliza para definir todos los datos de nivel zona, como los de Actividad, Iluminación y HVAC, tanto para sí misma como para todas sus zonas dependientes. Es por eso que no se puede acceder a estos datos del modelo yendo al nivel de las zonas dependientes. Sin embargo, tome en cuenta que las ganancias internas se calculan con base en los datos de **Actividad** de la zona padre, pero utilizando el área total de suelo de todas las zonas agrupadas.

Los Cerramientos, el Acristalamiento y otros datos del nivel Superficie si se pueden definir por separado en la zona padre y en cada una de las zonas dependientes.

**Nota:** Al generar los datos para los cálculos y simulaciones, en DesignBuilder las superficies entre las zonas se definen dos veces, una por cada lado. Las superficies entre dos zonas agrupadas se consideran **Superficies dentro de una zona**. Se modelan de la misma forma que las superficies estándar, pero con los dos lados adyacentes a la misma zona. Si se activa la opción **Las “Superficies dentro de una zona” se consideran adiabáticas**, en el diálogo de *Opciones del modelo > Diseño de calefacción / Diseño de refrigeración / Simulación > Avanzado > Otro*, el lado inverso de cada una de las dos superficies se modela como adiabático.

### ¿Por qué agrupar zonas?

La agrupación de zonas puede ser útil en las siguientes circunstancias:

- Cuando se desea agilizar los procesos de cálculo y simulación.
- Cuando es necesario modelar un espacio de geometría compleja empleando dos o más bloques.
- Para reducir el número de zonas y simplificar las descripciones del sistema HVAC, cuando se exportan datos IDF de EnergyPlus para su uso fuera de DesignBuilder.
- Cuando se ha modelado un espacio de gran altura por medio de zonas apiladas, y se desea tomar en cuenta el **gradiente vertical de la temperatura del aire**. Este método es preferible al de simplemente dibujar huecos en los suelos de las zonas apiladas, pues en ese caso los movimientos verticales de aire no se pueden calcular con precisión.

### Desventajas de la agrupación

Si no se estudia adecuadamente las características del edificio la agrupación de zonas puede reducir las **cargas pico de refrigeración**, subestimando el dimensionamiento de los sistemas HVAC (y los consumos asociados). Considere por ejemplo un edificio en el hemisferio norte, con una zona norte y una zona sur conectadas entre sí a lo largo del eje E-O. Cuando las ganancias solares son más altas, puede ser que la zona sur genere una carga de enfriamiento y la zona norte no. Ahora imagine los mismos espacios agrupados en una sola zona. En ese caso la zona agrupada posiblemente tendrá una carga de refrigeración inferior a la carga en la zona sur original, ya que el aire y las superficies en ésta última se enfrían debido al sombreado del lado norte.

Como guía general, cuando las temperaturas, las ganancias internas y solares, la ventilación, el sistema de HVAC y otros parámetros del nivel zona son similares en todos los espacios agrupados,

entonces los resultados de simulación no se ven afectados de manera significativa por la agrupación.

En la mayoría de los casos la agrupación de zonas acelera las simulaciones. Sin embargo, en ocasiones las simulaciones se pueden hacer más lentas, especialmente en la fase inicial. Esto sucede generalmente cuando las zonas de gran tamaño generadas por la agrupación tienen muchas ventanas, lo cual puede retrasar el inicio de los cálculos solares y de iluminación natural.

La **agrupación de zonas** puede generar algunos problemas cuando se emplea la ventilación natural Calculada. Como los datos de HVAC quedan ocultos para las zonas dependientes, si en estas la ventilación natural se encontraba desactivada antes de la agrupación, no será posible definir los parámetros de **Funcionamiento** en la pestaña de datos de Aberturas. Si tiene este problema deshaga provisionalmente la agrupación, active la ventilación natural en la zona dependiente (pestaña de datos de HVAC) y vuelva a efectuar la agrupación.

### Efecto de agrupar zonas en las simulaciones de EnergyPlus

Los archivos IDF de EnergyPlus se generan sin las zonas dependientes agrupadas (no se incluyen en la simulación), pero sus superficies y aberturas si se incluyen y se asocian a la zona padre. Debido a ello en los modelos con zonas agrupadas los resultados de simulación no están disponibles para las zonas dependientes por separado, sino solo para la zona agrupada en general. Los resultados de **Diseño de calefacción**, **Diseño de refrigeración** y **Simulación** para la agrupación de zonas se pueden visualizar haciendo clic en la zona padre o en cualquiera de las zonas dependientes.

### Definir infiltración del edificio

La herramienta **Definir la infiltración del edificio** permite ingresar datos de infiltración, para el edificio entero, obtenidos mediante pruebas de presurización (conocidas también como “*blower door*”). Se accede a esta herramienta desde el menú Editar, con lo cual se abre un diálogo en el que se debe indicar el Caudal de infiltración medido para todo el edificio, en m<sup>3</sup>/s y considerando siempre una diferencia de presión de 50 Pa (incluso si se usan unidades IP).

Si se activa la casilla **Repartición de la infiltración en las zonas de acuerdo al área expuesta**, y se emplean las **Unidades de infiltración** 1-renov/h o 4-n50 (renov/h a 50 Pa), entonces los datos de infiltración variarán en cada zona dependiendo del área de las superficies expuestas al ambiente exterior. Si no se activa la casilla la tasa de infiltración será idéntica en todas las zonas.

#### Notas:

1. Las tasas de infiltración aplican siempre para los cálculos de **Diseño de calefacción** y **Diseño de refrigeración**. Para las **simulaciones** solo aplican cuando se emplea la **ventilación natural Calculada**.
2. Los caudales de infiltración se calculan a partir del valor introducido para el edificio entero, empleando las ecuaciones descritas en la norma EN 12831 y tomando en cuenta las superficies expuestas en cada zona, la altura del edificio, el **Nivel de exposición al viento** y las unidades de infiltración seleccionadas en las opciones del modelo.

## 6. Componentes y plantillas

Para administrar los datos que definen las características (por lo general no geométricas) de los edificios, DesignBuilder ofrece un sistema de **Bibliotecas de componentes y plantillas**:

- Los **componentes** son paquetes de datos que describen elementos específicos del edificio: materiales, cerramientos, dispositivos de sombreado, vidrios, programaciones, entre muchos otros. Algunos componentes contienen a su vez otros componentes; por ejemplo, un componente **Muro exterior** tiene uno o más componentes de **Material**.
- Las **plantillas** son paquetes de datos que por lo general describen una parte significativa de las características del edificio: datos del lugar, actividad, cerramientos, iluminación, HVAC, entre otros. Suelen agrupar varios componentes, además de otros datos. Su mayor utilidad es que permiten cargar información en forma masiva al modelo y con ello agilizar el proceso de trabajo. Por ejemplo, al cargar la plantilla de **Cerramientos** "*Heavyweight, moderate insulation*" en el nivel Edificio, todos los cerramientos (muros exteriores, cubiertas, suelos exteriores) tendrán sistemas constructivos con elevada masa térmica y aislamiento medio.

Al instalar el programa, éste se carga automáticamente con una gran cantidad de **componentes y plantillas predeterminados**, los cuales no se pueden editar ni eliminar. Sin embargo, el usuario puede crear todos los componentes y plantillas que requiera, ya sea a partir de una copia de los preexistentes o desde cero. Estos **componentes y plantillas personalizados** serán almacenados en su propia computadora.

**Nota:** Los procedimientos para asignar los componentes y plantillas a los modelos se describen en el apartado **Administración de los datos del modelo**.

### 6.1. Administración de componentes y plantillas

En este apartado se describe con detalle los procedimientos para administrar los componentes y plantillas empleados por DesignBuilder. Hay dos aspectos clave que es necesario comprender para administrar correctamente la base de datos de componentes y plantillas:

- La diferencia entre componentes y plantillas **predeterminados**, que se cargan junto con el programa y los componentes y plantillas **personalizados**, que son creados por el usuario. Los primeros no se pueden modificar ni eliminar, lo cual si es posible con los segundos.
- La diferencia entre los componentes y plantillas creados en la pantalla inicial, que pertenecen a las **Bibliotecas del programa**, y los creados en un modelo abierto, que pertenecen a las **Bibliotecas del modelo**. En el siguiente apartado se explica con mayor detalle este aspecto.

### Bibliotecas del programa Vs. Bibliotecas del modelo

Un concepto fundamental en la administración de los componentes y plantillas de DesignBuilder es la diferenciación entre **Bibliotecas del programa** y **Bibliotecas del modelo**. Se trata de un mecanismo diseñado para facilitar el manejo de una gran cantidad de datos. Permite, por ejemplo, crear componentes y plantillas que serán empleados sólo en proyectos específicos, sin agregarlos a la base de datos general. Las siguientes son las reglas que rigen este mecanismo de diferenciación:

- Los componentes y plantillas creados en la Pantalla inicial (sin un modelo abierto) pertenecen al programa, es decir, forman parte de las **Bibliotecas del programa**.
- Los componentes y plantillas existentes en las **Bibliotecas del programa** se cargan automáticamente en cualquier nuevo modelo. En ese momento pasan a ser parte de las **Bibliotecas del modelo**.
- Los componentes y plantillas creados en un modelo abierto forman parte de las **Bibliotecas del modelo**. NO se guardan automáticamente en las **Bibliotecas del programa**.
- Si desea guardar en las **Bibliotecas del programa** los componentes y plantillas creados en un modelo, es necesario **exportarlos** desde el modelo y luego **importarlos** en la pantalla inicial.
- De igual manera, si se desea cargar en un modelo componentes y plantillas de las **Bibliotecas del programa** creados posteriormente, es necesario **exportarlos** desde la pantalla inicial y luego **importarlos** con el modelo abierto.
- De manera alternativa al punto anterior puede emplear el comando del menú *Herramientas > Importar bibliotecas del programa* (aunque se recomienda la opción anterior). Cualquier nuevo componente o plantilla generado en la pantalla inicial, después de que el modelo fue creado, será importado al mismo. También, si ha habido cambios en los datos de los componentes y plantillas de las **Bibliotecas del programa**, estos serán sobrescritos en las **Bibliotecas del modelo**.

**Nota:** Tanto en las **Bibliotecas del programa** como en las **Bibliotecas del modelo** solo es posible modificar los componentes y plantillas **personalizados**, es decir, aquellos creados por el usuario. No sucede lo mismo con los componentes y plantillas **predeterminados** que se cargan al instalar el programa. Esto permite garantizar la coherencia de la base de datos de componentes y plantillas empleada por DesignBuilder.

## Conservación de las Bibliotecas del programa

Para evitar perder los componentes y plantillas creados por el usuario en la pantalla inicial, DesignBuilder respalda automáticamente sus **Bibliotecas del programa** en una serie de archivos DAT, a los cuales se puede acceder desde el menú *Archivo > Carpetas > Carpeta de datos de bibliotecas*.

Los archivos DAT son conservados en su computadora, aunque se desinstale DesignBuilder. Cuando instala una nueva versión del programa, y lo ejecuta por primera vez, el programa le ofrece la opción de conservar sus componentes y plantillas personalizados, o bien de eliminarlos. Este procedimiento garantiza que pueda conservar sus bibliotecas, al tiempo que el programa se actualiza con los componentes y plantillas predeterminados más recientes.

### Notas:

1. Los componentes y plantillas **personalizados** creados con un **modelo abierto** no se almacenan mediante el mecanismo explicado aquí, sino que se conservan como parte del archivo del mismo modelo.
2. DesignBuilder mantiene opciones del programa, así como bibliotecas de componentes y plantillas, de manera independiente para cada usuario de la computadora.

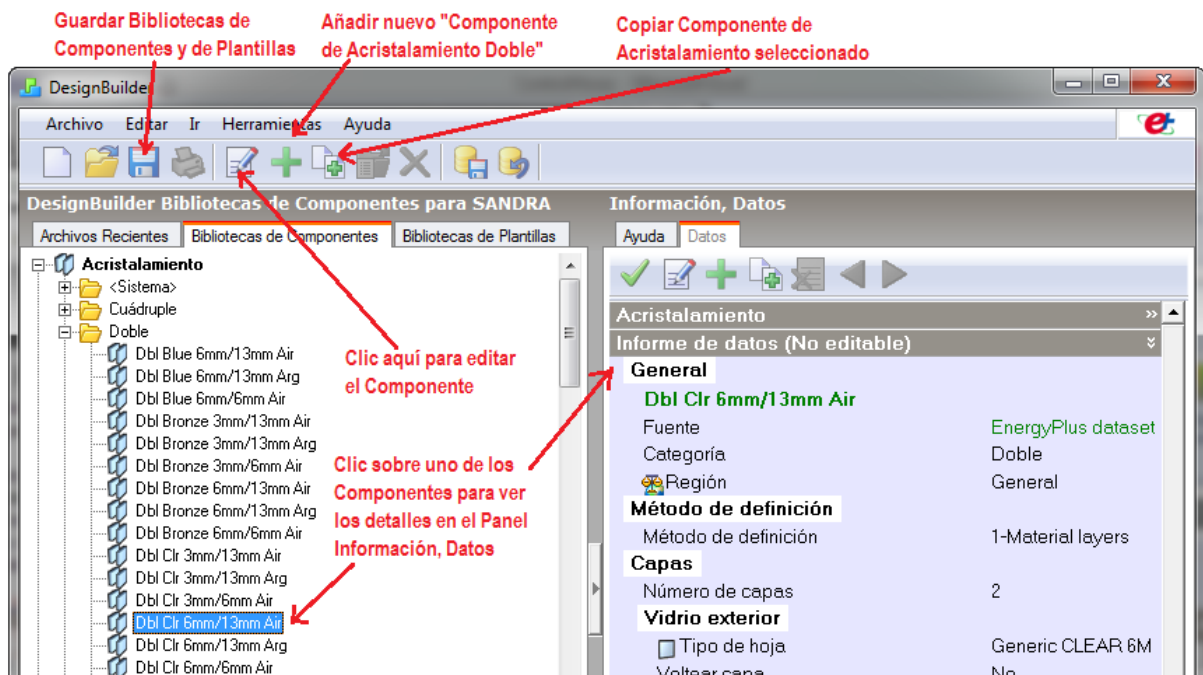
## Editar componentes y plantillas (pantalla inicial)

En la pantalla inicial del programa (sin un modelo abierto) es posible **Ver**, **Añadir**, **Modificar** y **Eliminar** componentes y plantillas, yendo a las pestañas **Bibliotecas de componentes** y **Bibliotecas de plantillas**. En este apartado se describen los procedimientos para efectuar estas operaciones.

### Notas:

1. Recuerde que los componentes y plantillas creados en la pantalla inicial pertenecen a las **Bibliotecas del programa**. Estos se añadirán automáticamente a los nuevos modelos pero no a los que fueron desarrollados previamente. Para intercambiar componentes y plantillas entre los modelos y el programa se recomienda hacer uso de la función **Exportar / Importar**.
2. Recuerde también que solo es posible modificar y eliminar los componentes y plantillas **personalizados**, es decir, creados por el propio usuario.
3. También es posible **Ver**, **Añadir**, **Modificar** y **Eliminar** componentes y plantillas en un modelo abierto. Los procedimientos son muy similares a los descritos aquí, aunque la forma de acceder a los componentes y plantillas puede diferir. Esto se explica con mayor detalle en el apartado **Editar componentes y plantillas (modelo abierto)**.

En la siguiente imagen se muestran algunos de los comandos empleados en la edición de componentes en la pantalla inicial:



## Ver componentes / plantillas

Para ver los datos asociados a un componente / plantilla primero es necesario seleccionarlo. Para ello debe desplegar las carpetas de categorías del tipo de componente / plantilla correspondiente, haciendo doble clic en su nombre o un clic en la marca "+". Después debe desplegar los

componentes / plantillas de la categoría seleccionada, haciendo doble clic en su nombre o un clic en la marca "+".

Una vez seleccionado el componente / plantilla puede ver sus datos en el panel **Información, Datos**, ubicado a la derecha de la pantalla. Para ello solo debe seleccionar el componente / plantilla deseado en la pestaña correspondiente (**Bibliotecas de componentes** o **Bibliotecas de plantillas**).

**Nota:** Puede emplear los botones de navegación **Previo** (*Ir al objeto anterior*) y **Siguiente** (*Ir al objeto siguiente*), ubicados en la parte superior del panel Información, Datos, para navegar a través de los componentes y plantillas previamente visualizados.

Adicionalmente, puede abrir el diálogo de edición del componente / plantilla, haciendo clic en el ícono **Editar elemento seleccionado**, disponible en la barra de herramientas, o bien ir al menú *Editar > Editar*.

## Añadir componentes / plantillas

Para añadir un nuevo componente / plantilla en la pantalla inicial (**Bibliotecas del programa**) puede seguir estos pasos:

1. Estando en la pantalla inicial vaya a la pestaña de **Bibliotecas de componentes** o **Bibliotecas de plantillas**.
2. Despliegue las carpetas de categorías del tipo de componente / plantilla correspondiente, haciendo doble clic en el nombre o un clic en la marca "+".
3. Seleccione la categoría deseada haciendo clic en su nombre.
4. Haga clic en el ícono **Añadir** (símbolo "mas" verde) disponible en la barra de herramientas, o vaya al menú *Editar > Añadir*.
5. En el diálogo que se abre después del último paso asigne un nombre único e ingrese la información requerida. Al hacer clic en Aceptar en nuevo componente / plantilla será añadido.

**Nota:** Puede guardar los nuevos componentes y plantillas haciendo clic en el icono de la barra de herramientas **Guardar archivo** o en el menú *Archivo > Guardar*. De cualquier manera también se guardan automáticamente al cerrar el programa.

## Copiar componentes / plantillas

Es posible hacer una copia de cualquier componente / plantilla existente, a la cual se le asignará automáticamente el nombre del componente original antecedido de las palabras "Copia de". Puede seguir estos pasos:

1. Estando en la pantalla inicial vaya a la pestaña de **Bibliotecas de componentes** o **Bibliotecas de plantillas**.
2. Despliegue las carpetas de categorías del tipo de componente / plantilla correspondiente, haciendo doble clic en su nombre o un clic en la marca "+".
3. Despliegue los componentes / plantillas de la categoría seleccionada, haciendo doble clic en su nombre o un clic en la marca "+".



4. Seleccione el componente / plantilla que desea copiar, haciendo clic en su nombre.
5. Haga clic en el ícono **Copiar objeto seleccionado**, disponible en la barra de herramientas, o vaya al menú *Editar > Copiar*. El componente / plantilla copiado se generará automáticamente y quedará seleccionado.
6. Abra el dialogo de edición del componente / plantilla copiado haciendo clic en el ícono **Editar**, disponible en la barra de herramientas, mediante el menú *Editar > Editar*, o haciendo doble clic en su nombre.
7. En el dialogo de edición modifique el nombre según sus requerimientos e ingrese la información requerida. Finalmente haga clic en **Aceptar**.

**Nota:** Puede guardar los nuevos componentes y plantillas haciendo clic en el icono de la barra de herramientas **Guardar archivo** o en el menú *Archivo > Guardar*. De cualquier manera también se guardan automáticamente al cerrar el programa.

## Modificar componentes / plantillas

Es posible modificar los datos de los componentes y plantillas personalizados (creados por el usuario). Para ello debe ir a las pestañas de **Bibliotecas de componentes** o **Bibliotecas de plantillas**, seleccionar el componente o plantilla y a continuación hacer clic en el ícono **Editar elemento seleccionado**, disponible en el panel **Información · Datos** y en la barra de herramientas.

Una vez hecho el último paso se abre el diálogo de edición del componente o plantilla, donde puede hacer las modificaciones pertinentes. Para concluir el proceso haga clic en el botón **Aceptar**.

**Nota:** Recuerde que los componentes y plantillas predeterminados (cargados con el programa) no se pueden editar. Cuando abre el dialogo de edición de uno de estos elementos podrá ver la leyenda *Datos predeterminados* con el ícono de un candado cerrado, mientras que el botón **Aceptar** se encuentra desactivado.

## Eliminar componentes / plantillas

Para eliminar un componente o plantilla solo es necesario navegar hasta él en las pestañas de **Bibliotecas de componentes** o **Bibliotecas de plantillas**, seleccionarlo y a continuación hacer clic en el ícono **Eliminar objeto seleccionado**, disponible en el panel **Información · Datos** y en la barra de herramientas. Sin embargo, recuerde que solo es posible eliminar componentes y plantillas cuando:

- Estos son personalizados, es decir, que fueron creados por el usuario.
- No están siendo utilizados en otro componente o plantilla. Por ejemplo, no es posible eliminar un componente de muro exterior si este se emplea en una plantilla de Cerramientos.

## Editar componentes y plantillas (modelo abierto)

En los modelos abiertos también es posible **Ver**, **Añadir**, **Modificar** y **Eliminar** componentes y plantillas. Los procedimientos son muy similares a los empleados en la **pantalla inicial**, pero la

forma de acceder a los componentes y plantillas cambia dependiendo de si el **Modo aprendizaje** se encuentra activado o no (Opciones del programa).

#### Notas:

1. Recuerde que los componentes y plantillas creados o editados en un modelo abierto pertenecen a las **Bibliotecas del modelo**. Estos se guardan junto con el modelo y no se añaden automáticamente a las **Bibliotecas del programa**. Para intercambiar componentes y plantillas entre los modelos y el programa se recomienda hacer uso de la función **Exportar / Importar**.
2. Recuerde también que solo es posible modificar y eliminar los componentes y plantillas **personalizados**, es decir, creados por el propio usuario.

## Modo aprendizaje activado

Para acceder a los componentes y plantillas, con el **Modo aprendizaje activado**, es necesario ir a la pestaña de datos correspondiente: Actividad, Cerramientos, Aberturas, Iluminación, HVAC, etc. Una vez en la pestaña adecuada, debe seleccionar el tipo de plantilla o componente deseado. Por ejemplo, si desea ver o modificar una plantilla de cerramientos debe ir a la pestaña de Cerramientos y seleccionar la plantilla correspondiente. Igualmente, si desea ver un componente de acristalamiento exterior, debe ir a la pestaña de Aberturas y seleccionar ese componente.

Una vez seleccionado el componente / plantilla puede revisar sus datos en el panel **Información · Datos**, que se ubica a la derecha de la pantalla. Si desea abrir el diálogo de edición de dicho componente / plantilla puede hacerlo de dos maneras:

- Haciendo doble clic en el nombre del componente / plantilla, en la pantalla de edición.
- Haciendo clic en el ícono **Editar objeto seleccionado**, disponible en el panel **Información · Datos**.

Por otro lado, si desea ver o editar otro componente / plantilla del mismo tipo que el seleccionado lo puede hacer de dos maneras:

- Haciendo clic en el símbolo de puntos suspensivos (...) a la derecha del nombre del componente / plantilla, en la pantalla de edición. Esto abre un diálogo con las categorías disponibles para el tipo de componente / plantilla, donde puede emplear también el botón **Editar objeto seleccionado**.
- Navegando en el panel de **Información · Datos** para buscar y seleccionar el componente / plantilla deseado. A continuación, puede hacer clic en el ícono **Editar objeto seleccionado** en el mismo panel.

## Modo aprendizaje desactivado

Con el **Modo aprendizaje desactivado** el panel **Información · Datos** no se encuentra disponible. Para ver o editar un componente o plantilla del modelo debe ir a la pestaña de datos correspondiente (ahora en el panel de la derecha): Actividad, Cerramientos, Aberturas, Iluminación, HVAC, etc. Una vez en la pestaña adecuada, debe seleccionar el componente o plantilla deseado. Por ejemplo, si desea ver o modificar una plantilla de cerramientos debe ir a la pestaña de

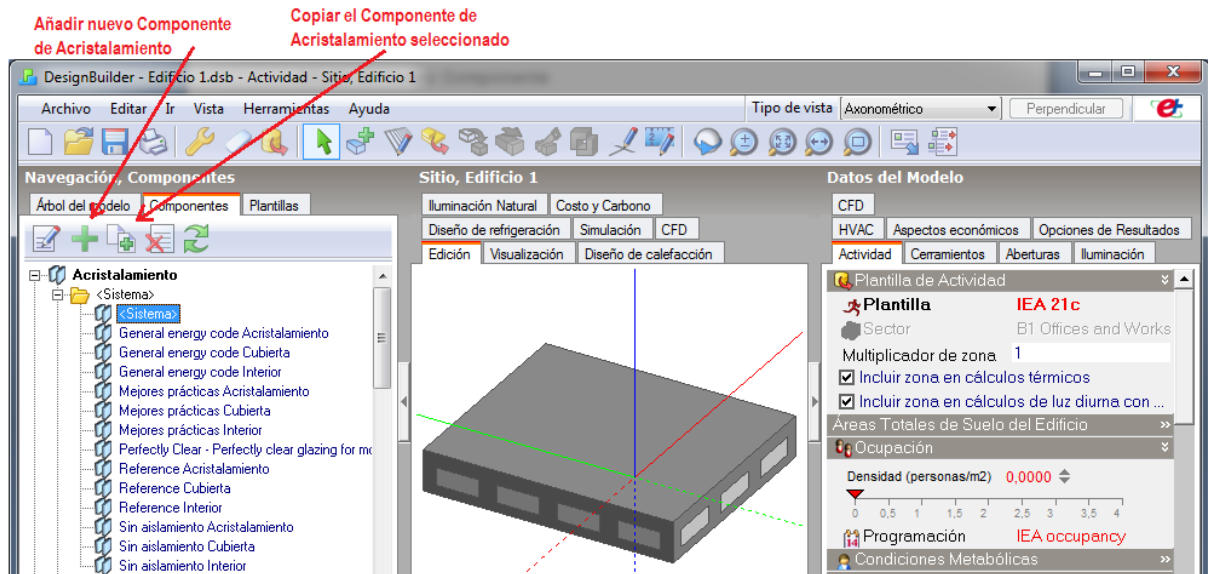
Cerramientos y seleccionar dicha plantilla. Igualmente, si desea ver un componente de acristalamiento exterior, debe ir a la pestaña de Aberturas y seleccionar ese componente.

Una vez seleccionado el componente / plantilla puede abrir el diálogo de edición para revisar sus datos o para efectuar modificaciones (siempre y cuando sea un elemento **personalizado**) con una de las siguientes opciones:

- Haciendo doble clic en el nombre del componente / plantilla.
- Haciendo clic en el símbolo de puntos suspensivos (...) a la derecha del nombre del componente / plantilla. Esto abre un diálogo con las categorías disponibles para el tipo de componente / plantilla, donde puede emplear el botón **Editar objeto seleccionado**. En ese mismo diálogo puede añadir y copiar componentes / plantillas.

Alternativamente, en el panel de **Navegación** (ubicado a la izquierda de la pantalla) se encuentran disponibles las pestañas **Componentes** y **Plantillas**. Estas pestañas permiten acceder a todos los componentes y plantillas del modelo, de manera similar a la **pantalla inicial**. Desde ahí puede navegar por las **Bibliotecas del modelo** para **Añadir**, **Copiar**, **Editar** o **Eliminar** componentes y plantillas. Puede hacer uso de los íconos disponibles en la parte superior de panel, o bien hacer doble clic en el nombre del componente / plantilla para abrir el diálogo de edición. Para mayor información sobre estos procedimientos consulte la sección [Editar componentes y plantillas \(pantalla inicial\)](#).

En la siguiente imagen se muestran algunos de los comandos empleados en la edición de componentes y plantillas en un modelo abierto, con el **Modo aprendizaje** desactivado:



## Importar / Exportar componentes y plantillas

Los comandos **Importar / Exportar datos de bibliotecas** permiten hacer un respaldo de los componentes y plantillas creados por el usuario (personalizados), así como llevar estos elementos de las **Bibliotecas del programa** a las **Bibliotecas del modelo** y viceversa. También se pueden emplear para intercambiar datos entre diferentes usuarios y/o computadoras.

Por ejemplo, para añadir a un modelo componentes y plantillas creados en la pantalla inicial (**Bibliotecas del programa**) después de que fue generado el propio modelo, puede hacer lo siguiente:

- Desde la pantalla inicial **exportar** los componentes y plantillas personalizados, siguiendo el procedimiento que se indica más adelante.
- Abrir el modelo y desde ahí **importar** los componentes y plantillas previamente exportados, también siguiendo el procedimiento que se indica más adelante.

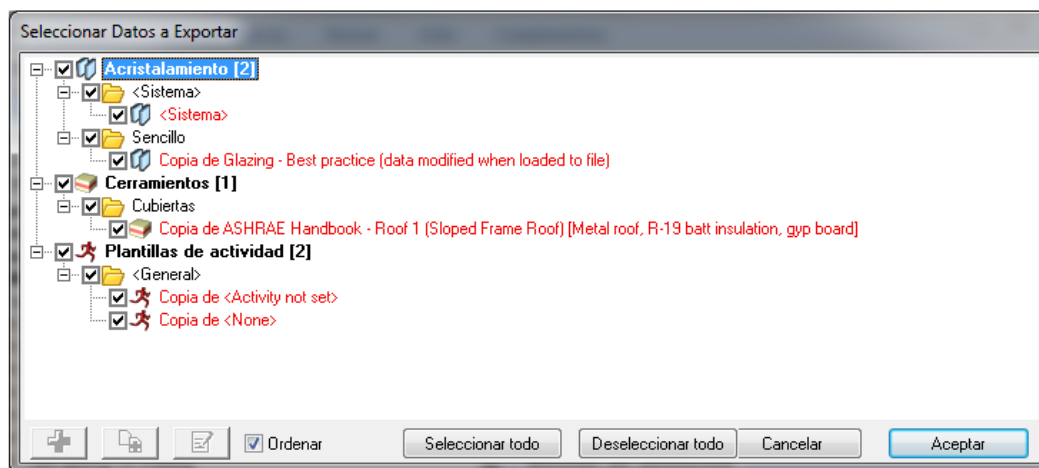
Puede hacer el procedimiento inverso para guardar en las **Bibliotecas del programa** componentes y plantillas creadas en un modelo:

- Abrir el modelo y desde ahí **exportar** los componentes y plantillas requeridos.
- Cerrar el modelo (no el programa) y desde la pantalla inicial **importar** los componentes y plantillas previamente exportados.

**Nota:** También puede cargar los componentes y plantillas más recientes (creados después que el modelo), en cualquier modelo abierto, mediante el comando del menú *Herramientas > Importar bibliotecas del programa*. Cualquier nuevo elemento añadido posteriormente a las bibliotecas del programa será importado al modelo. Así mismo, si ha habido cambios en los componentes y plantillas existentes, estos serán sobrescritos en los componentes y plantillas del modelo.

## Exportar componentes y plantillas

Para **exportar** sus componentes personalizados, ya sea desde la pantalla inicial o desde un modelo abierto puede ir al menú *Archivo > Exportar > Exportar datos de bibliotecas*. Al hacerlo se abre un diálogo que le permite seleccionar los componentes y plantillas que desea exportar:



Una vez seleccionados los componentes / plantillas debe hacer clic en el botón **Aceptar**, con lo que se genera un **Archivo de base de datos DB** (extensión DDF). Un nuevo diálogo le permitirá seleccionar la carpeta donde desea guardar el archivo DDF.

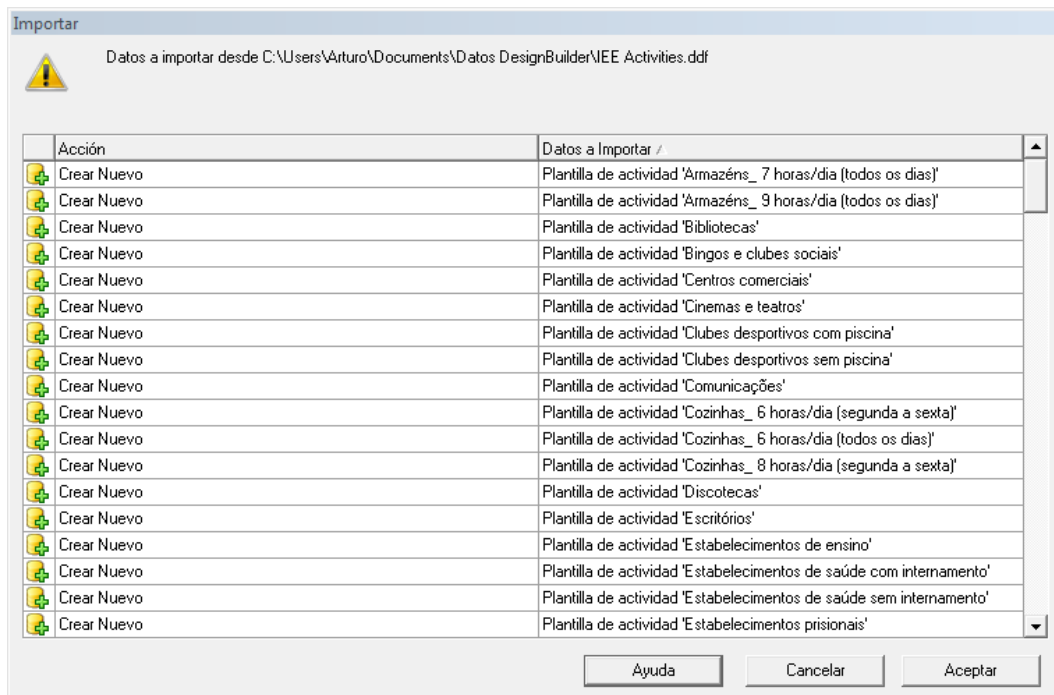
Durante este procedimiento el programa verifica que no falten elementos incluidos dentro de otros. Por ejemplo, si selecciona un componente de cerramiento que emplea componentes de material

personalizados, también debe seleccionar todos esos componentes de material. Si no lo hace DesignBuilder despliega un diálogo que muestra los componentes faltantes. Si hace clic en el botón **Aceptar** de dicho diálogo los elementos faltantes serán añadidos a la selección, con lo que puede concluir el proceso de exportación.

**Nota:** Desde la **pantalla inicial** también es posible **exportar tablas de datos** de cada tipo de componente / plantilla, como archivos de **valores separados por comas** (CSV). Estos se pueden abrir posteriormente en programas como Excel. Para exportar los archivos CSV debe seleccionar el tipo de componente / plantilla, ir al panel **Información - Ayuda** (a la derecha de la pantalla) y hacer clic en el comando Informe (CSV). Estos archivos no pueden abrirse de nuevo en DesignBuilder.

## Importar Componentes y Plantillas

Para importar los componentes y plantillas personalizados previamente exportados y almacenados en un archivo DDF, ya sea en la pantalla inicial o en un modelo abierto, puede ir al menú *Archivo > Importar > Importar datos de bibliotecas*. Al hacerlo se abre un diálogo que le permite navegar a la carpeta donde se encuentra el archivo de base de datos. Una vez abierto el archivo DDF se despliega un diálogo que muestra los componentes y plantillas que serán importados:



En el diálogo se indica los componentes y plantillas que serán creados como nuevos, y los que serán sobrescritos debido a que ya existen en las Bibliotecas del programa o en las Bibliotecas del modelo, dependiendo donde se haga la importación. Al hacer clic en el botón Aceptar el proceso de importación será concluido.

## Respaldar / Restaurar bibliotecas

Los comandos **Respaldar / Restaurar bibliotecas** permiten hacer copias de seguridad de los componentes y plantillas creados por el usuario (personalizados), las cuales se pueden restaurar posteriormente de manera directa.

**Nota:** Estos comandos solo se pueden emplear desde la pantalla inicial, por lo que la copia de seguridad no incluye los componentes y plantillas creados en un modelo abierto.

### Respaldar bibliotecas

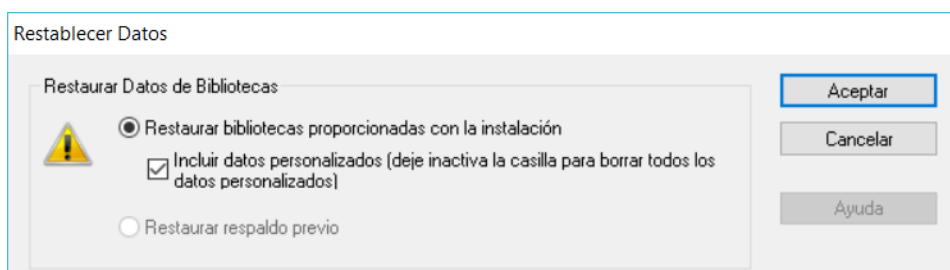
Desde la pantalla inicial puede respaldar sus componentes y plantillas haciendo clic en el icono **Respaldar bibliotecas**, que se ubica en la barra de herramientas. Los respaldos creados de esta manera se almacenan como archivos DAT compilados en la carpeta *Data\Backup\Manual* correspondiente al usuario (al generar el respaldo el programa le pregunta si desea abrir la carpeta, lo cual de facilita conocer su ruta).

**Nota:** El programa también genera un archivo ZIP con el respaldo completo. En caso de tener problemas con sus bibliotecas, puede enviar este archivo al equipo de soporte de DesignBuilder.

Puede usar estas copias de seguridad para restaurar posteriormente sus bibliotecas de componentes y plantillas mediante el comando **Restaurar bibliotecas**.

### Restaurar Bibliotecas

Es posible restaurar las **Bibliotecas del programa** proporcionadas con la instalación de DesignBuilder, los componentes y plantillas **personalizados** creados en la pantalla inicial o bien las copias de seguridad creadas con el comando **Respaldar bibliotecas** (ver apartado anterior). Para ello debe estar en la pantalla inicial del programa y hacer clic en el icono **Restaurar bibliotecas**, ubicado en la barra de herramientas. Al hacerlo se abre el siguiente diálogo:



Si selecciona la opción **Restaurar bibliotecas proporcionadas con la instalación** entonces se restaurarán los componentes y plantillas cargados automáticamente al instalar el programa. Si adicionalmente selecciona la opción **Incluir datos personalizados**, entonces también se restaurarán los componentes y plantillas del usuario creados en la pantalla inicial y guardados en su computadora.

Si selecciona la opción **Restaurar respaldo previo** entonces se restaurará la última copia de seguridad creada con el comando **Respaldar bibliotecas**. En ese caso solo se restauran los componentes y plantillas existentes en el momento de hacer la copia de seguridad.

**Nota:** Si no existe una copia de seguridad previa la opción **Restaurar respaldo previo** no estará activada en el diálogo de restauración.

## Código de colores en nombres de componentes y plantillas

La **procedencia** de los datos contenidos en los componentes y plantillas se identifica por medio de colores aplicados a sus nombres, en las listas de navegación y selección:

- **Rojo**. Indica que son datos personalizados, es decir, que no fueron proporcionados por DesignBuilder sino creados por el propio usuario.
- **Verde**. Indica que son datos proporcionados por DesignBuilder derivados de una fuente nacional o internacional con amplio reconocimiento.
- **Azul**. Indica que son datos generados o modificados internamente por DesignBuilder durante el proceso de modelado.
- **Negro**. Indica que son datos proporcionados por DesignBuilder pero que no corresponden a una fuente reconocida.

## 6.2. Descripción de componentes

Los **componentes** son paquetes de datos que describen elementos específicos del edificio: materiales, cerramientos, dispositivos de sombreado, vidrios, programaciones, entre otros. Algunos componentes incluyen a su vez otros componentes; por ejemplo, un componente de Muro exterior debe incluir uno o más componentes de Material. En esta sección se describen los principales componentes de DesignBuilder, incluyendo las diferentes opciones de configuración que ofrecen algunos de ellos.

### Acristalamiento

Los componentes de **acristalamiento** definen las propiedades de los **cerramientos traslúcidos** de los edificios, como ventanas, domos y tragaluces. Se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- <Sistemas>
- ASHRAE 90.1-2007
- Cuádruple
- Doble
- Sencillo
- Triple

El diálogo de edición de los componentes de acristalamiento, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado **Administración de componentes y plantillas**, tiene tres pestañas: **Capas**, **Valores calculados** (disponible solo cuando se emplea el método de definición *1-Capas*) y **Coste**.



## Capas

### General

En este encabezado puede especificar el **Nombre**, la **Descripción** (opcional), la **Fuente** (opcional), la **Categoría** y la **Región** del componente de acristalamiento.

### Método de definición

En este encabezado es posible elegir una de las siguientes opciones para definir las propiedades del acristalamiento:

**1-Capas.** Las propiedades del acristalamiento se definen de manera detallada, mediante uno o más **vidrios**. Cuando se emplea dos o más vidrios se debe indicar también el **gas** de relleno de las cámaras entre ellos.

**2-Simple.** Las propiedades del sistema de acristalamiento en su conjunto se definen mediante algunos parámetros básicos, como el Valor U, la Transmisión solar total (SHGC) y la Transmisión de luz.

### Capas

Este encabezado solo se encuentra disponible cuando se ha seleccionado el **Método de definición 1-Capas**. Aquí debe especificar el **Número de vidrios** (de 1 a 4), y luego seleccionar los **vidrios** y **gases de ventana** correspondientes. Por ejemplo, si selecciona dos vidrios debe definir esos dos vidrios y además una cámara de gas.

### Número de vidrios

Seleccione el número de vidrios que tiene el sistema de acristalamiento, mediante la lista desplegable (el número máximo de vidrios es 4). Tenga en cuenta que entre los vidrios siempre se considera una cámara con un gas de ventana, lo cual significa que no es posible modelar dos vidrios diferentes que sean completamente adyacentes.

#### Notas:

1. Los vidrios siempre se organizan del exterior al interior. Tenga cuidado al definir la **posición** de los diferentes vidrios, pues esto puede afectar el desempeño del acristalamiento.
2. Para definir los vidrios y gases de ventana puede seleccionar su nombre en el diálogo de edición y luego emplear el panel de **Ayuda · Datos** para navegar a través de las diferentes categorías. Alternativamente puede hacer clic en símbolo de puntos suspensivos (...) a la derecha del nombre para abrir un diálogo de navegación independiente. Una vez encontrado el elemento deseado puede hacer **doble clic** en su nombre para asignarlo al componente.
3. Es posible definir sistemas de acristalamiento de baja emisividad (*LowE*) seleccionando un vidrio tipo *LowE* para la capa más interna. En la categoría de vidrios *Clear glass* encuentra disponibles distintos vidrios de baja emisividad.

## Tipo de vidrio

Aquí puede asignar un **componente de vidrio** para definir las características de cada uno de los vidrios.

**Nota:** Para cambiar el componente de vidrio puede seleccionar su nombre y luego emplear el panel de **Información** para navegar a través de las diferentes categorías. Alternativamente puede hacer clic en símbolo de puntos suspensivos (...) para abrir un diálogo independiente. Una vez encontrado el componente deseado debe hacer **dobles clic** en su nombre para asignarlo al modelo.

## Voltear vidrio

Active esta casilla si desea invertir los valores de **reflectancia** exterior e interior del vidrio. Esto aplica tanto para vidrios definidos mediante datos de banda ancha como para vidrios definidos mediante datos espectrales.

## Tipo de gas de ventana

Aquí puede asignar un **componente de gas de ventana** para definir las características de las cámaras ubicadas entre los vidrios.

**Nota:** Para cambiar el componente de gas de ventana puede seleccionar su nombre y luego emplear el panel de **Información** para navegar a través de las diferentes categorías. Alternativamente puede hacer clic en símbolo de puntos suspensivos (...) para abrir un diálogo independiente. Una vez encontrado el componente deseado debe hacer **dobles clic** en su nombre para asignarlo al modelo.

## Definición simple

Este encabezado solo se encuentra disponible cuando se ha seleccionado el **Método de definición 2-Simple**. En este caso debe indicar tres valores: la **Transmisión solar total** (SHGC), la **Transmisión de luz** y el **Valor U** ( $W/m^2 \cdot K$ ). Esos valores generalmente se derivan de pruebas de laboratorio, o bien se calculan con la ayuda de programas como **Therm y Window**.

### Notas:

1. Cuando se utiliza el **Método de definición 2-Simple** puede haber diferencias significativas respecto al método por capas. Generalmente se recomienda emplear esta opción solo cuando no conoce las características específicas de las capas del acristalamiento.
2. Los parámetros del acristalamiento simple pueden incluir o excluir el efecto de los marcos. Si se incluye debería asegurarse de desactivar los marcos en los datos del modelo de la pestaña **Aberturas**, para evitar que su efecto se tome en cuenta dos veces.

## Transmisión solar total (SHGC)

Debe especificar el valor de **Transmisión solar total** para el sistema de acristalamiento en su conjunto, un valor fraccional entre 0 y 1. Se trata del valor nominal de SHGC (de acuerdo a la NFRC), considerando condiciones de refrigeración en verano, la incidencia perpendicular de la radiación solar y la posición vertical de la ventana.

## Transmisión de luz

Especifique el coeficiente de **Transmisión de luz** para el acristalamiento en su conjunto, un valor fraccional entre 0 y 1. Se trata del valor nominal de transmisión de luz (de acuerdo a la NFRC), considerando la incidencia perpendicular de la radiación solar.

## Valor-U (W/m<sup>2</sup>-K)

Indique el Valor U, o coeficiente global de transferencia de calor, del sistema de acristalamiento en su conjunto. Las unidades son en W/m<sup>2</sup>-K. Se trata del Valor U nominal (de acuerdo a la NFRC), considerando condiciones de calefacción en invierno y la posición vertical de la ventana.

**Nota:** El máximo Valor U permitido es de 5.8 W/m<sup>2</sup>-K, debido a que ese es el valor más alto que se puede conseguir de manera realista con las condiciones de estándar especificadas arriba. Si necesita modelar un sistema de acristalamiento con un Valor U más alto, posiblemente es porque el valor ofrecido por el fabricante incluye el marco. En ese caso se recomienda incluir marcos en la definición de las ventanas para obtener el Valor U global requerido.

## Valores calculados

Esta pestaña solo aparece cuando se ha seleccionado el **Método de definición 1-Capas**. Los valores que aparecen en esta ventana son calculados por el programa, a partir de las capas de vidrio y gas especificadas en la pestaña **Capas**. Es posible actualizar los datos haciendo clic en el botón **Actualizar datos**, que aparece en el panel de **Información** (a la derecha del diálogo).

Los valores calculados pueden ser útiles para encontrar configuraciones adecuadas de acristalamiento, sobre todo cuando no se tienen datos específicos de las capas de vidrio y gas, pero se cuenta con datos globales del sistema de acristalamiento. También puede ser útil para verificar que los sistemas de acristalamiento cumplen con unos estándares determinados.

Entre los valores calculados se incluyen dos **Valores U**, uno utilizando el estándar ISO 10292/EN 673 y otro utilizando el método NFRC.

Para los cálculos NFRC los Valores U se determinan estableciendo un balance térmico de las capas de acristalamiento de acuerdo a las siguientes condiciones estándar de invierno:

- Temperatura del aire interior = 21°C (69.8°F)
- Temperatura del aire exterior = -18°C (-0.4°F)
- Velocidad del viento = 5.5 m/s (12.3 mph)
- Conductancia de la película convectiva de aire exterior = 26 W/m<sup>2</sup>-K (4.58 Btu/h-ft<sup>2</sup>-F)
- Conductancia de la película convectiva de aire interior, calculada por EnergyPlus
- No se considera la radiación solar

La **Transmisión solar total** (Coeficiente de Ganancias de Calor Solar, SHGC) es la fracción de la energía de radiación solar que ingresa a la zona. Este valor incluye la radiación solar transmitida y el flujo de calor hacia el interior derivado de la radiación solar absorbida por el vidrio. Los valores de SHGC aplican sólo para la parte vidriada central de las ventanas y no incluye el efecto de la

radiación solar absorbida por marcos y divisores. Los valores de SHGC se calculan de acuerdo a las siguientes condiciones estándar de verano:

- Temperatura del aire interior = 24°C (75.2°F)
- Temperatura del aire exterior = 32°C (89.6°F)
- Velocidad del viento = 2.8 m/s (6.2 mph)
- Radiación directa incidente perpendicular al vidrio = 783 W/m<sup>2</sup> (248 Btu/h-ft<sup>2</sup>)

## Coste

En esta pestaña puede especificar se especifica el coste global del sistema de acristalamiento por unidad de área. Debe asegurarse de que el valor incluya los costes de mano de obra y cualquier otro coste directamente relacionado con el acristalamiento.

**Nota:** La moneda usada para definir el coste del cerramiento depende de la opción de **Moneda** seleccionada en el diálogo de Opciones del programa.

## Cerramientos

Los componentes de **cerramiento** definen las propiedades de los **cerramientos opacos** de los edificios, por ejemplo muros, cubiertas y suelos. Se suelen definir mediante un determinado número de capas, cada una de ellas asociada a un material y un espesor. Se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- Acabados interiores
- Cubiertas
- Fotovoltaica integrada en edificio
- Losas
- Marcos de puerta
- Marcos de ventana
- Muros exteriores
- Muros subterráneos
- Paneles
- Particiones
- Puertas
- Suelos de ático
- Suelos externos
- Suelos internos
- Suelos semi-expuestos
- Suelos sobre terreno
- Techos
- Terrenos

El dialogo de edición de los componentes de cerramiento, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado [Administración de componentes y plantillas](#), tiene siete pestañas: **Capas**, **Propiedades superficiales**, **Imagen**, **Valores calculados**, **Fuente interna**, **Análisis de condensación** y **Coste**.

## Capas

### General

En este encabezado puede especificar el **Nombre**, la **Fuente** (opcional), la **Categoría** y la **Región** del componente de cerramiento.

### Método de definición

Puede seleccionar el método para definir y caracterizar el cerramiento. Las opciones disponibles dependen de si está desarrollando un análisis EnergyPlus estándar o SBEM, y de si el cerramiento pertenece o no a las categorías **Suelos sobre terreno** o **Muros subterráneos**. Para los análisis EnergyPlus estándar se dispone de los siguientes métodos:

**1-Capas.** Los cerramientos se definen especificando una o más capas de material, cada una con sus propiedades térmicas y su espesor.

**5-Factor C.** Las características térmicas del cerramiento se definen de manera simplificada, mediante el Factor C. Esta opción solo se muestra para los cerramientos de la categoría **Muros subterráneos**.

**6-Factor F.** Las características térmicas del cerramiento se definen de manera simplificada, mediante el Factor F. Esta opción solo se muestra para los cerramientos de la categoría **Suelos sobre terreno**.

### Parámetros de cálculo

#### Algoritmo de solución

Puede seleccionar, mediante la lista desplegable, uno de los siguientes **Algoritmos de solución**:

**1-Predeterminado.** Se aplica siempre el **Algoritmo de solución** especificado en el diálogo de Opciones del modelo.

**2-CTF.** Función de Transferencia por Conducción. Es un algoritmo basado solo en el calor sensible, por lo que no considera el almacenamiento de humedad ni la difusión en los elementos constructivos. El método predeterminado usado por EnergyPlus para los cálculos CTF es el “*state space method*” (Ceylan, Myers 1980; Seem 1987; Ouyang, Haghighat 1991). Se sobrescribe la opción del modelo, siempre y cuando se active la casilla [Permitir la selección del algoritmo de solución para cerramientos individuales](#) en Opciones del modelo.

**3-Diferencias Finitas.** Es un algoritmo que emplea una solución de diferencia finita unidimensional para los elementos constructivos. Se basa en la conducción de calor sensible y no tiene en cuenta el almacenamiento de humedad ni la difusión en los elementos constructivos. Esta opción es necesaria en modelos con materiales de cambio de fase (PCM), y también puede mejorar la precisión cuando los cerramientos incluyen chapas metálicas o techos fríos. Se

sobrescribe la opción del modelo, siempre y cuando se active la casilla **Permitir la selección del algoritmo de solución para cerramientos individuales** en Opciones del modelo.

### Incluye revestimiento metálico

Active la casilla si se considera que el cerramiento incluye algún **revestimiento metálico**. Esta opción se emplea para definir los **puentes térmicos lineales** en las juntas de los elementos constructivos del edificio.

### Sobre el uso de los algoritmos de simulación

Algunos cerramientos requieren un algoritmo de solución particular para obtener resultados más realistas. Por ejemplo, podría requerir el algoritmo de **Diferencias finitas** en alguno de los siguientes casos:

- El cerramiento tiene **materiales de cambio de fase** (PCM). Estos materiales pueden simularse con la solución CTF, pero en ese caso las características de cambio de fase serán ignoradas.
- Está modelando **techos fríos** con el módulo de HVAC Detallado.
- El cerramiento incluye **chapas metálicas muy delgadas**, que podrían no ser simuladas de manera adecuada con la solución CTF.

De cualquier manera, tome en cuenta que el uso del algoritmo de **Diferencias finitas** incrementará los tiempos de simulación, incluso si solo se emplea en unas cuantas superficies. Se recomienda hacer pruebas previas con ambas soluciones, comparando resultados horarios, para decidir cuál es la mejor opción.

## Capas

### Número de capas

Debe indicar el número de capas que conforman el cerramiento. Actualmente es posible definir hasta 10 capas en cada cerramiento. Si requiere modelar un cerramiento con más de 10 capas puede agrupar algunas de ellas y emplear propiedades térmicas **equivalentes**.

También puede **insertar** o **eliminar** capas mediante los controles disponibles en el panel de **Información**, a la derecha del diálogo. Por ejemplo, para eliminar una capa haga clic en el nombre del material (para seleccionarla) y luego haga clic en el comando **Eliminar capa**. Para insertar una nueva capa debe seleccionar la capa que quedará después de la que está creando, y luego hacer clic en el comando **Insertar capa** (es decir, la nueva capa siempre se inserta antes de la capa existente seleccionada).

Adicionalmente, tome en cuenta los siguientes puntos:

1. Es necesario definir las capas en el mismo orden que tendrían en el cerramiento real, empezando con la capa más externa y terminando con la capa más interna. La capa más externa será considerada por DesignBuilder como adyacente al ambiente exterior, o bien, cuando se trata de cerramientos **semi-expuestos**, adyacente a la zona **semi-exterior no acondicionada**.
2. Para las superficies interiores (particiones, suelos interiores) el orden de las capas se determina mediante una serie de comprobaciones para ver qué zona es relativamente **“más externa”**. Por

ejemplo, si una zona no está acondicionada y la otra si, las capas de la partición se ordenarán de modo que la capa más externa quede hacia la zona no acondicionada. Cuando ambas zonas están ocupadas se realiza una comprobación similar mediante las temperaturas de consigna de calefacción y refrigeración. Si después de estos controles las zonas siguen siendo igual a ambos lados, la dirección de las capas se dispondrá de forma arbitraria.

3. No es necesario incluir las películas de resistencia superficial para representar la resistencia al flujo de calor que ofrecen las películas de aire adyacentes a las superficies exterior e interior del cerramiento. Estas son incluidas automáticamente por DesignBuilder.

## Material

Aquí puede asignar un **componente de material** para definir las características de cada una de las capas del cerramiento.

**Nota:** Para cambiar el componente de material puede seleccionar su nombre y luego emplear el panel de **Información** para navegar a través de las diferentes categorías. Alternativamente puede hacer clic en símbolo de puntos suspensivos (...) para abrir un diálogo independiente. Una vez encontrado el elemento deseado debe hacer **doble clic** en su nombre para asignarlo al modelo.

## Espesor

En este campo se define el **espesor** de la capa de material. Se trata de la dimensión de la capa en la dirección del flujo principal de calor por conducción. Tenga en cuenta que las capas muy delgadas (por debajo de 0.003 m) o muy gruesas (por arriba de 0.5 m) pueden generar problemas de convergencia en las simulaciones, especialmente con el **Algoritmo de solución 1-Funciones de Transferencia por Conducción** (el algoritmo 2-Diferencias finitas suele ser más estable, pero también más demandante). En el caso de las capas muy delgadas, se recomienda no modelarlas explícitamente sino añadir su efecto a una de las capas adyacentes.

### Notas:

1. Si al componente de material se le ha fijado un **Espesor predeterminado**, en el diálogo de edición correspondiente, dicho espesor será definido aquí automáticamente y no podrá ser editado.
2. Si el material especificado se define mediante un **Valor R** entonces no es necesario especificar el espesor de la capa.

## Puentes térmicos

Es posible indicar un efecto de puente térmico a cada capa del cerramiento para representar unas partes del material con un valor de conductividad más elevado (respecto al valor de conductividad del propio material). Por ejemplo, se puede representar una capa aislante interrumpida por polines de madera. Para ello debe activar la casilla **Puentes térmicos**, y posteriormente establecer el **material** que representaría las condiciones de puente térmico. También debe indicar el **Porcentaje del área de la capa** cubierto por el material de puente térmico.

**Nota:** Los efectos de puente térmico modelados de esta manera no se emplean en las simulaciones con EnergyPlus, sino en procedimientos de verificación del cumplimiento de normas que requieren Valores U calculados de acuerdo a BS EN ISO 6946. Sin embargo, es posible



emplear este mecanismo para modelar los efectos de puente térmico en las simulaciones con EnergyPlus, como se describe a continuación.

## Modelado de puentes térmicos en las simulaciones con EnergyPlus

Es posible aplicar un método para modelar de manera aproximada el efecto de puente térmico en las capas de material cuando se ejecutan simulaciones con EnergyPlus, empleando el mecanismo descrito previamente:

1. Defina el cerramiento incluyendo los datos de puentes térmicos, como se explica en el apartado anterior:

**Cerramientos Datos**

Análisis de condensación

Capas | Propiedades superficiales | Imagen | Calculado | Costo

General

Nombre: General energy code Cubierta inclina

Fuente: DesignBuilder

Categoría: Cubiertas

Región: General

Parámetros de cálculo

Capas

Número de capas: 3

Capa más externa

Material: Clay Tile (roofing)

Espesor (m): 0,0250

¿Con puente térmico?

Capa 2

Material: MW Stone Wool (rolls)

Espesor (m): 0,0949

¿Con puente térmico?

Material: Aluminium

% de puente térmico: 4

Capa más interna

Material: Roofing Felt

Espesor (m): 0,0050

¿Con puente térmico?

2. Vaya a la pestaña **Calculado** y registre el **Valor U** ( $\text{W/m}^2\text{-K}$ ) del cerramiento en su conjunto:

**Cerramientos Datos**

Análisis de condensación

Capas | Propiedades superficiales | Imagen | Calculado | Costo

Superficie interior

Coefficiente de transferencia con...: 4,460

Coefficiente de transferencia radi...: 5,540

Resistencia superficial ( $\text{m}^2\text{-K/W}$ ): 0,100

Superficie exterior

Coefficiente de transferencia con...: 19,870

Coefficiente de transferencia radi...: 5,130

Resistencia superficial ( $\text{m}^2\text{-K/W}$ ): 0,040

Sin Puentes Térmicos

Valor U de superficie a superficie...: 0,413

Valor R ( $\text{m}^2\text{-K/W}$ ): 2,564

**Valor U ( $\text{W/m}^2\text{-K}$ ): 0,390**

Con puentes térmicos (BS EN ISO 6946)

Km - Capacidad térmica interna (...): 5,4653

Límite superior de resistencia (m...): 1,716

Límite inferior de resistencia ( $\text{m}^2\text{-K/W}$ ): 0,206

Valor U de superficie a superficie...: 2,166

Valor R ( $\text{m}^2\text{-K/W}$ ): 0,961

**Valor U ( $\text{W/m}^2\text{-K}$ ): 1,041**

3. Vuelva a la pestaña de **Capas** y desactive los puentes térmicos. Luego establezca el Valor U calculado previamente mediante el comando **Establecer Valor U**, disponible en el panel **Ayuda**.
4. Confirme la **reducción** del espesor de la **capa más aislante** cuando se le solicite.
6. Compruebe el nuevo **espesor** del aislamiento y el **Valor U** del cerramiento. El espesor del aislamiento debería reducirse como se ha indicado en el mensaje emergente y el Valor U debería ser el mismo que el del cerramiento con puentes térmicos.

## Propiedades superficiales

En esta pestaña es posible **Fijar los coeficientes de transferencia de calor por convección** asignados a las películas de aire de las superficies externa e interna del cerramiento, que de otra manera serían calculados en forma dinámica por EnergyPlus. Esto puede ser útil cuando se quiere utilizar valores específicos, o para procedimientos de validación donde los resultados deben compararse con los de otro software que use valores fijos.

Para fijar los coeficientes de transferencia superficial active las casillas correspondientes y luego ingrese los valores deseados, en  $W/m^2 \cdot K$ . Puede hacer esto con una o con ambas superficies.

### Notas:

1. En la mayoría de los casos se recomienda dejar que EnergyPlus calcule los coeficientes de transferencia superficial, manteniendo estas casillas inactivas.
2. Tenga en cuenta que si selecciona el **Algoritmo de convección exterior 2-SimpleCombined**, el coeficiente de transferencia superficial en realidad se utilizará como un coeficiente combinado de convección y radiación.

## Imagen

En esta pestaña se muestra una imagen del cerramiento con sus capas a escala (excepto para capas muy delgadas), empleando las texturas asignadas a los materiales. Puede ser útil para revisar rápidamente la configuración de los cerramientos (ver imagen abajo).



**Nota:** En esta imagen no se muestran los elementos de puente térmico, aun cuando éstos hayan sido incluidos en la definición de los cerramientos.

## Valores calculados

Esta pestaña proporciona mayor información sobre las propiedades globales de transferencia de calor de los cerramientos. Los **Valores U y R** se muestran incluyendo y excluyendo el efecto de las resistencias superficiales, así como con y sin el efecto de puentes térmicos.

Es importante señalar que cuando se trabaja con cerramientos de las Bibliotecas del programa la resistencia superficial exterior se calcula asumiendo valores típicos de exposición al viento. Cuando se trabaja con cerramientos de las Bibliotecas del modelo, por otro lado, la resistencia superficial exterior se calcula a partir del **Nivel de exposición al viento** indicado en la pestaña de Datos del Sitio (estando en el nivel Sitio).

## Coeficientes de transferencia de calor por convección

Los coeficientes de transferencia de calor por convección mostrados aquí solo se usan en EnergyPlus cuando se ha seleccionado el **algoritmo de convección interior/exterior 3-CIBSE** en la pestaña de datos de Cerramientos. De otra manera, EnergyPlus emplea su propio algoritmo de convección, tal como se establece en las opciones de simulación.

## Fuente interna

La pestaña **Fuente interna** solo se muestra cuando se usa la opción de **HVAC Detallado** (Opciones del modelo). Aquí es posible establecer la posición de los circuitos de tubos que se encuentran embebidos en el cerramiento y que forman parte de algunos sistemas de climatización radiantes. Se considera que dichos circuitos representan una fuente térmica interna debido a que aportan o extraen calor del cerramiento, que a su vez aporta o extrae calor de la zona.

Cuando se modelan sistemas de calefacción con suelo radiante, o de refrigeración con techo frío, las zonas servidas por dichos sistemas deben tener asignado un **componente** de suelo radiante o de techo frío. Al mismo tiempo, esas zonas deben tener un suelo o un techo con fuente interna, dependiendo del tipo de sistema, o de otra manera se producirá un error al simular. En el sentido inverso, es decir, si se asigna al modelo un suelo o techo con fuente interna, pero no se modela un sistema de suelo radiante o techo frío, la simulación se puede ejecutar sin problema. En este caso la fuente interna de los cerramientos simplemente se ignora.

### Fuente interna

Active la casilla para establecer que el cerramiento incluye una fuente interna para calefacción o refrigeración.

### Capa después de la cual se ubica la fuente interna

Ingrese el número correspondiente a la **Capa después de la cual se ubica la fuente interna**. Por ejemplo, el número 1 significa que la fuente está situada entre la capa más externa (1) y la capa

siguiente (2). Este valor suele ser adecuado cuando se emplea un cerramiento de **suelo interior** como **techo frío**.

Si está empleando un **cerramiento de suelo** como **suelo radiante** generalmente se indica un valor equivalente al *número total de capas - 1*. De esa manera el circuito de tubos con agua caliente se ubicaría entre la penúltima y la última capa, es decir, debajo de la capa ubicada hacia la zona. Lo mismo sucede cuando se emplea un **cerramiento de techo** como **techo frío**. Al indicar un valor equivalente al *número total de capas - 1* el sistema de tubos con agua fría se ubicaría arriba de la capa expuesta hacia la zona. Una forma más sencilla de hacer esto último es usar el comando **Establecer la posición de la fuente antes de la capa más interna**, disponible en el panel de Información, a la derecha del diálogo.

**Nota:** Si una fuente interna se inserta en una capa de material homogéneo (por ejemplo concreto), ésta se debe dividir en dos capas para poder ubicar la fuente interna entre ellas.

### Nivel de detalle

Puede establecer el nivel de detalle con el que será modelada la fuente interna. Para ello, seleccione una de las siguientes opciones:

**1-Una dimensión.** Se emplea una solución de **una dimensión**. Esta opción suele ser adecuada para sistemas hidrónicos de calefacción en los que el rendimiento de la caldera es relativamente poco afectado por las temperaturas de retorno e impulsión del agua.

**2-Dos dimensiones.** Se emplea una solución de **dos dimensiones**. Esta opción puede ser necesaria para simular sistemas hidrónicos de refrigeración radiante, ya que el rendimiento de la enfriadora suele verse afectado por las temperaturas de retorno e impulsión del agua.

#### Notas:

1. La opción **2-Dos dimensiones** requiere el **Algoritmo de solución 1-Función de Transferencia por Conducción (CTF)** para funcionar adecuadamente.
2. La opción **2-Dos dimensiones** es más demandante en términos computacionales. Generalmente requiere cerca de un 20% más de tiempo que con la opción **1-Una dimensión**.
3. Tenga en cuenta que con la opción **2-2D** el régimen de solución es internamente de dos dimensiones, pero tiene una condición de límite unidimensional impuesta en las superficies interior y exterior (es decir, las temperaturas superficiales son isotérmicas).
4. Debido a que la opción **1-Una dimensión** no permite calcular de manera adecuada la temperatura del agua de retorno, no se recomienda cuando es necesario calcular con precisión los consumos de energía de la planta.

### Espaciamiento de tubos

Este campo sólo aparece cuando se ha seleccionado la opción de **Nivel de detalle 2-Dos dimensiones**. Permite especificar la distancia de separación de los tubos, en sentido perpendicular a la dirección principal de la transferencia de calor.

## Análisis de condensación

El **Análisis de condensación** de DesignBuilder permite generar informes sobre las condensaciones intersticiales y superficiales, con base en el estándar ISO 13788. Puede usar los parámetros del encabezado **Opciones** para definir los resultados que desea generar en el **Informe de Condensación**. También es posible establecer las condiciones de contorno internas y externas.

Para poder llevar a cabo análisis de condensación adecuados, es importante establecer correctamente las propiedades de **resistencia al vapor** de cada uno de los materiales que conforman las capas del cerramiento.

### Opciones

#### Mostrar diagrama de Glaser

Active la casilla para generar un diagrama de Glaser, el cual muestra una sección esquemática del cerramiento que incluye datos de **temperatura interna**, **presión de vapor parcial** y **presión de vapor saturado**. El diagrama se muestra en el **Informe de Condensación** (ver abajo).

#### Mes

Si activó la casilla anterior, debe seleccionar el mes para el cual se generará el diagrama de Glaser. La lista desplegable incluye opciones para los doce meses, además de una opción para el *Mes del peor caso* (opción predeterminada).

#### Mostrar detalles de condensación intersticial

Active esta casilla si desea generar datos sobre la condensación mensual y acumulativa en las interfaces en las que ocurre condensación. Si ninguna interface presenta condensación, entonces no se mostrarán estos datos.

#### Interface

Si activa la casilla anterior, entonces debe indicar el número correspondiente a la interface para la que desea mostrar detalles de condensación intersticial.

#### Cálculo de condensación superficial

Active esta casilla si desea generar datos de condensación superficial. En ese caso deberá especificar las condiciones de contorno, como se explica abajo.

#### Definición de ambiente

Si activó la casilla anterior debe seleccionar una opción para definir las condiciones ambientales, mediante una lista desplegable:

**1-Conservación del ambiente interior.** En este caso deberá definir la Temperatura interior fija y la Humedad relativa interior fija (en ambos casos se refiere al aire interior), así como la Clase de humedad.

**2-Conservación de la temperatura interior.** En este caso solo debe definir la Temperatura interior fija.

**3-Datos de contorno.** En este caso no es necesario definir parámetros adicionales.

## Mostrar detalles de condensación superficial

Active esta casilla para generar resultados detallados de condensación superficial. En ese caso podrá ver la tabla **Resultados Detallados: Condensación Superficial** en el Informe de Condensación.

## Coste

### Tipo de coste

Puede definir el coste del cerramiento, por unidad de área, mediante una de las siguientes opciones disponibles en la lista desplegable:

**1-Calcular automáticamente.** El programa calcula el coste del cerramiento por unidad de área, a partir de los costes de los materiales que conforman las diferentes capas. Debe verificar que los costes de los materiales sean correctos.

**2-Definir manualmente.** El coste del cerramiento se define de manera manual. En este caso no se tiene en cuenta los costes de los materiales que conforman el cerramiento.

### Coste por unidad de área

Si seleccionó la opción *2-Definir manualmente*, debe indicar aquí el coste global del cerramiento por unidad de área, incluyendo los costes de todos los materiales. También debe asegurarse de que el valor incluya los costes de mano de obra y cualquier otro coste directamente relacionado con el cerramiento.

**Nota:** La moneda usada para definir el coste del cerramiento depende de la opción de **Moneda** seleccionada en el diálogo de Opciones del programa.

## Materiales

Los **componentes de material** se emplean como parte de los **componentes de cerramiento** (muros, cubiertas, suelos, etc.). Se definen fundamentalmente a partir de sus propiedades termofísicas y se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- <Sistema>
- Agua
- Alfombras y revestimientos de suelo
- Arenas, piedras y tierras
- Asfaltos y otro acabados de cubierta
- Baldosas, azulejos y tejas
- Cambio de fase

- Cauchos
- Gases
- Gravas, lechos, etc.
- Hormigones
- Ladrillo y mampostería
- Maderas
- Materiales aislantes
- Metales
- Otros
- Plásticos, sólidos
- Revoques y enlucidos
- Selladores, cintas espumas y roturas de puentes térmicos
- Tableros, faldones y materiales de cubierta
- Vidrios
- Yesos

El dialogo de edición de los componentes de material, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado [Administración de componentes y plantillas](#), tiene seis pestañas: **General**, **Propiedades superficiales**, **Cubierta verde**, **Carbón incorporado**, **Cambio de fase** y **Costo**.

## General

En el encabezado General de la pestaña General puede especificar el **Nombre**, la **Descripción** (opcional), la **Fuente** (opcional), la **Categoría** y la **Región** del componente de cerramiento.

## Espesor de la capa de material

### Fijar espesor

Active esta casilla si desea asignar un espesor fijo al material. De esa manera, cuando el material se use en un componente de cerramiento, siempre se considerará el espesor que se establezca aquí. Esta opción puede ser adecuada para productos constructivos que tienen espesores estándar, por ejemplo bloques, ladrillos o paneles de aislamiento.

### Espesor predeterminado

Si activó la casilla anterior, debe especificar el **espesor predeterminado** del material. Tenga en cuenta que las capas muy delgadas (por debajo de 0.003 m) o muy gruesas (por arriba de 0.5 m) pueden generar problemas de convergencia en las simulaciones, especialmente con el [Algoritmo de solución 1-Funciones de Transferencia por Conducción](#) (el algoritmo 2-Diferencias finitas suele ser más estable, pero también más demandante). En el caso de las capas muy delgadas, se recomienda no modelarlas explícitamente sino añadir su efecto a una de las capas adyacentes.



## Propiedades Térmicas

Aquí se definen las **propiedades termofísicas** del material, las cuales determinarán su efecto en los flujos de calor a través de los cerramientos. Hay dos opciones para definir las propiedades de los materiales: **Propiedades detalladas** y **Valor R**.

### Propiedades detalladas

Cuando se selecciona esta opción es posible definir las propiedades termofísicas que, además de la resistencia a los flujos de calor, determinan el efecto de **masa térmica** de los materiales:

#### Conductividad

En este campo se establece la conductividad térmica del material (en  $W/m-K$  o  $Btu-in/h-ft^2-F$ ). El valor debe ser mayor a cero. No se recomienda asignar valores de conductividad mayores a  $5.0 W/m-K$ , pues pueden generar problemas de convergencia en las simulaciones.

#### Calor específico

En este campo se establece el calor específico del material (en  $J/kg-K$  o  $Btu/lb-F$ ). Solo se admiten valores de  $100 J/kg-K$  o superiores, siendo el rango normal entre 800 y 2000. Se recomienda tener cuidado al tomar valores de otras fuentes, pues en algunas de ellas se usan unidades en  $kJ/kg-K$  o en  $J/g-K$ .

#### Densidad

En este campo se establece la densidad del material (en  $kg/m^3$  o  $lb/ft^3$ ). Junto con el calor específico, este parámetro juega un papel muy importante en la masa térmica del material. El valor debe ser mayor a cero.

### Valor R

Si selecciona esta opción el comportamiento térmico del material será definido mediante un Valor R, o de resistencia al flujo de calor. En este caso no se considerará el efecto de masa térmica del material durante las simulaciones.

#### Resistencia térmica

En este campo se establece la resistencia térmica (Valor R) del material (en  $m^2-K/W$  o  $ft^2-F-hr/Btu$ ). Esta opción solo se suele recomendar para **cámaras de aire** o para **capas de material muy delgadas**. Debe emplearse con cuidado en otros casos, pues al omitir el efecto de masa térmica puede restar precisión a los resultados de simulación.

### Resistencia al vapor

En este encabezado puede definir algunas propiedades de difusión de vapor del material. Esta información no se usa en las simulaciones con EnergyPlus, sino solo en los **análisis de condensación** que se efectúan en el diálogo de edición de los componentes de cerramiento. Tenga en cuenta que los datos de difusividad de vapor disponibles en la literatura suelen ser poco

precisos en comparación con los parámetros termofísicos, sobre todo por las grandes variaciones que se han encontrado en los ensayos de laboratorio.

### Definición de resistencia al vapor

Puede seleccionar una de las siguientes opciones para definir la resistencia que presenta el material al paso del vapor de agua:

**1-Factor.** Con esta opción es posible especificar un factor de resistencia a la difusión de vapor de agua, ingresando el valor en el campo correspondiente. Al ser un factor, no tiene unidades.

**2-Resistividad.** Con esta opción es posible especificar la resistividad al vapor de agua del material, ingresando el valor en el campo correspondiente. Las unidades son *MNs/g*.

**3-No permeable.** Se considera que el material es impermeable al vapor, por lo que no es necesario definir algún valor adicional. Puede usar esta opción para barreras de vapor y otros materiales plásticos que no transmiten vapor.

### Transferencia de humedad

En este encabezado puede activar la casilla **Incluir parámetros de transferencia de vapor**. Cuando lo hace, debe asignar un componente de **Transferencia de humedad**. Los datos contenidos en dicho componente se emplean en las simulaciones con EnergyPlus, cuando se emplea alguno de los **algoritmos de solución** que permiten modelar la transferencia de humedad a través de los cerramientos.

### Propiedades superficiales

En esta pestaña se definen las **propiedades superficiales (ópticas)** del material. Estas propiedades solo se emplearán en las simulaciones cuando el material sea la capa más **externa** o más **interna** del cerramiento (no se emplean en capas intermedias, incluso si son adyacentes a cámaras de aire).

**Nota:** No se recomienda incluir capas de material muy delgadas en los cerramientos, por ejemplo tratando de modelar "capas de pintura", para establecer las propiedades superficiales en el exterior y/o interior de los cerramientos. Esa estrategia puede generar errores al efectuar las simulaciones.

### Absortancia térmica (emisividad)

La **absortancia térmica** representa la fracción de la radiación incidente de onda larga que es absorbida por el material. Este parámetro se emplea para calcular el intercambio de radiación de onda larga entre diversas superficies y afecta el balance térmico de dichas superficies (exteriores e interiores). Los valores en este campo deben ser entre 0 y 1, donde 1 representa las condiciones de un "cuerpo negro ideal".

### Absortancia solar

La **absortancia solar** representa la fracción de la radiación solar incidente que es absorbida por el material. La radiación solar incluye el espectro **visible**, el **infrarrojo** y el **ultravioleta**. Este parámetro se emplea para calcular la cantidad de radiación solar que es absorbida por diversas

superficies, y afecta el balance térmico de dichas superficies (exteriores e interiores). Los valores en este campo deben ser entre 0 y 1.

### Absortancia visible

La **absortancia visible** representa la fracción de la radiación visible incidente que es absorbida por el material. En ese sentido el rango de longitudes de onda considerado es mucho más estrecho que en el caso de la de radiación solar, ya que no se incluye el espectro infrarrojo ni el ultravioleta. Los valores en este campo deben ser entre 0 y 1.

**Nota:** En las simulaciones con EnergyPlus este parámetro se emplea para calcular la cantidad de radiación visible que es absorbida por las superficies, afectando el balance térmico de dichas superficies (exteriores e interiores), así como los cálculos de iluminación natural. En las simulaciones con el módulo de **Iluminación natural** se emplea el parámetro **reflectancia**, que se calcula como 1 menos el valor de absortancia visible definido aquí.

### Rugosidad

Aquí se define la rugosidad del material. Este parámetro solo afecta el cálculo del coeficiente de convección exterior. Las opciones disponibles en la lista desplegable son *1-Muy rugoso*, *2-Rugoso*, *3-Ligeramente rugoso*, *4-Ligeramente liso*, *5-Liso* y *6-Muy liso*.

### Color

Este parámetro solo se emplea en el módulo **Visualización**, cuando por algún motivo la **textura** (ver abajo) no se encuentra disponible. No tiene efecto alguno en las simulaciones.

### Textura

Puede asignar un componente de **Textura** al material, el cual será empleado para definir su apariencia en el módulo de **Visualización** cuando sea la capa más externa o más interna de un cerramiento. La textura también se emplea para representar el material en los diagramas de los componentes de cerramiento.

**Nota:** La textura no tiene efecto alguno en los cálculos y simulaciones con EnergyPlus. En esos casos solo se consideran los parámetros descritos arriba.

### Cubierta vegetal

En esta pestaña puede indicar que el material representa una **cubierta vegetal**, activando la casilla correspondiente. En ese caso el material debe corresponder a la capa más externa de un componente de cubierta. Tenga en cuenta que para modelar cubiertas vegetales en DesignBuilder debe seguir los siguientes pasos:

1. Crear un material definido como cubierta vegetal, mediante éste diálogo de edición.
2. Crear un **componente de cerramiento** del tipo cubierta, cuya capa más externa tenga el material de cubierta previamente creado.
3. Asignar el cerramiento de cubierta vegetal a las **cubiertas del modelo** correspondientes (solo a las cubiertas vegetales).

**Notas:**

1. Durante la simulación, la cubierta verde puede recibir agua de un **sistema de riego** y/o de la **precipitación** en el sitio (definida independientemente del componente **Clima horario**). Las propiedades especificadas aquí establecen las condiciones iniciales (día de simulación 0) de la cubierta vegetal.
2. De acuerdo a la documentación de EnergyPlus el modelo de cubierta verde fue desarrollado para superficies horizontales o con inclinación ligera, por lo que no se recomienda para superficies muy inclinadas o verticales. Sin embargo, es posible emplear este mecanismo para modelar muros vegetales, si bien no existe ninguna validación al respecto. En todo caso la irrigación tendría que ser tratada en forma distinta que las cubiertas, pues los muros por naturaleza no captan mucha precipitación.
3. Tenga en cuenta que, si asigna un material de cubierta verde a un bloque de componente, entonces no tendrá efecto, ya que esos bloques sólo tienen en cuenta las propiedades de reflexión de los materiales.
4. De acuerdo a la documentación de EnergyPlus, al modelar cubiertas vegetales es recomendable aumentar el número de **etapas de simulación**.

**Método de cálculo de la difusión de humedad**

Puede seleccionar uno de los siguientes métodos para calcular la difusión de humedad:

**1-Simple.** Es el modelo *Ecoroof* original, que se basa en la difusión constante de humedad a través del suelo. El modelo inicia dividiendo el suelo en dos capas. Cada vez que se requiere actualizar las propiedades del suelo, evalúa ambas capas y determina cual es la que tiene más humedad. Entonces toma humedad de la capa más húmeda y la redistribuye hacia la capa menos húmeda, con una tasa constante.

**2-Avanzado.** Es el modelo *Ecoroof* posterior, basado en un proyecto que investigó la manera en que la humedad se transmite a través del suelo. Emplea un método de diferencias finitas para dividir el suelo en capas (o nodos), y luego redistribuye la humedad siguiendo el método desarrollado por **Schaap y van Genuchten** (2005). Debe tener en cuenta que con esta opción es recomendable usar al menos 20 **etapas de simulación**.

**Altura de la vegetación (m)**

Indique la altura media de las plantas que conforman la vegetación de la cubierta verde.

**Índice de área de hojas (LAI)**

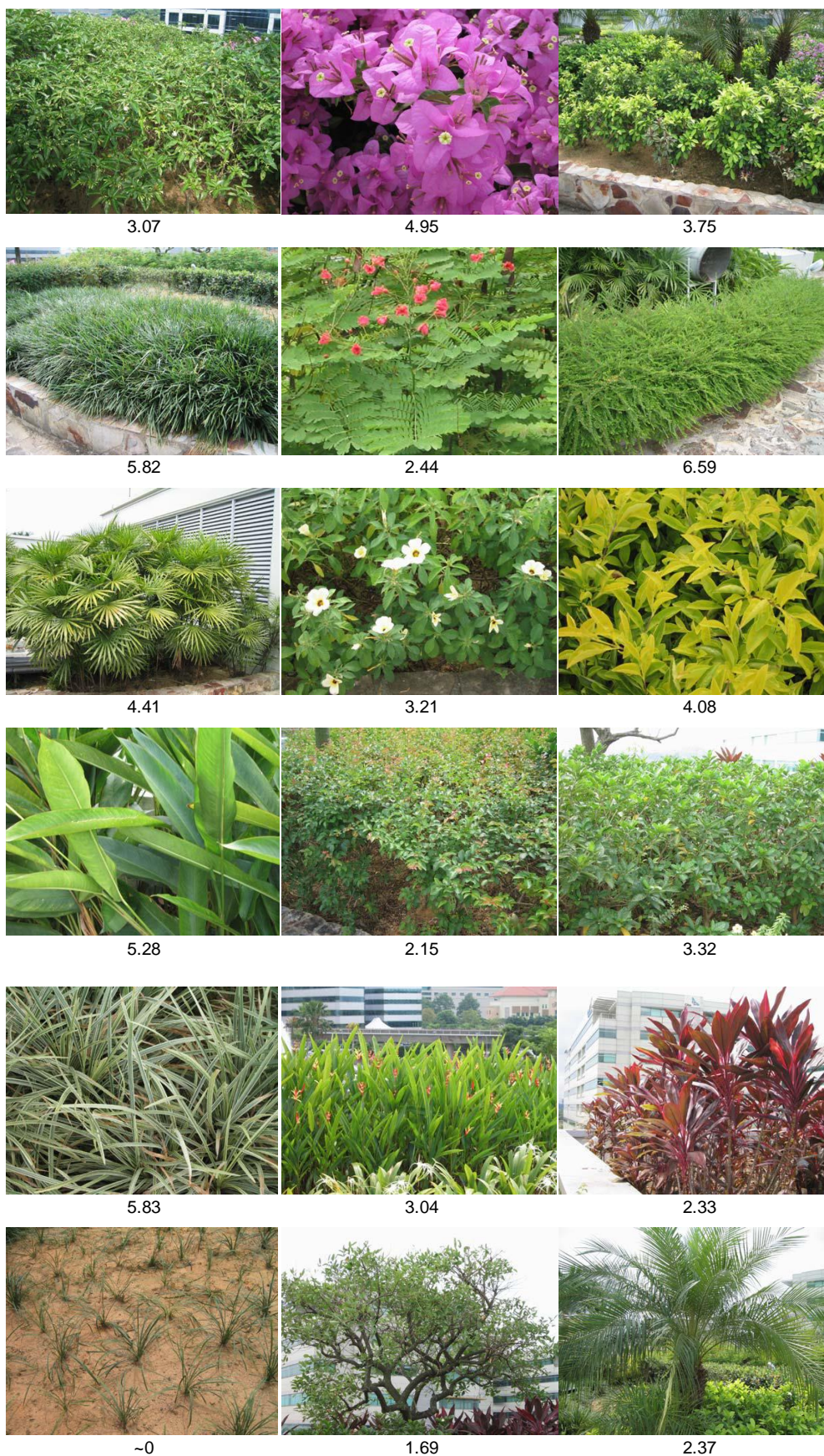
Se trata del área proyectada de hojas por unidad de área de suelo. Es un número adimensional entre 0,001 y 5 que depende fundamentalmente de la densidad del follaje. En la siguiente tabla, tomada del documento **Global Leaf Area Index Data from Field Measurements, 1932-2000**, se muestran algunos valores típicos.

Table: Statistical distribution of leaf area index by biome, for the data set “Global Leaf Area Index Data from Field Measurements, 1932-2000”, and after removal of outliers following Inter-Quartile Range (IQR) statistical analysis. Of the original total of 1008 records, 77 were excluded from this analysis (e.g., because biome was not available). See the accompanying Technical Memorandum (Scurlock et al., 2001) for biome acronyms.

Biome	Original data					Data after IQR analysis				
	Number of observations	Mean	Standard deviation	Min	Max	Number of outliers removed	Mean	Standard deviation	Min	Max
All	931	5.23	4.08	0.002	47.0	53	4.51	2.52	0.002	12.1
Forest / BoDBL	58	2.64	1.03	0.28	6.0	5	2.58	0.73	0.6	4.0
Forest / BoENL	94	3.50	3.34	0.48	21.6	8	2.65	1.31	0.48	6.21
Crops	88	4.22	3.29	0.2	20.3	5	3.62	2.06	0.2	8.7
Desert	6	1.31	0.85	0.59	2.84	0	1.31	0.85	0.59	2.84
Grassland	28	2.50	2.98	0.29	15.4	3	1.71	1.19	0.29	5.0
Plantation	77	8.72	4.32	1.55	18.0	0	8.72	4.32	1.55	18.0
Shrub	5	2.08	1.58	0.4	4.5	0	2.08	1.58	0.4	4.5
Forest / BoTeDNL	17	4.63	2.37	0.5	8.5	0	4.63	2.37	0.5	8.5
Forest / TeDBL	187	5.12	1.84	0.4	16.0	3	5.06	1.60	1.1	8.8
Forest / TeEBL	58	5.82	2.57	0.8	12.5	1	5.70	2.43	0.8	11.6
Forest / TeENL	215	6.70	5.95	0.002	47.0	16	5.47	3.37	0.002	15.0
Forest / TrDBL	18	3.92	2.53	0.6	8.9	0	3.92	2.53	0.6	8.9
Forest / TrEBL	61	4.90	1.95	1.48	12.3	1	4.78	1.70	1.48	8.0
Tundra	13	2.69	2.39	0.18	7.2	2	1.88	1.47	0.18	5.3
Wetlands	6	6.34	2.29	2.50	8.4	0	6.34	2.29	2.5	8.4

La siguiente tabla ofrece otros **índices de área de hojas**. Ha sido tomada de la tesis doctoral de Chen Yu *The intervention of plants in the conflicts between buildings and climate - A case study in Singapore*.





## Reflectividad de las hojas

Es la fracción de radiación solar incidente que es reflejada por las superficies individuales de las hojas. La radiación solar incluye el espectro visible, el infrarrojo y el ultravioleta. Los valores de este campo deben ser entre 0.1 y 0.4.

## Emisividad de las hojas

Es la tasa entre la radiación térmica emitida desde la superficie de la hoja y la emitida desde un cuerpo negro ideal a la misma temperatura. Este parámetro se utiliza cuando se calcula el intercambio radiante de ondas largas en las superficies de la hoja. Los valores deben ser entre 0.8 y 1.0 (donde 1.0 representa las condiciones del cuerpo negro ideal).

## Resistencia estómic mínima

Este valor representa la resistividad de las plantas al paso de la humedad (las unidades son  $s/m$ ). Las plantas con un valor pequeño de resistencia estómic tendrán tasas de evapotranspiración más elevadas que las plantas con una resistencia mayor. Los valores deben estar entre 50 y 300.

## Máximo contenido volumétrico de humedad en saturación

Indique el **Máximo contenido volumétrico de humedad en saturación** de la capa de tierra, el cual depende fundamentalmente de su porosidad.

## Mínimo contenido volumétrico de humedad residual

Indique el **Mínimo contenido volumétrico de humedad residual** de la capa de tierra.

## Contenido volumétrico de humedad inicial

Contenido volumétrico de humedad de la capa de terreno al empezar la simulación. El contenido de humedad se actualizará durante el curso de la simulación basándose en la evapotranspiración superficial, irrigación y precipitación.

## Más sobre las cubiertas vegetales

[Esta sección está basada en la documentación de EnergyPlus (*Engineering Reference*). Sin embargo, tenga en cuenta que dicha documentación no ha sido actualizada para incluir el **método avanzado** para calcular la difusión de humedad]

El uso de cubiertas vegetales (también llamadas cubiertas verdes o cubiertas ecológicas) ha cobrado cierto auge en los últimos años. Cada vez hay más literatura sobre la medición de datos que sugiere que las cubiertas vegetales pueden reducir el consumo energético del edificio. El objeto *GreenRoof* de EnergyPlus puede ser útil para evaluar los potenciales ahorros energéticos con diferentes configuraciones de cubierta vegetal, por ejemplo modificando el tipo de tierra y vegetación, o las opciones de riego. Proporciona una herramienta de simulación energética basada en las características físicas que influyen en el desempeño de las cubiertas vegetales y permite tener en cuenta los beneficios de dichas cubiertas en los códigos energéticos y en los sistemas de certificación del nivel de sustentabilidad, tales como LEED.



El modelo actual de cubiertas verdes incluye los siguientes aspectos:

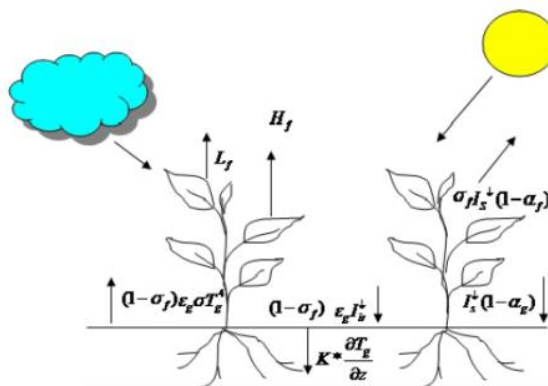
- Intercambio de radiación de onda larga y onda corta en el follaje de la vegetación.
- Efectos del follaje en la transferencia de calor por convección.
- Evapotranspiración de la tierra y las plantas.
- Conducción y almacenamiento de calor en la capa de tierra.

El modelo de cubierta verde de EnergyPlus permite especificar el objeto *Ecoroof* como la capa más externa de un cerramiento de cubierta. El usuario puede definir diversos aspectos del cerramiento de cubierta verde, incluyendo la profundidad de los sustratos de cultivo, las propiedades térmicas, la densidad del follaje de la planta, la altura de las plantas, la conductancia estomática (capacidad de transpirar humedad) y las condiciones de humedad del terreno (incluyendo el riego). La formulación del modelo incluye lo siguiente:

- Balance simplificado de humedad que permite considerar la precipitación, el riego y el traspaso de la humedad entre dos capas de terreno (zona superior y raíz).
- Balance energético de la tierra y el follaje sustentado en los modelos de vegetación *FASST* del *Army Corps of Engineers (Frankenstein y Koenig)*, que a su vez se basan en gran medida en *BATS (Dickenson et al.)* y *SIB (Sellers et al.)*.
- Las ecuaciones de temperaturas de la superficie de la tierra ( $T_g$ ) y el follaje ( $T_f$ ) se resuelven simultáneamente para cada etapa de simulación, invirtiendo la solución CTF para extraer información del flujo de calor para el cálculo del balance energético. El análisis del balance energético y las ecuaciones resultantes es bastante complicado, por lo que aquí solo se muestra un resumen (puede consultar la documentación de FASST citada en este documento para mayores detalles). El resultado final es un conjunto de dos ecuaciones simultáneas para la temperatura, una para la superficie de la tierra y la otra para el follaje.

### Descripción del modelo de cubierta verde

Al igual que con una cubierta tradicional, el balance energético de una cubierta verde está dominado por la energía radiante del sol. La radiación solar se equilibra mediante los flujos de calor sensible (convección) y latente (evaporación) desde la superficie de la tierra y el follaje, en combinación con la conducción de calor a través de la capa de tierra. Este balance energético se ilustra en el diagrama de abajo, cuyas variables se definen con mayor detalle en el documento de EnergyPlus *Engineering Reference*.



## El balance energético de una cubierta verde

El análisis del balance energético sigue el modelo *Fast All Season Soil Strength (FASST)* desarrollado por Frankenstein y Koenig para el *US Army Corps of Engineers*. FASST fue desarrollado en parte para determinar la capacidad de los terrenos de soportar vehículos con o sin tripulación, así como el movimiento de personal. Con el fin de lograr esto, FASST rastrea la energía y el balance de humedad (incluyendo hielo y nieve) en un suelo con vegetación. Es un modelo unidimensional que se basa en otros modelos de follaje de vegetación, incluyendo BATS (*Dickinson et al.*) y SIB (*Sellers et al.*). FASST ha sido implementado en EnergyPlus con algunas modificaciones menores para adaptarlo al uso de una capa de tierra relativamente delgada.

## Carbono incorporado

Es posible incluir datos sobre el **carbono incorporado** asociado al material. El concepto de carbono incorporado se encuentra ligado al de **energía incorporada**, que se define en el sitio de internet del *Inventory of carbon & energy (ICE)* de la Universidad de Bath:

*La energía incorporada se puede describir como la energía primaria total consumida durante los procesos de extracción, transporte, manufactura y fabricación del producto...para separarla de los impactos operativos.*

De manera similar, el carbono incorporado representa el carbono liberado durante los procesos señalados arriba. Ha sido una práctica común especificar el **carbono incorporado** "de la cuna a la puerta", es decir, incluyendo todos los procesos hasta que el producto sale de la puerta de la fábrica. La condición final sería "de la cuna al sitio", es decir, incluyendo todo el carbono emitido hasta que el producto llega al lugar en que será usado (en este caso el edificio).

## Datos de carbono incorporado disponibles

Si cuenta con datos del carbono incorporado del material marque esta casilla. En ese caso podrá definir los siguientes parámetros:

### Carbono incorporado (kgCO<sub>2</sub>/kg)

Introduzca la cantidad de carbono incorporado asociado al material. Cuando se utilizan unidades SI, las unidades son kgCO<sub>2</sub>/kg.

### Nombre del factor de conversión

Introduzca el nombre del factor de conversión, como se define en la documentación de la fuente. Este dato puede ayudarle a encontrar el factor de conversión en la base de datos de la fuente.

### Fuente

Especifique la fuente de los datos en forma de texto. Gran parte de los datos proporcionados por DesignBuilder provienen de la base de datos de *Bath ICE*.

## Suposición / límite de factor

El carbono incorporado se define como el carbono emitido a la atmósfera con el fin de extraer, procesar y distribuir el material. Algunas definiciones comunes son:

- **De la cuna a la puerta.** Incluye el carbono emitido hasta que el material deja la puerta de la fábrica (sin considerar el transporte al edificio en que será usado).
- **De la cuna al sitio.** Similar al anterior, pero incluyendo el transporte del producto desde la fábrica hasta la obra.

## Datos de carbono equivalente disponibles

Active esta casilla si tiene información sobre el carbono incorporado equivalente del material y desea incluir este concepto en los cálculos.

## Carbono equivalente

Si activó la casilla anterior, debe especificar el valor de **Carbono equivalente**. El carbono equivalente es similar al incorporado, pero incluye los efectos de todos los gases de efecto invernadero, por ejemplo el dióxido de azufre y el metano. Es decir, representa la cantidad de CO<sub>2</sub> que causaría el mismo efecto de calentamiento global que el que causarían todos los gases de efecto invernadero emitidos durante los procesos asociados a la producción del material.

**Nota:** Los informes de inventarios de materiales, cerramientos y acristalamientos, así como del carbono incorporado, se incluyen en la pestaña de análisis **Coste y carbono**. También se incluyen en el **informe CSV** que se puede generar desde el menú *Archivo > Exportar > Exportar archivo de informe CSV*.

## Cambio de fase

Los llamados materiales de **cambio de fase** (PCM, por sus siglas en inglés) son aquellos que al cambiar de la **fase sólida** a la **fase líquida** pueden absorber y almacenar una gran cantidad de **calor latente**. Al invertirse el proceso y cambiar de la fase líquida a la fase sólida, el calor latente almacenado se libera de nuevo. Se trata de un efecto de almacenamiento y liberación de calor similar al de los materiales de elevada masa térmica (estos sin cambio de fase), pero con una cantidad de material mucho menor.

Los materiales de cambio de fase se pueden combinar con paneles de yeso, hormigón u otros materiales con el fin de aumentar la capacidad térmica de los cerramientos, contribuyendo a:

- Moderar las fluctuaciones de las temperaturas interiores, mejorando las condiciones de confort.
- Disminuir las cargas máximas de refrigeración, reduciendo los consumos energéticos asociados a ese concepto.
- Aprovechar mejor las ganancias de calor por radiación solar durante el invierno.

DesignBuilder ofrece algunos materiales de cambio de fase como parte de su base de datos, pero también permite ingresar datos aportados por los fabricantes en forma de una curva que relaciona la temperatura con la entalpía.

## Material de cambio de fase

Active esta casilla si el material tiene propiedades de cambio de fase. Al hacerlo se muestran los parámetros que se explican abajo.

### Coeficiente de cambio de conductividad

En este campo se especifica el coeficiente de cambio de la conductividad térmica ( $K_1$ ) de acuerdo a la temperatura del material, en  $W/m \cdot K^2$ . Se trata del cambio de conductividad térmica por grado de diferencia de la temperatura respecto a 20 °C. El valor de conductividad a 20 °C es el que se introduce en las propiedades básicas del material, en la pestaña **General**. La conductividad térmica se obtiene entonces mediante la fórmula:

$$k = k_0 + k_1 (T_i - 20)$$

Dónde:

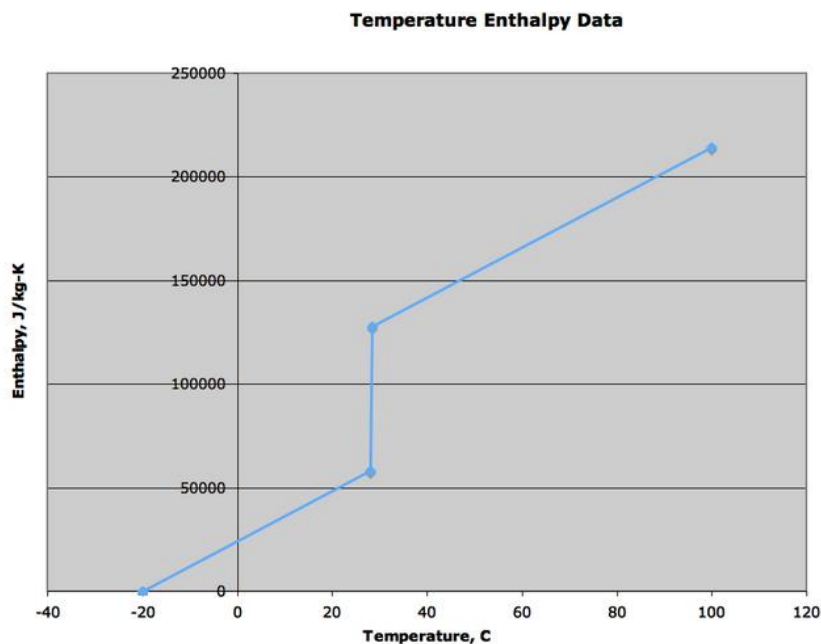
$k_0$  = Valor de **conductividad térmica** a 20 °C, el cual se introduce en la pestaña General del diálogo de edición del material.

$k_1$  = Cambio de la conductividad por grado de diferencia de la temperatura respecto a 20°C.

$T_i$  = Temperatura del material.

### Curva de Temperatura - Entalpía

Las propiedades de cambio de fase se establecen mediante una curva que pone en relación la temperatura con la entalpía del material, como se muestra en el siguiente ejemplo de datos proporcionados por EnergyPlus:

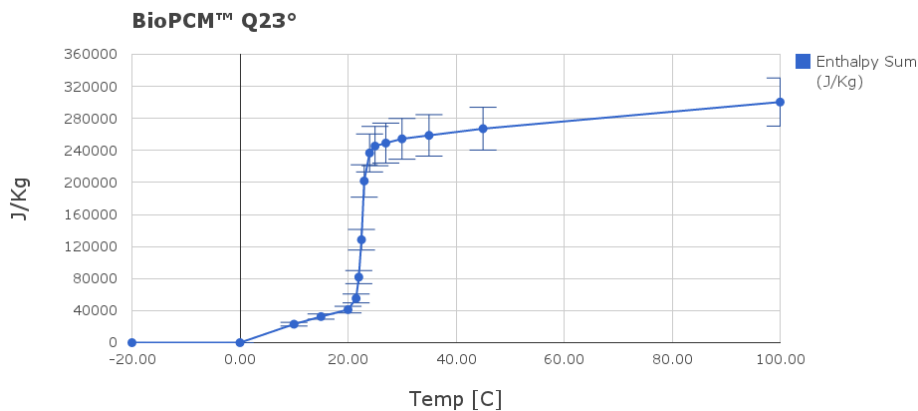


*Datos genéricos de un material PCM de EnergyPlus.*

La curva se define mediante una función tabular de dos columnas, una para la temperatura y otra para la entalpía. Es posible especificar hasta dieciséis puntos, o pares de datos, pero se debe

especificar solo el número de puntos que sean necesarios. La función tabular debe cubrir el rango de temperatura que tendrá el material durante la simulación. Se sugiere que la función empiece a bajas temperatura, siendo el valor típico  $-20^{\circ}\text{C}$ , y llegue hasta  $100^{\circ}\text{C}$ . Tenga en cuenta que la función no tiene pendientes negativas y la pendiente menor que se va a producir es la del calor específico del material base. Las contribuciones de entalpía al cambio de fase se añaden siempre a la entalpía que resultaría de un material con calor específico constante. A continuación se muestra un ejemplo de datos de EnergyPlus:

Algunos fabricantes ofrecen materiales PCM que cambian de fase a temperaturas diferentes. La siguiente imagen es un ejemplo de datos de un material PCM ofrecidos por el fabricante.



*Datos de un material PCM ofrecidos por el fabricante.*

### Número de puntos en la curva

Indique el número de puntos, o pares de datos, para definir las propiedades de cambio de fase del material. El valor puede ser entre 1 y 16.

### Temperatura

Especifique la temperatura correspondiente a cada punto de la curva. Las unidades son  $^{\circ}\text{C}$  o  $^{\circ}\text{F}$ .

### Entalpía

Especifique la entalpía correspondiente a cada punto de la curva. Las unidades son J/kg ó Btu/lb.

### Sobre las opciones de simulación con materiales PCM

Para llevar a acabo simulaciones con materiales de cambio de fase es necesario emplear algunas **opciones de simulación** específicas:

- 12 etapas de simulación mínimas.** Valores más altos mejoran la precisión, pero también aumentan los tiempos de simulación.
- Algoritmo de solución 2-Diferencias Finitas.** Si en su lugar utiliza el algoritmo de solución 1-*Funciones de Transferencia por Conducción (CFT)* el material se comportará como si no se fuera de cambio de fase. Tenga en cuenta también que el algoritmo de solución CTF es la única opción

disponible para el diseño de la calefacción y refrigeración por lo que el efecto de los materiales PCM no se aplicará en estos cálculos. Ahí mismo debe especificar los siguientes parámetros:

- **Método de diferencias finitas:** 1-Fully implicit first order.
- **Constante de discretización de espacio:** 3.0.
- **Factor de relajación:** 1.0.
- **Convergencia de temperaturas superficiales interiores:** 0.01. Valores más bajos pueden arrojar resultados más precisos, pero también aumentan los tiempos de simulación.

**Nota:** En el panel de **Ayuda**, a la derecha del diálogo de edición del componente, encontrará el comando **Definir opciones de simulación de PCM**. Si hace clic en él todas las opciones anteriores se establecerán automáticamente.

## Coste

En esta pestaña puede definir el coste del material. Este dato solo se emplea en los cálculos de coste cuando a los cerramientos que tienen este material se les asigna el **Tipo de coste 1-Calcular automáticamente**.

### Tipo de coste

Puede definir el coste del material de tres maneras distintas, dependiendo de la selección hecha mediante la lista desplegable:

- 1-Coste por área.** El coste se define mediante el área de la capa de material. Se trata de la opción más común para definir el coste de capas con espesor bajo a medio. Si selecciona esta opción debe ingresar el valor correspondiente en el campo **Coste por unidad de área**.
- 2-Coste por masa.** El coste se define mediante la masa de la capa de material. Si selecciona esta opción debe ingresar el valor correspondiente en el campo **Coste por unidad de masa**.
- 3. Coste por volumen.** El coste se define mediante el volumen de la capa de material. Puede ser útil para definir el coste de materiales vaciados en obra, como el hormigón moldeado. Debe ingresar el valor correspondiente en el campo **Coste por unidad de volumen**.

## Vidrios

Los componentes de **vidrio** se emplean como parte de los componentes de **acristalamiento**, como ventanas, domos y tragaluces. Se definen fundamentalmente a partir de sus propiedades ópticas, y se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- Absorbente
- Vidrio claro
- Con recubrimiento
- Con película
- Polímero

El dialogo de edición de los componentes de vidrio, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado [Administración de componentes y plantillas](#), tiene seis pestañas: **General**, **Térmicas**, **Solares**, **Visibles**, **Infrarrojas** y **Datos espectrales**.

## General

En el encabezado General de la pestaña General puede especificar el **Nombre**, la **Descripción** (opcional), la **Fuente** (opcional), la **Categoría**, la **Región**, el **Nombre IGDB** (opcional) y el **No. de identificación NFRC** (opcional) del componente de vidrio.

## Tipo de datos

En este encabezado puede definir la forma en que se definirán las características del vidrio, mediante una lista desplegable:

**1-Banda ancha.** Es una forma relativamente simple de definir las propiedades ópticas de los vidrios. Se ingresan valores de transmitancia y reflectancia que representan promedios para todas las longitudes de onda.

**2-Espectral.** Las propiedades ópticas del vidrio se definen de manera detallada, estableciendo valores de transmitancia y reflectancia para un rango de longitudes de onda entre 0,1 y 4 micras.

**Nota:** Siempre que sea posible se recomienda emplear vidrios que tengan datos espectrales, ya que de esa manera los cálculos de EnergyPlus son más precisos. Esto es especialmente importante con vidrios que tienen recubrimientos selectivos, como los bajo emisivos.

## Base de datos Internacional de Acristalamientos (IGDB)

El IGDB es una extensa base de datos internacional de hojas de vidrios compilada por NFRC y obtenida a través del software de análisis especializado WINDOW and OPTICS, proporcionado por LBNL. El IGDB contiene, entre otras cosas, los datos detallados espectrales para aproximadamente 2500 productos de vidrios de fabricantes de todo el mundo. DesignBuilder es actualizado con la última versión de la IGDB.

## Térmicas

En esta pestaña puede definir las propiedades que influyen en la transmisión de calor por conducción a través del vidrio.

### Espesor

Ingresa el **espesor** de la hoja de vidrio, en milímetros.

### Conductividad (W/m-K)

Ingresa el valor de **conductividad** del vidrio. El valor debe ser mayor a cero.



## Solares

En esta pestaña se definen las **propiedades solares** del vidrio, es decir, su comportamiento ante el espectro completo de radiación solar (incluyendo todas las longitudes de onda).

### Notas:

1. Estos datos solo se consideran en las simulaciones cuando se usa el **Tipo de datos 1-Banda ancha** (ver arriba). Sin embargo siempre se muestran, ya que ofrecen una visión global del desempeño óptico del vidrio.
2. Para vidrios sin recubrimiento, cuando se dispone de propiedades ópticas alternativas, estas pueden convertirse a valores equivalentes de transmitancia y reflectancia solar mediante las ecuaciones proporcionadas en [Conversión de propiedades ópticas del vidrio](#).

### Transmitancia solar

Ingrese el valor de **transmitancia solar**, considerando una incidencia normal (perpendicular al plano del vidrio) promediada sobre el espectro solar.

### Reflectancia solar exterior / interior

Ingrese el valor de **reflectancia solar exterior** (frontal) e **interior** (posterior), considerando una incidencia normal (perpendicular al plano del vidrio) promediada sobre el espectro solar.

## Visibles

En esta pestaña puede definir las **propiedades visibles** del vidrio, es decir, su comportamiento ante el espectro visible de radiación solar.

### Notas:

1. Estos datos solo se consideran en las simulaciones cuando se usa el **Tipo de datos 1-Banda ancha** (ver arriba). Sin embargo siempre se muestran, ya que ofrecen una visión global del desempeño óptico del vidrio.
2. Para vidrios sin recubrimiento, cuando se dispone de propiedades ópticas alternativas, estas pueden convertirse a valores equivalentes de transmitancia y reflectancia solar mediante las ecuaciones proporcionadas en [Conversión de propiedades ópticas del vidrio](#).

### Transmitancia visible

Ingrese el valor de **transmitancia visible**, considerando una incidencia normal (perpendicular al plano del vidrio) promediada sobre el espectro solar y ponderada con la respuesta del ojo humano.

### Reflectancia visible exterior / interior

Ingrese el valor de **reflectancia visible exterior** (frontal) e **interior** (posterior), considerando una incidencia normal (perpendicular al plano del vidrio) promediada sobre el espectro solar y ponderada con la respuesta del ojo humano.

## Infrarrojas

En esta pestaña puede definir las **propiedades infrarrojas** del vidrio, es decir, su comportamiento ante el espectro infrarrojo de radiación solar.

**Nota:** Estos datos solo se consideran en las simulaciones cuando se usa el **Tipo de datos 1-Banda ancha** (ver arriba). Sin embargo siempre se muestran, ya que ofrecen una visión global del desempeño óptico del vidrio.

### Transmitancia infrarroja

Ingrese el valor de **transmitancia infrarroja** del vidrio, considerando una incidencia normal (perpendicular al plano del vidrio). Tenga en cuenta que, aunque es posible ingresar valores entre 0 y 1, el único valor admitido actualmente en los cálculos con EnergyPlus es 0.0.

### Emisividad exterior / interior

Ingrese el valor de **emisividad hemisférica exterior** (frontal) e **interior** (posterior) del vidrio. La emisividad equivale a 1 menos el valor de reflectancia infrarroja.

## Datos espectrales

Esta pestaña solo se muestra si se selecciona el **Tipo de datos 2-Espectrales**, en la pestaña **General**. Los datos de transmitancia y reflectancia se definen para un rango de longitudes de onda entre 0.1 y 4.0 micrones. DesignBuilder generalmente obtiene estos datos de la IGDB (Base de Datos Internacional de Vidrios). En todo caso, si el usuario cuenta con datos de otras fuentes puede ingresarlos aquí.

Como se muestra en la imagen de abajo, los datos espectrales se organizan en una tabla mediante valores separados por comas, con una línea para cada longitud de onda específica. A su vez, cada línea tiene 4 columnas:

1. Longitud de onda (micrones)
2. Transmitancia solar (Tsol)
3. Reflectancia solar frontal (Rsol1)
4. Reflectancia solar posterior (Rsol2)

**Nota:** En los casos en los que el vidrio ha sido girado, las últimas dos columnas (reflectancia frontal y posterior) se invierten antes de enviar los datos a EnergyPlus.

Vidrios - Datos				
General	Térmicas	Solares	Visibles	Datos espectrales
Datos Espectrales				
0.3	0	0.049	0.049	
0.305	0	0.049	0.049	
0.31	0	0.049	0.049	
0.315	0.003	0.049	0.049	Longitud de onda (micron)
0.32	0.016	0.048	0.048	
0.325	0.054	0.048	0.048	Transmitancia Solar
0.33	0.138	0.049	0.049	
0.335	0.272	0.052	0.052	Reflectividad Solar (Frontal)
0.34	0.42	0.057	0.057	
0.345	0.557	0.063	0.063	Reflectividad Solar (Posterior)
0.35	0.664	0.07	0.07	
0.355	0.74	0.075	0.075	
0.36	0.789	0.079	0.079	
0.365	0.806	0.08	0.08	

## Conversión de propiedades ópticas del vidrio

En ocasiones las propiedades ópticas de los vidrios sin recubrimiento se describen mediante el índice de refracción ( $n$ ) y la transmitancia con incidencia normal ( $T$ ). Las siguientes ecuaciones muestran cómo convertir esos valores a los de transmitancia y reflectancia requeridos por DesignBuilder y EnergyPlus. Estas ecuaciones aplican sólo para vidrios sin recubrimiento y se pueden utilizar para convertir propiedades solares y visibles (generalmente los valores  $n$  y  $T$  son diferentes para la radiación solar y visible). Tenga en cuenta que, como el vidrio no tiene recubrimiento, las reflectancias frontal y posterior son las mismas que la  $R$  calculada con el método explicado aquí.

Dados los valores de  $n$  y  $T$ , encontrar  $R$ :

$$r = \left( \frac{n-1}{n+1} \right)^2$$

$$\tau = \frac{\left[ (1-r)^4 + 4r^2 T^2 \right]^{1/2} - (1-r)^2}{2r^2 T}$$

$$R = r + \frac{(1-r)^2 r \tau^2}{1 - r^2 \tau^2}$$

*Ejemplo:*

$$T = 0.86156$$

$$n = 1.526$$

$$r = \left( \frac{1.526-1}{1.526+1} \right)^2$$

$$\tau = 0.93974$$

$$R = 0.07846$$

## Programaciones

DesignBuilder emplea componentes de **programación** para definir la activación y/o la operación de numerosos aspectos del edificio, entre los que se pueden incluir los siguientes:

- La ocupación de las diferentes zonas del edificio.
- El funcionamiento de equipos, luminarias y sistemas HVAC.
- La apertura de las ventanas para permitir la ventilación natural.
- La transmitancia solar de los bloques de componente.

**Nota:** Exceptuando las que se usan para definir la **Transmitancia de los bloques de componentes**, las programaciones sólo se emplean cuando la opción de **Sincronización** se ha establecido como Programaciones (Opciones del modelo).

Los componentes de Programación se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- <General>
- Actividades Misceláneas 24 Horas
- Almacenamiento o Distribución
- Asamblea General / Centros de Ocio / Clubes Nocturnos / Teatros
- Bibliotecas / Museos / Galerías
- Centros Comunitarios / de Día
- Cortes de la Corona y del Condado
- Edificios de Cuidados de Salud Primaria
- Educación (No-Residencial)
- Educación (Residencial)
- Espacios Residenciales
- Estacionamientos 24 Horas
- Hospitales / Centros de Cuidado
- Hoteles
- Industrial General / Industria Especial
- Instituciones de Seguridad Residencial
- Oficinas / Talleres de Negocios
- Restaurantes / Cafeterías / Locales de Bebidas / Locales de Comida Rápida
- Servicios de Emergencia
- Terminales de Pasajeros
- Universidades y Colegios
- Venta al Por Menor y Financiero / Servicios Profesionales

El dialogo de edición de los componentes de programación, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado **Administración de componentes y plantillas**, tiene solo una pestaña: **General**.

## General

En este encabezado puede especificar el **Nombre**, la **Descripción** (opcional), la **Fuente** (opcional), la **Categoría** y la **Región** del componente de programación. Adicionalmente puede seleccionar el tipo de programación, como se explica a continuación.

### Tipo de programación

Es posible seleccionar uno de los siguientes **tipos de programación**, mediante una lista desplegable:

**1-Programación 7/12.** A cada día de la semana, de cada mes del año (de ahí la denominación 7/12), se le asigna un componente de **Perfil** que define el funcionamiento diario.

**2-Programación Compacta.** Permite definir programaciones de manera más flexible, mediante un código de texto basado en el formato del objeto *Schedule:Compact* de EnergyPlus.

**3-Programación Diaria.** Es un tipo especial de programación, similar a la compacta, pero que solo cubre un día.

## Días de diseño

Este encabezado solo se muestra cuando se selecciona el **Tipo de programación 1-Programación 7/12**. Aquí es posible seleccionar un método de definición del día de diseño y a continuación ingresar la información correspondiente.

### Método de definición del día de diseño

Cuando se usa **HVAC Simple**, y se selecciona la opción de **Dimensionado 3-Autodimensionado**, antes de las simulaciones dinámicas se efectúa automáticamente un cálculo para establecer la potencia necesaria de los sistemas de **calefacción y refrigeración**. En ese caso, si se usan programaciones 7/12 hay dos maneras de definir si éstas serán empleadas o no en los cálculos de autodimensionado, es decir, en los días de diseño de calefacción y refrigeración:

**1-Uso final predeterminado.** En este caso es posible asignar un **Uso final predeterminado** a la programación (ver abajo), con el objeto de establecer si la programación será considerada en los cálculos de autodimensionado de la calefacción.

**2-Perfiles.** Con esta opción, el funcionamiento en los días de diseño de calefacción y refrigeración para **autodimensionado** se define de forma explícita, mediante un componente de **Perfil**. Por lo general esta opción se recomienda en lugar de la de **Uso final predeterminado**, ya que es más flexible y fácil de manejar.

### Uso final predeterminado

Si seleccionó el **Método de definición del día de diseño 1-Uso final predeterminado**, aquí puede hacer la selección correspondiente por medio de una lista desplegable. Las opciones disponibles

son: 1-General, 2-Ocupación, 3-Iluminación, 4-Equipos, 5-Calefacción, 6-Refrigeración, 7-HVAC, 8-Ventilación natural y 9-ACS.

A partir de la selección hecha, la programación podrá ser usada o no en los cálculos de autodimensionado de calefacción, dependiendo de las selecciones hechas en el encabezado **Activación de programaciones 7/12 y de día laborable** (Opciones del modelo). Por ejemplo, si usa una programación 7/12 para definir la ocupación del edificio y le asigna el uso final predeterminado **Ocupación**, y en las opciones del modelo mencionadas antes activa la casilla **Ocupación**, entonces la ocupación (y por tanto las ganancias de calor asociadas) será considerada en los cálculos de autodimensionado de la calefacción. En cambio, si en las opciones del modelo desactiva la casilla Ocupación, entonces la programación no será considerada y las ganancias por ocupación no afectarán los cálculos de autodimensionado de la calefacción.

#### Notas:

1. Las ganancias asociadas a la ocupación, equipos e iluminación se suelen omitir en los cálculos de dimensionado de la calefacción, con el objeto de evitar el riesgo de **sub-dimensionado**. Por eso se recomienda emplear programaciones con los usos finales predeterminados correctos, y dejar las **casillas correspondientes** desactivadas en el diálogo de **Opciones del modelo**.
2. En el caso de los cálculos de **autodimensionado de refrigeración**, se emplean los perfiles de funcionamientos asociados a la celda del día **Miércoles** (ver abajo), y se considera el mes especificado en el encabezado **Día de diseño de refrigeración** (Opciones del modelo).
3. Algunos usuarios encuentran confuso el sistema de **usos finales predeterminados**. En esos casos se recomienda emplear el **Método de definición del día de diseño 2-Perfiles**, que se explica a continuación, o mejor aún emplear **programaciones compactas**. En estos últimos casos el uso de las programaciones en los cálculos de autodimensionado se define más explícitamente.

#### Perfil del día de diseño de calefacción

Si seleccionó el **Método de definición del día de diseño 2-Perfiles**, aquí puede asignar un componente de **Perfil** para definir la activación de la programación en los cálculos de autodimensionado de la calefacción. Cuando crea una nueva programación el componente de perfil predeterminado es **Off**, lo que significa que la programación no será considerada. Esto es recomendable para todas las programaciones relacionadas con las ganancias internas, como ocupación, equipos e iluminación, con el objeto de evitar el riesgo de sub-dimensionar el sistema de calefacción.

#### Perfil del día de diseño de refrigeración

Si seleccionó el **Método de definición del día de diseño 2-Perfiles**, aquí puede asignar un componente de **Perfil** para definir la activación de la programación en los cálculos de autodimensionado de la refrigeración. Cuando crea una nueva programación el componente de perfil predeterminado es **On**, lo que significa que la programación será considerada. Esto es recomendable para todas las programaciones relacionadas con las ganancias internas, como ocupación, equipos e iluminación, con el objeto de evitar el riesgo de sub-dimensionar el sistema de refrigeración.

## Perfiles

En este encabezado se ingresan los datos que definen la programación en si. Los datos a ingresar dependen del **Tipo de programación** seleccionado: *1-Programación 7/12*, *2-Programación Compacta* o *3-Programación Diaria*.

### Con programación 7/12

Para definir las programaciones 7/12, en el encabezado Perfiles se dispone de una cuadrícula con 84 celdas, definidas por 7 columnas para los días de la semana y 12 filas para los meses del año. En cada casilla se puede establecer un componente de **Perfil**. Si lo desea puede asignar un perfil distinto a cada celda, pero por lo general los perfiles se asignan de una manera más ordenada y simple. Por ejemplo, se puede emplear un perfil para los días entre semana (lunes a viernes) durante todo el año, y otro perfil para los fines de semana (sábado y domingo), también durante todo el año. La siguiente imagen ejemplifica el caso anterior.

Perfiles							
Mes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Ene	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Feb	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Mar	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Abr	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
May	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Jun	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Jul	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Ago	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Sep	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Oct	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Nov	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Dic	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off

Para seleccionar y deseleccionar celdas dispone de las siguientes opciones:

- Puede seleccionar y deseleccionar **celdas individuales** haciendo clic sobre ellas.
- Puede seleccionar y deseleccionar **columnas y filas completas** haciendo clic en los **nombres** de los días y los meses, respectivamente. En este caso es posible emplear la tecla **Alt Gr** para hacer selecciones/deselecciones múltiples.
- En el panel de **Información** dispone de las siguientes herramientas adicionales para seleccionar y/o deseleccionar celdas rápidamente:
  - Seleccionar todos los días entre semana (lunes a viernes)
  - Seleccionar todos los fines de semana (sábado y domingo)
  - Establecer todos los fines de semana como "Inactivo"
  - Seleccionar todo
  - Deseleccionar todo

Una vez seleccionadas las celdas, es posible asignar los **perfiles** adecuados desde el panel de **Información** (a la derecha del diálogo), haciendo clic en el comando **Editar las celdas seleccionadas**. Esto abre un dialogo con todos los componentes de **Perfil** disponibles, desde el cual puede asignar, copiar, crear o editar perfiles. Si ha seleccionado celdas que ya tienen un perfil



asignado, también puede usar el panel **Datos** para navegar hasta el componente de perfil y luego hacer **doble clic** en él para asignarlo a las celdas.

### Con programación compacta

Las **programaciones compactas** emplean una versión ligeramente modificada del objeto de EnergyPlus *Schedule:Compact*. En este caso todas las características de la programación se definen mediante un **código de texto**, ofreciendo una gran flexibilidad para definir incluso programaciones muy complejas.

El **código de texto** que define las programaciones compactas sigue unas convenciones que siempre deben mantenerse, pues de otra manera se obtendrá un error. Por ejemplo, debe respetarse el uso de los **espacios** y los símbolos **dos puntos**, **coma** y **punto y coma**, así como los **nombres de comandos**, como se explica a continuación y/o se muestra en los ejemplos.

Las primeras tres líneas del código de texto son elementos de referencia obligatorios:

- **Primera línea: Tipo de objeto EnergyPlus.** Aquí siempre se incluye el comando de texto *Schedule:Compact*.
- **Segunda línea: Nombre de la programación.** Debe indicar un nombre para la programación, por ejemplo *Actividad oficinas*. Este sirve solo como referencia interna, pues es remplazado por un nombre creado automáticamente por el programa cuando se generan datos para EnergyPlus.
- **Tercera línea: Tipo de valor.** Debe indicar el tipo de valor empleado en la programación, con las siguientes opciones predeterminadas: *Any Number* (cualquier valor), *Fraction* (valores continuos entre 0 y 1), *Temperature* (valores continuos entre -60 y 200), *Control Type* (valores discretos entre 0 y 4) u *On/Off* (valores discretos 0 o 1).

#### Notas:

1. En las programaciones empleadas para definir aspectos como la **ocupación**, el uso de **aparatos y equipos**, el funcionamiento de la **iluminación artificial**, y otros similares, se recomienda siempre usar el tipo de valor *Fraction*. Puede usar el tipo de valor *Any Number* para emplear valores superiores a 1, pero recuerde que los valores asociados a las ganancias se multiplican por los valores de la programación. Por ejemplo, si especifica una densidad de ocupación de 0.1 personas/m<sup>2</sup>, y la programación tiene periodos con un valor de 2, durante dichos periodos se tendrá una densidad real de 0.2 personas/m<sup>2</sup>. Esto puede generar confusión, por lo que es preferible usar en los modelos valores máximos de ganancias (por ejemplo densidad máxima de ocupación) y luego reducirlos con valores fraccionales en las programaciones.
2. La selección de las **temperaturas de consigna** empleadas para controlar los sistemas de **HVAC Simple** también se hace mediante programaciones con valores fraccionales, aunque se especifican como *Temperature*, como se detalla más adelante.

En la siguiente parte del código (después de la tercera línea) se define la programación en sí, mediante una serie de comandos de texto predefinidos, por ejemplo: *Through*, *For*, *Interpolate*, *Until*, *Value*. A continuación se describe cada uno de estos comandos:

- **Through.** Este comando permite indicar la **fecha de finalización** de cada **periodo** incluido en la programación (no es necesario indicar la fecha de inicio, pues ésta se deduce). Puede definir múltiples periodos secuenciales, por ejemplo para establecer variaciones estacionales. Si no hay variaciones estacionales o de otro tipo, puede escribir: *Through: 31 Dec*, para indicar que los datos correspondientes aplican para todo el año. Aplican también las siguientes reglas:
  - a) Cada programación compacta tiene que cubrir todos los días del año. Si la definición de los periodos mediante el comando **Through** deja algún día sin cubrir se generará un error.
  - b) Cuando hay varios periodos las fechas del comando **Through** deben definirse en una secuencia ordenada. La última siempre debe ser *31 Dec*.
  - c) Cada campo del comando **Through** solo admite una única fecha.
  - d) La fecha puede indicarse con un número para el día y las tres primeras letras del mes (siempre en inglés). Por ejemplo *21 Apr*, o *31 Dec*.
- **For.** Este comando permite especificar los tipos de días para los que aplican los valores incluidos en cada periodo. Es posible combinar múltiples selecciones en la misma línea: *Weekdays, Weekends, Holidays, AllDays, SummerDesignDay, WinterDesignDay, Sunday, Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday, Friday, Saturday, CustomDay1, CustomDay2*. En los comandos **For** segundo y posteriores (no en el primero) también es posible especificar el tipo de día *AllOtherDays*.

**Nota:** EnergyPlus limita la longitud de las líneas a 60 caracteres. Para evitar rebasar ese límite puede, por ejemplo, sustituir líneas como "*For: Weekdays SummerDesignDay WinterDesignDay Weekends Holidays AllOtherDays,*" con líneas como "*For: AllDays,*".

- **Interpolate (opcional).** Con este comando, los valores definidos en las programaciones se pueden interpolar a cada **etapa de simulación**. Si se usa, el comando **Interpolate** solo admite dos opciones: *Yes* o *No*.
- **Until.** Este comando permite especificar la hora de terminación de cada **sub-periodo** durante un día (no es necesario indicar la hora de inicio, pues ésta se deduce). El valor de hora debe indicarse en formato HH:MM de 24 horas (por ejemplo, la 1:00pm se representa como 13:00).
- **Value.** El nombre de este comando no se incluye en el código de texto, ya que representa el campo en el que se indica el valor asociado a cada sub-periodo de la programación. Recuerde que los tipos de valor posibles son *Any Number* (cualquier valor), *Fraction* (valores continuos entre 0 y 1), *Temperature* (valores continuos entre -60 y 200), *Control Type* (valores discretos entre 0 y 4) y *On/Off* (valores discretos 0 o 1).

**Nota:** Incluso si está utilizando DesignBuilder con unidades IP, debe utilizar las unidades del Sistema Internacional (SI) para los valores de programaciones compactas, ya que se trasladan directamente a EnergyPlus.

### Ejemplo 1: Programación de funcionamiento de aparatos y equipos

```
Schedule:Compact,  
Office_OpenOff_Equip,  
Fraction,  
Through: 31 Dec,
```

For: Weekdays SummerDesignDay,  
 Until: 07:00, 0.05,  
 Until: 20:00, 1,  
 Until: 24:00, 0.05,  
 For: Weekends,  
 Until: 24:00, 0.05,  
 For: Holidays,  
 Until: 24:00, 0.05,  
 For: WinterDesignDay AllOtherDays,  
 Until: 24:00, 0;

Esta programación permite controlar el funcionamiento de los aparatos y equipos en un espacio de oficinas. Se interpreta de la siguiente manera:

- El tipo de valor establecido es fraccional (*Fraction*).
- No hay variaciones estacionales, sino que los valores aplican para todo el año (*Through: 31 Dec*, en la cuarta línea).
- Durante los **días entre semana** (lunes a viernes) y durante el **día de diseño de refrigeración** se asume el funcionamiento de los aparatos a un 100% de su potencia (valor 1) de las 07:00 a las 20:00 Horas, y a un 5% de su potencia (valor 0.05) de las 20:00 a las 07:00 Horas.
- Durante los **fines de semana** (sábado y domingo) y los **días festivos** se asume el funcionamiento de los aparatos a un 5% de su potencia (valor 0.05) durante las 24 horas.
- Durante el **día de diseño de calefacción**, y **cualquier otro día**, se asume que los aparatos y equipos se encuentran completamente inactivos (valor 0).

## Ejemplo 2 - Programa de tipo de temperatura de consigna con HVAC Simple

Schedule:Compact,  
 Dwell\_DomLounge\_Heat-Winter,  
 Temperature,  
 Through: 31 Mar,  
 For: Weekdays Weekends Holidays WinterDesignDay,  
 Until: 14:00, 0.5,  
 Until: 23:00, 1,  
 Until: 24:00, 0.5,  
 For: SummerDesignDay AllOtherDays,  
 Until: 24:00, 0,  
 Through: 31 Oct,  
 For: AllDays,  
 Until: 24:00, 0,  
 Through: 31 Dec,  
 For: Weekdays Weekends Holidays WinterDesignDay,  
 Until: 14:00, 0.5,  
 Until: 23:00, 1,  
 Until: 24:00, 0.5,

*For: SummerDesignDay AllOtherDays,*  
*Until: 24:00, 0;*

Esta programación se puede emplear, por ejemplo, para definir la activación del sistema de calefacción en un espacio de estar de una vivienda. Se interpreta de la siguiente manera:

- El tipo de valor establecido es temperatura (*Temperature*), aunque en realidad no se está definiendo directamente valores de temperatura sino la desactivación o activación (con temperatura de consigna regular o secundaria) del sistema de calefacción.
- Hay dos periodos distintos definidos en la programación. El primero integra los primeros y últimos meses del año (invierno, en este caso), el segundo abarca los meses centrales (verano).
- En el periodo de invierno, durante todos los **días de la semana** (lunes a domingo), durante los días festivos y durante el **día de diseño de calefacción**, se asume que el sistema de calefacción se puede activar con la temperatura de consigna regular (valor 1) de las 14:00 a las 23:00 Horas, y con la temperatura de consigna secundaria (valor 0.5) de las 23:00 a las 14:00.
- Durante todo el **periodo de verano**, así como en el **día de diseño de refrigeración** y **cualquier otro día** del periodo de invierno, se asume que la calefacción permanece inactiva (valor 0).

**Nota:** Puede ver más detalles sobre el uso de programaciones para el control de los sistemas HVAC Simple en la sección [Las programaciones y los sistemas de HVAC Simple](#).

### Con programación diaria

Las programaciones diarias son un tipo especial de programación, que cubren un solo día. Solo se usan para definir **Modificadores de rango de temperatura** (datos del Sitio), como parte de los datos climáticos para diseño de refrigeración. Estas programaciones tienen un formato similar a las programaciones **Compactas**, pero no incluyen los comandos *Through* y *For*.

*Schedule:Day:Interval,*  
*Daily range multipliers for Design Days,*  
*Any Number,*  
*Yes*  
*Until: 1:00, 0.88,*  
*Until: 2:00, 0.92,*  
*Until: 3:00, 0.95,*  
*Until: 4:00, 0.98,*  
*Until: 5:00, 1.00,*  
*Until: 6:00, 0.98,*  
*Until: 7:00, 0.91,*  
*Until: 8:00, 0.74,*  
*Until: 9:00, 0.55,*  
*Until: 10:00, 0.38,*  
*Until: 11:00, 0.23,*  
*Until: 12:00, 0.13,*  
*Until: 13:00, 0.05,*

Until: 14:00, 0.00,  
 Until: 15:00, 0.00,  
 Until: 16:00, 0.06,  
 Until: 17:00, 0.14,  
 Until: 18:00, 0.24,  
 Until: 19:00, 0.39,  
 Until: 20:00, 0.50,  
 Until: 21:00, 0.59,  
 Until: 22:00, 0.68,  
 Until: 23:00, 0.75,  
 Until: 24:00, 0.82;

**Nota:** La sintaxis de las programaciones diarias no son revisadas por DesignBuilder de la misma manera que las programaciones compactas. En ese sentido es importante que el usuario revise con cuidado el código de texto.

## Resumen: programaciones en cálculos de diseño y autodimensionado

Es importante diferenciar entre los cálculos de **Diseño de calefacción y refrigeración**, a los que se accede mediante las pestañas de análisis, y los cálculos de **autodimensionado** que se efectúan automáticamente antes de las simulaciones dinámicas con EnergyPlus, cuando se emplea **HVAC Simple** y se selecciona la opción de **Dimensionado de HVAC 3-Autodimensionado**. A continuación se describe el uso de las programaciones en ambos casos.

### Cálculos de diseño de calefacción y refrigeración

Los cálculos de **Diseño de calefacción** no emplean programaciones, ya que se trata de un análisis estacionario que no toma en cuenta las variaciones en el tiempo, además de que no se consideran ganancias internas. En los casos en que, por ejemplo, se define una tasa máxima de ventilación mecánica que luego se modifica mediante una programación, para los cálculos de **Diseño de calefacción** se utiliza dicha tasa máxima de manera continua.

En cambio, los cálculos de **Diseño de refrigeración** son dinámicos y emplean datos de programación dependiendo de la opción seleccionada:

- **Diseño de refrigeración con Programaciones compactas.** Se emplean perfiles de funcionamiento asociados al **Tipo de día** especificado en las Opciones del modelo. El tipo de día predeterminado es *9-SummerDesignDay*.
- **Diseño de refrigeración con Programaciones 7/12 y Método de definición del día de diseño 1-Usó final predeterminado.** Se emplean los perfiles de funcionamientos asociados a la celda del día **Miércoles** (en los componentes de programación) del **Mes** especificado en las Opciones del modelo.
- **Diseño de refrigeración con Programaciones 7/12 y Método de definición del día de diseño 2-Perfiles.** Se emplean los perfiles de funcionamiento indicados explícitamente en el campo **Perfil del día de diseño de refrigeración** (en los componentes de programación).

## Cálculos de autodimensionado de calefacción y refrigeración

En los cálculos de **autodimensionado de calefacción** se emplean los siguientes datos de programaciones:

- **Autodimensionado de calefacción con Programaciones compactas.** Se emplean perfiles de funcionamiento asociados al **Tipo de día** *WinterDesignDay* (en las propias programaciones).
- **Autodimensionado de calefacción con Programaciones 7/12 y Método de definición del día de diseño 1-Usó final predeterminado.** Se emplean las programaciones con un uso final predeterminado que se encuentre **activado** en las Opciones del modelo.
- **Autodimensionado de calefacción con Programaciones 7/12 y Método de definición del día de diseño 2-Perfiles.** Se emplean los perfiles de funcionamiento indicados explícitamente en el campo **Perfil del día de diseño de calefacción** (en los componentes de programación).

En los cálculos de **autodimensionado de refrigeración** se emplean los siguientes datos de programaciones:

- **Autodimensionado de refrigeración con Programaciones compactas.** Se emplean perfiles de funcionamiento asociados al **Tipo de día** *SummerDesignDay* (en las propias programaciones).
- **Autodimensionado de calefacción con Programaciones 7/12 y Método de definición del día de diseño 1-Usó final predeterminado.** Se emplean los perfiles de funcionamientos asociados a la celda del día **Miércoles** (en los componentes de programación) del **Mes** especificado en las Opciones del modelo.
- **Autodimensionado de refrigeración con Programaciones 7/12 y Método de definición del día de diseño 2-Perfiles.** Se emplean los perfiles de funcionamiento indicados explícitamente en el campo **Perfil del día de diseño de refrigeración** (en los componentes de programación).

## Las programaciones y los sistemas de HVAC Simple

Cuando se emplea **HVAC Simple**, hay dos opciones de **sincronización**, esto es, de regular el funcionamiento en el tiempo de los diversos aspectos del edificio: Día Laborable y Programaciones (Opciones del modelo). En este apartado se explica el uso de ambas opciones para regular el funcionamiento de los sistemas de calefacción y refrigeración.

Es importante tener en cuenta que los sistemas de calefacción y refrigeración con **HVAC Simple** se controlan fundamentalmente mediante los parámetros de funcionamiento que se establecen en la pestaña de **datos de HVAC** (ya sea controles de Día laborable o Programaciones) y las de **consignas de temperatura** que se definen en la pestaña de datos de Actividad.

### HVAC Simple con la opción Programaciones

En este caso las **programaciones compactas**, y las **programaciones 7/12** que tienen perfiles del tipo *3-Personalizado*, deben tener los siguientes valores: 0, 0.5 y 1.

- El **valor 0** indica que el sistema de calefacción o refrigeración no se puede activar, independientemente de que sea necesario.

- El **valor 0.5** (aunque se puede emplear cualquier valor  $> 0$  y  $\leq 0.5$ ) indica que el sistema se puede activar, si es necesario, y se controla con la **temperatura de consigna secundaria** (pestaña de datos de **Actividad**).
- El **valor 1** (aunque se puede emplear cualquier valor  $> 0.5$ ) indica que el sistema se puede activar, si es necesario, y se controla con la **temperatura de consigna regular** (pestaña de datos de **Actividad**).

#### Notas:

1. Cuando utiliza **programaciones 7/12** los valores fraccionales de indican como valores porcentuales. Por ejemplo 0.5 se expresa como 50%.
2. Cuando utiliza **programaciones 7/12** con perfiles del tipo *2-Periodo único*, se considera que el sistema se puede activar, controlado con la **temperatura de consigna secundaria**, durante los periodos de inactividad. Si desea que el sistema se desactive en determinados horarios use el tipo de perfil *3-Personalizado*, o establezca unas consignas secundarias muy bajas (calefacción) y muy altas (refrigeración).
3. Cuando utiliza **programaciones 7/12** con perfiles del tipo *1-Constante* se considera que el sistema se puede activar siempre, controlado con la **temperatura de consigna regular**.

### HVAC Simple con la opción Día laborable

En este caso durante los periodos **activos** del control de **Día laborable** (de la hora de activación a la hora de desactivación) se considera que el sistema de calefacción o refrigeración se puede activar, si es necesario, controlado con la **temperatura de consigna regular** (pestaña de datos de **Actividad**). El tiempo restante (de la hora de desactivación a la hora de activación) los sistemas se pueden activar, controlados por la **consigna secundaria**. Si desea que los sistemas no se activen durante los periodos inactivos emplee programaciones 7/12 con perfiles del tipo *2-Periodo único*, o establezca unas consignas secundarias muy bajas (calefacción) y muy altas (refrigeración).

Recuerde que los días de la semana en los que aplican los periodos activos se pueden establecer mediante el parámetro **Días por semana**. Por ejemplo, si establece 5 días por semana los sistemas solo se activarán de lunes a viernes. Igualmente puede establecer un funcionamiento estacional de los sistemas, eligiendo alguna de las opciones del parámetro **Control estacional**: *Todo el año*, *Solo invierno*, o *Solo verano*.

## Clima horario

Para definir las condiciones ambientales externas durante las simulaciones dinámicas, DesignBuilder emplea archivos de datos climáticos horarios con el formato EPW de EnergyPlus. Los componentes de **Clima horario** sirven fundamentalmente para vincular estos archivos a los modelos de simulación.

### General

En el encabezado General de la pestaña General puede especificar el **Nombre**, la **Fuente** (opcional) y el **País** del componente de Clima horario.



Adicionalmente puede cargar el **archivo de datos climáticos horarios** que estará vinculado al componente, haciendo clic en el símbolo de puntos suspensivos (...) ubicados a la izquierda del campo **Archivo**. Con ello se abrirá un dialogo que permite acceder directamente a la **Carpeta de datos climáticos** de DesignBuilder. Tome en cuenta los siguientes aspectos:

- El archivo de datos climáticos en formato EPW debe estar necesariamente en la **Carpeta de datos climáticos** de DesignBuilder, pues de otra manera el programa no podrá leerlo.
- Junto con el archivo EPW debe estar, también en la **Carpeta de datos climáticos**, el archivo STAT asociado a él. De otra manera no se podrán extraer los datos estadísticos correspondientes.
- Puede acceder a la **Carpeta de datos climáticos** desde el menú *Archivo > Carpetas*.

## Detalles

Cuando se vincula un archivo de datos climáticos al componente de Clima horario, de manera automática se extraen los siguientes datos:

**Latitud:** La latitud del sitio, en grados-decimales. Los números positivos indican latitud **Norte**, los números negativos indican latitud **Sur**.

**Longitud:** La longitud del sitio, en grados-decimales. Los números positivos indican longitud **Este**, los números negativos indican longitud **Oeste**.

**Identificador de estación WMO:** Identificador de la estación perteneciente a la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés) de la cual se derivan los datos.

**Zona climática ASHRAE:** Es la zona climática a la que pertenece el sitio, de acuerdo a la clasificación climática de la ASHRAE.

## Estadísticas

Los datos que aparecen en esta pestaña se extraen automáticamente del archivo STAT asociado al archivo de datos climáticos EPW, siempre y cuando también se encuentre en la **Carpeta de datos climáticos**. Se emplean principalmente para establecer periodos de simulación predeterminados (en el diálogo de **Opciones de cálculo** que se abre **al ejecutar** una simulación).

### Verano

**Mes inicial del verano, Mes final del verano:** Estos datos definen el periodo de verano, es decir los tres meses más cálidos del año.

**Semana cálida extrema, inicio:** Define el día de inicio de la semana más cálida del año.

**Semana cálida típica, inicio:** Define el día de inicio de una semana típica de verano, con temperaturas promedio para ese periodo.

**Grados día de refrigeración Base 10°C:** Son los grados día de refrigeración calculados con una temperatura base de 10°C. Este dato se puede modificar editando el archivo EPW mediante el [Procesador de archivos de datos climáticos](#).

## Invierno

**Mes inicial del invierno, Mes final del invierno:** Estos datos definen el periodo de invierno, es decir los tres meses más fríos del año.

**Semana fría extrema, inicio:** Define el día de inicio de la semana más fría del año.

**Semana fría típica, inicio:** Define el día de inicio de una semana típica de invierno, con temperaturas promedio para ese periodo.

**Grados día de calefacción Base 18°C.** Son los grados día de calefacción calculados con una temperatura base de 18°C. Este dato se puede modificar editando el archivo EPW mediante el [Procesador de archivos de datos climáticos](#).

## Sobre los archivos de datos climáticos

DesignBuilder emplea **archivos de datos climáticos horarios** con el formato de EnergyPlus (extensión EPW) para llevar a cabo las simulaciones dinámicas. Dichos archivos suelen tener las siguientes características:

- Contienen datos hora a hora, para un año completo, de factores atmosféricos como la temperatura, la humedad, la radiación solar y el viento, entre otros.
- Representan las condiciones climáticas de un año “**típico**” en una localidad específica. Esto se hace sintetizando información de largos periodos, por ejemplo 10, 20 o 30 años. Para realizar dicha síntesis se suele seleccionar individualmente los meses que representan mejor los patrones normales, empleando factores de ponderación basados en la temperatura, la humedad, el viento y la radiación solar. Existen varios métodos, pero generalmente son similares al empleado para desarrollar los [paquetes de datos TMY2](#).
- Se derivan de registros horarios llevados a cabo en el lugar por oficinas meteorológicas y/o de servicios climáticos, compilados con un método y un formato específicos. Como ejemplo podemos mencionar los paquetes de datos TMY2 de Estados Unidos, CWC de Canadá y TRY (CEC 1985) de Europa.

## Como obtener archivos de datos climáticos

EnergyPlus ofrece una base de datos con archivos de datos climáticos en formato EPW, para más de 2,100 localidades en todo el mundo, a la cual se puede acceder desde su sitio:

<https://energyplus.net/weather>

DesignBuilder ofrece los mismos archivos que EnergyPlus, pero modificados para sincronizarlos con las fechas del año 2002. Estos archivos no se incluyen en la instalación del programa, ya que representan una enorme cantidad de datos, sino que se descargan vía internet “bajo demanda”:

- Cuando se inicia la simulación de un modelo en el que se ha especificado uno de los archivos de datos climáticos disponibles (vinculados a los componentes de **Clima horario** que vienen con el programa), aparecerá un diálogo que le preguntará si desea descargar el archivo desde el sitio de DesignBuilder.

- Si hace clic en Aceptar, el archivo EPW se descargará directamente a la **Carpeta de datos climáticos** (menú *Archivo > Carpetas*) y estará disponible para esa simulación y otras que lleve a cabo en el futuro. Junto con el archivo EPW se descargarán otros archivos asociados a él, como el archivo STAT.

Si requiere archivos de datos climáticos para localidades no incluidas en la base de datos de EnergyPlus y DesignBuilder podría emplear archivos de localidades cercanas, siempre y cuando tenga características climáticas suficientemente parecidas. Adicionalmente, puede descargar o adquirir archivos de datos climáticos horarios en los siguientes sitios:

- En el **grupo Yahoo** de EnergyPlus (en la sección *Files*) hay una buena cantidad de archivos climáticos generados mediante el programa Meteonorm, para diferentes localidades en el mundo. Los archivos se pueden descargar de manera gratuita, pero es necesario registrarse y entrar al sitio para poder acceder a ellos.
- Las compañías **Weather Analytics** y **Meteonorm** ofrecen archivos de datos climáticos horarios mediante un pago. Esta última también ofrece un software comercial que le permite generar sus propios archivos de datos climáticos.

Finalmente, si dispone de la información adecuada, puede crear manualmente sus propios archivos de datos climáticos, siguiendo las instrucciones del manual de EnergyPlus *Auxiliary Programs*. Una herramienta que puede ser útil en este proceso es **Elements**, un software gratuito, de código abierto y multi-plataforma.

**Nota:** Recuerde que el **Procesador de archivos de datos climáticos** de DesignBuilder le permite convertir al formato EPW una gran cantidad de archivos climáticos en otros formatos, como CSV de EnergyPlus, TMY2, IWECC, SAMSON, WYEC2, FMT, ESPR y BLAST.

## Perfiles

Los componentes de Perfil se emplean como parte de las **Programaciones**, cuando estas son del tipo **Programación 7/12**, para definir variaciones diarias en la activación y el funcionamiento de numerosos aspectos del edificio, entre los que se encuentran la ocupación, los aparatos y equipos, la iluminación artificial y los sistemas HVAC. Se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- Operación
- Temperatura

## General

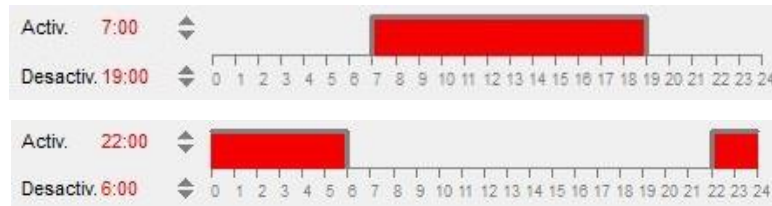
En el encabezado Perfil de la pestaña General (la única en este diálogo) puede especificar el **Nombre**, la **Fuente** (opcional), y la **Categoría** del componente de perfil. Adicionalmente puede seleccionar el **Tipo** de perfil, como se explica a continuación.

### Tipo de perfil

Puede seleccionar uno de los siguientes tipos de perfil, cada uno de los cuales se define de distinta manera:

**1-Constante.** Se define un valor único y constante para todo el día. Este se ingresa directamente en el campo **Valor**, que aparece después de seleccionar la opción.

**2-Periodo único.** Se define un periodo único durante el día, mediante un control deslizante con el que se establece una hora de **Activación** y una hora de **Desactivación**. El funcionamiento se considera nulo durante el resto del día. Las siguientes imágenes muestran dos periodos únicos, el primero de 7:00 a 19:00 horas (diurno) y el segundo de 22:00 a 6:00 horas (nocturno):



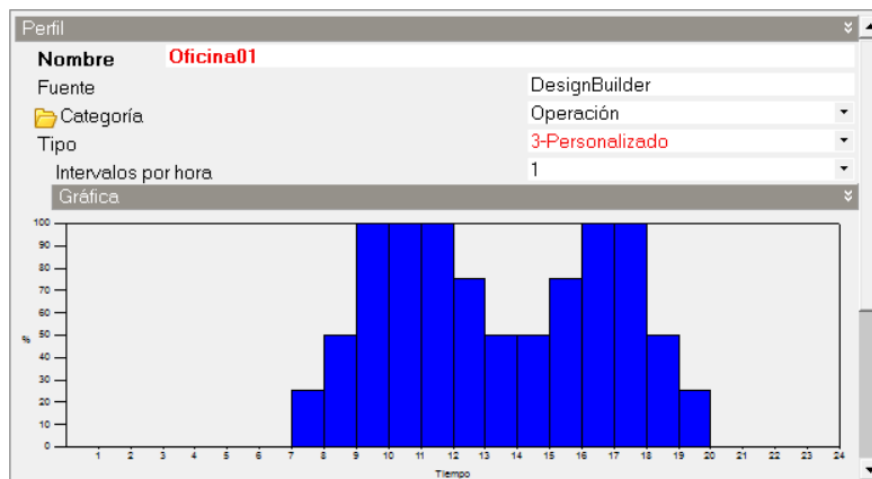
**3-Personalizado.** El perfil se define mediante valores individuales de un conjunto de intervalos, con la ayuda de un diagrama de barras (ver abajo). En este caso puede establecer el número de **Intervalos por hora** entre 1 y 6. Por ejemplo si elige 1 intervalo por hora significa que puede establecer valores para intervalos de 60 minutos. Si elige 4 intervalos por hora significa que puede definir valores para intervalos de 15 minutos.

## Gráfica

Cuando selecciona el **Tipo de perfil 3-Personalizado**, se muestra una gráfica de barras deslizantes que permiten establecer los valores de los intervalos del perfil. Hay dos maneras de establecer el valor de cada intervalo:

- Para cambiar el valor de un solo intervalo (una sola barra del diagrama) seleccione la parte superior de la barra con el botón **IZQUIERDO** del ratón y desplácela hacia arriba o hacia abajo.
- Para aplicar un valor constante a un conjunto secuencial de intervalos seleccione la parte superior de la barra que tiene el valor requerido con el botón **DERECHO** del ratón y desplácela hacia la izquierda o hacia la derecha.

**Nota:** En los perfiles de la categoría **Operación** los valores de los intervalos se muestran como porcentajes. Estos valores en realidad se toman en las programaciones como fraccionales, por ejemplo 65% equivale a 0.65.



La figura anterior muestra un perfil personalizado con valores escalonados. Se puede usar por ejemplo para establecer los patrones de ocupación en algunos espacios del edificio.

## Texturas

Los componentes de **Textura** se asignan a los componentes de **material** para representarlos en las vistas renderizadas de la pantalla **Visualización**. Obviamente solo son visibles cuando el material del que forman parte se encuentra en la capa más externa o más interna del cerramiento. También tome en cuenta que la textura no tiene influencia alguna en los cálculos y simulaciones desarrollados con DesignBuilder, ya que las **propiedades superficiales** de los materiales se definen de manera explícita. Los componentes de **Textura** se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

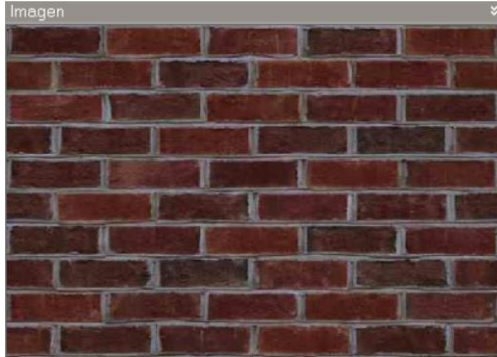
- Acabados de cubierta
- Agua
- Azulejo
- Bloque
- Corteza
- Estuco
- Granito
- Grava
- Hormigón y asfalto
- Ladrillo
- Liso/Granulado
- Madera
- Mármol
- Metal
- Misceláneos
- Pavimento
- Piedra
- Revestimiento
- Vegetación
- Verja

## General

En el encabezado General de la pestaña General (la única en este diálogo), puede especificar el **Nombre**, la **Fuente** (opcional), y la **Categoría** del componente de textura. Adicionalmente puede seleccionar el **Archivo** de imagen que definirá la textura, como se explica a continuación.

## Archivo

Si hace clic sobre el campo **Archivo**, y luego en el símbolo de puntos suspensivos (...) ubicado a la derecha, puede acceder a un diálogo que contiene los **archivos de textura** de DesignBuilder. Ahí puede seleccionar uno de los archivos de imagen para asignarlo al componente. Para ello puede hacer doble clic en el nombre del archivo o hacer clic en el botón **Aceptar**. La textura se visualizará bajo el encabezado **Imagen**:



Posteriormente puede especificar las dimensiones relativas de **Ancho** y **Altura** de la textura, es decir, las dimensiones reales de la porción representada por dicha textura. Dicho de otra manera, estas dimensiones permiten definir su “escala”.

### Notas:

1. En el mismo diálogo mencionado arriba puede añadir nuevos **archivos de imagen** para emplearlos como textura (se admiten archivos BMP, JPEG, PNG, y TIFF). Para ello debe hacer clic en el ícono **Añadir nuevos datos (+)** y a continuación navegar hasta el archivo correspondiente. Los archivos añadidos de esta manera con un archivo de DesignBuilder abierto se guardarán con el mismo archivo.
2. Si al abrir un componente de textura no aparece una textura bajo el encabezado **Imagen**, significa que el archivo correspondiente no se encuentra cargado.

## Gas de ventana

Los componentes de **Gas de ventana** se asignan a los componentes de **Acristalamiento** y se emplean para definir las propiedades termofísicas de los gases (o mezcla de gases) que llenan las cámaras entre los **Vidrios**.

Los gases de relleno afectan la transferencia de calor a través de las ventanas, pero tienen un efecto muy reducido en la transmisión de la radiación solar. El aire es el gas de relleno más común, pero los gases inertes (normalmente argón o criptón) pueden reducir la transferencia de calor a través de las ventanas. El argón y el criptón son gases incoloros, inodoros y no tóxicos. El argón es el gas inerte más utilizado, ya que ofrece un buen rendimiento térmico a bajo coste. El criptón es más eficaz reduciendo la pérdida de calor, pero es aproximadamente 200 veces más caro que el argón por unidad de volumen. Debido a que el criptón funciona mejor en cámaras delgadas (hasta 8mm), se utiliza a menudo en ventanas de acristalamiento triple y cuádruple para minimizar su espesor total. Otros tipos de gases, como el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) y el dióxido de carbono

(CO<sub>2</sub>), se emplean para reducir la transmisión de sonido, pero no ofrecen mejor rendimiento térmico que los gases inertes.

Los componentes de **Gas de ventana** se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- Aire
- Argón
- CO<sub>2</sub>
- Criptón
- Otro
- SF<sub>6</sub>
- Xenón

## General

En el encabezado General de la pestaña General (la única en este diálogo) puede especificar el **Nombre**, la **Fuente** (opcional), y la **Categoría** del componente de gas de ventana. Adicionalmente puede establecer el **Espesor** de la cámara de gas y, cuando lo requiere, las **Propiedades personalizadas**.

### Espesor

Indique el **Espesor** de la cámara de gas ubicada entre los dos vidrios.

### Definición del gas

Puede seleccionar una de las siguientes opciones para definir las características del gas, mediante la lista desplegable:

**1-Gas único.** Cuando se selecciona esta opción, para definir las propiedades del gas debe elegir una de las siguientes categorías: *Aire*, *Argón*, *Criptón* o *Xenón*. EnergyPlus conoce las propiedades de estos gases, por lo que no es necesario especificar parámetros adicionales.

**2-Gas personalizado.** Si selecciona esta opción, podrá especificar los parámetros que definen las propiedades del gas. Si está definiendo gases de las categorías *CO<sub>2</sub>*, *SF<sub>6</sub>* u *Otro*, es obligatorio seleccionar esta opción, ya que EnergyPlus no conoce sus propiedades.

### Personalizado

Si ha seleccionado la opción de **Definición del gas 2-Gas personalizado**, en este encabezado puede especificar los parámetros que definen las propiedades del gas. Recuerde que, si la categoría del gas es *CO<sub>2</sub>*, *SF<sub>6</sub>* u *Otro*, es necesario usar esta opción. Los siguientes son los parámetros a definir:

- Coeficiente A para la **conductividad** del gas (W/m-K).
- Coeficiente B para la **conductividad** del gas (W/m-K<sup>2</sup>).
- Coeficiente C para la **conductividad** del gas (W/m-K<sup>3</sup>).



- Coeficiente A para la **viscosidad** del gas (kg/m-s).
- Coeficiente B para la **viscosidad** del gas (kg/m-s-K).
- Coeficiente C para la **viscosidad** del gas (kg/m-s-K<sup>2</sup>).
- Coeficiente A para el **calor específico** del gas (J/kg-K).
- Coeficiente B para el **calor específico** del gas (J/kg-K<sup>2</sup>).
- Coeficiente C para el **calor específico** del gas (J/kg-K<sup>3</sup>).
- **Peso molecular** (Kg/kmol). Es la masa de 1 mol de la sustancia. Esta tiene un valor numérico equivalente a la masa molecular promedio de las moléculas en la sustancia multiplicada por la constante de Avogadro.
- **Tasa de calor específico**. Es el ratio entre el calor específico con presión constante y el calor específico con volumen constante.

Los **coeficientes A y B** se emplean en la siguiente ecuación para determinar las características del gas en función de su temperatura:

$$\text{Propiedad} = \text{Coeficiente\_A} + \text{Coeficiente\_B} * \text{Gas\_Temperatura (K)}$$

## Tasas metabólicas

Las **Tasas metabólicas** se emplean para definir la cantidad de calor metabólico emitido por las personas, de acuerdo a la actividad que desempeñan, en el encabezado **Condiciones metabólicas** de la pestaña de datos de Actividad. La tasa metabólica se multiplica por el número de personas en cada zona y por el **Factor metabólico** para determinar las ganancias de calor asociadas a la ocupación.

Los componentes de **Tasa metabólica** se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- Caminando
- En reposo
- Misceláneos - Ocio
- Tareas diversas
- Trabajo con maquinaria
- Trabajo de oficina

## General

En el encabezado General puede especificar el **Nombre**, la **Fuente** (opcional), la **Categoría** y la **Región** del componente de **Tasa metabólica**.

## Archivo

### Tasa metabólica por persona

En este campo puede especificar la **Tasa metabólica por persona** (W/persona). Este valor corresponde a un hombre adulto con una superficie de piel de 1.8 m<sup>2</sup>, y varía fundamentalmente de acuerdo al tipo de actividad desempeñada. Mientras más intensa sea la actividad mayor será la tasa metabólica.

#### Notas:

1. Puede encontrar valores de tasas metabólicas en el *ASHRAE Handbook of Fundamentals*, Capítulo 8, Tabla 5. Algunos de los componentes de tasas metabólicas ofrecidos por DesignBuilder se derivan de dicha fuente.
2. Para considerar otro tipo de persona que no sean hombres adultos puede emplear un **Factor metabólico** distinto de uno (pestaña de Actividad). Dicho factor se multiplica por el valor de la tasa metabólica. Por ejemplo, puede especificar factores metabólicos de 0.85 y 0.75 para mujeres y niños, respectivamente.

## Sombreado local

Los componentes de **Sombreado local** se recomiendan para definir dispositivos de sombreado del tipo arquitectónico, que suelen ser simples y de gran tamaño. Para su uso en los modelos tome en cuenta los siguientes aspectos:

- Estos componentes se modelan de manera similar a los bloques de componente, pero son planos (no tienen espesor).
- Suelen hacer más lentas las simulaciones, por lo que solo se deberían emplear en situaciones especiales y en cantidades limitadas. En su lugar se recomienda usar siempre que sea posible **Sombreado de ventana**.
- Los dispositivos de sombreado local solo aplican para el acristalamiento exterior, no para el interior ni el de cubierta.
- Se consideran 100% opacos (no son transparentes a la radiación solar).
- Los voladizos, lamas y salientes laterales se pueden definir ya sea de manera individual (por ejemplo sólo voladizos) o combinados (por ejemplo voladizos combinados con laterales).

**Nota:** Los dispositivos de **sombreado local** permiten definir un amplio rango de voladizos, lamas y salientes laterales, pero si requiere un dispositivo que no es posible modelar de esta manera puede generar dispositivos de sombreado personalizados mediante **Bloques de componente**.

Los componentes de **Sombreado local** se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- <General>
- Lamas
- Voladizos

El dialogo de edición de los componentes de **Sombreado local**, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado [Administración de componentes y plantillas](#), tiene cinco pestañas: **General**, **Lamas**, **Salientes laterales**, **Voladizos** y **Costo**.

## General

En el encabezado General de la pestaña General puede especificar el **Nombre** y la **Categoría** del componente de **Sombreado local**. Adicionalmente puede especificar el **Material** del dispositivo y el **Espesor de la hoja**, pero este último parámetro no se usa en las versiones actuales del programa.

## Material

Seleccione el componente de **Material** del dispositivo de sombreado local. Este parámetro se emplea para definir como el dispositivo reflejará la radiación solar recibida, de acuerdo a las **Propiedades superficiales** del material, así como para establecer la **Textura** con la que se verá en la pantalla de [Visualización](#).

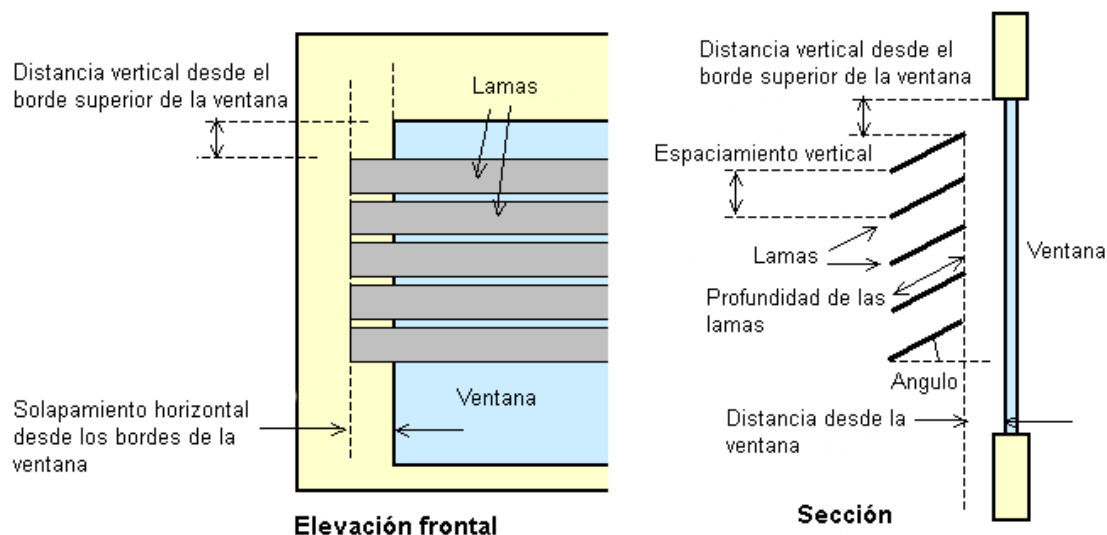
**Nota:** Las propiedades térmicas del material no serán consideradas en el caso de los dispositivos de sombreado local, ya que el programa no toma en cuenta su capacidad de conducir, almacenar o re-irradiar calor.

## Lamas

En esta pestaña puede activar el tipo de sombreado local **Lamas**, seleccionando la casilla correspondiente, y posteriormente especificar sus **Características geométricas**:

- Número de lamas.
- Espaciamiento vertical.
- Angulo.
- Distancia desde la ventana.
- Profundad de las lamas.
- Distancia vertical desde el borde superior de la ventana.
- Solapamiento horizontal desde los bordes de la ventana.

En las siguientes imágenes se ilustra cada uno de estos parámetros. Tome en cuenta que el **número de lamas** es un valor máximo. Si la altura de la ventana no es suficiente para albergar el número de lamas especificado, las lamas sobrantes se eliminarán automáticamente.

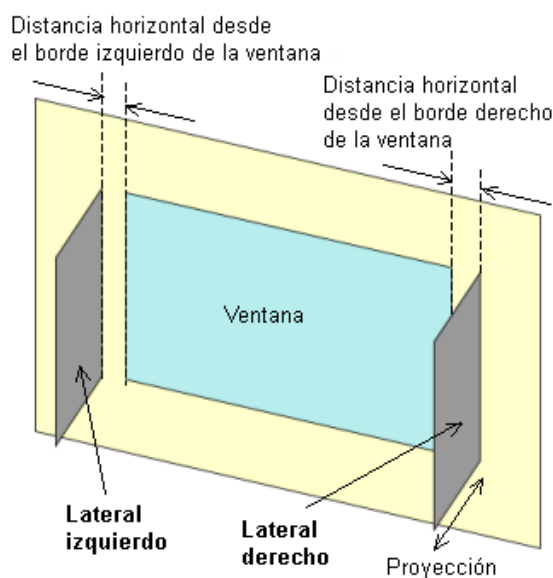


## Laterales

En esta pestaña puede activar el tipo de sombreado local **Salientes laterales**, tanto para la parte izquierda como para la parte derecha de la ventana, seleccionando las casillas correspondientes. Posteriormente puede especificar sus **Características geométricas**:

- Proyección.
- Distancia horizontal desde el borde izquierdo/derecho de la ventana.
- Solapamiento superior.
- Solapamiento inferior.

En la siguiente imagen se ilustra cada uno de estos parámetros.

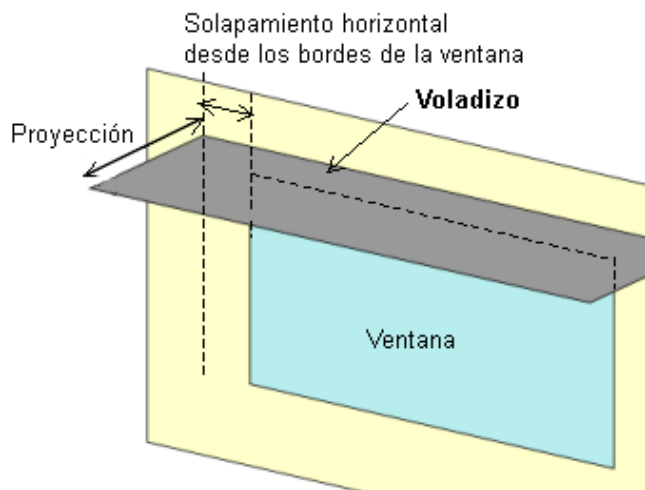
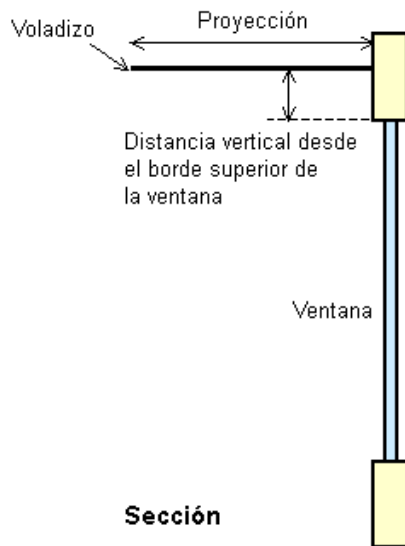


## Voladizos

En esta pestaña puede activar el tipo de sombreado local **Voladizos**, seleccionando la casilla correspondiente, y posteriormente especificar sus **Características geométricas**:

- Distancia vertical desde el borde superior de la ventana.
- Proyección.
- Solapamiento horizontal desde los bordes de la ventana.

En las siguientes imágenes se ilustra cada uno de estos parámetros.



## Coste

En esta pestaña puede indicar el coste del dispositivo de sombreado local por unidad de área de ventana. El tipo de moneda dependerá de la selección hecha en la pestaña **Internacional** del diálogo de Opciones del programa.

## Sombreado de ventana

Los componentes de **Sombreado de ventana** se emplean para definir elementos de sombreado tales como pantallas, persianas y vidrios electrocrómicos. Tome en cuenta los siguientes aspectos al usarlos en los modelos:

- Estos componentes se modelan mediante objetos específicos de EnergyPlus y permiten desarrollar simulaciones más rápidas que los componentes de **Sombreado local**. Sin embargo, no se pueden visualizar en el modelo 3D.
- Los dispositivos de **Sombreado de ventana** se pueden emplear en ventanas exteriores y en acristalamiento de cubierta.
- Los sombreados de ventana del tipo **Aislamiento transparente**, **Pantallas difusoras** y **Persianas de tablillas** se pueden ubicar en la parte interior y exterior de las ventanas, así como dentro de la cámara de gas más externa de las ventanas con más de una hoja de vidrio.

Los componentes de **Sombreado de ventana** se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- **Aislamiento transparente.** Pantallas traslúcidas con un cierto nivel de aislamiento.
- **Pantallas difusoras.** Pantallas traslúcidas con reducido nivel de aislamiento.
- **Persianas de tablillas.** Persianas con tablillas horizontales o verticales, cuyas características geométricas se pueden definir de manera detallada.
- **Vidrio electrocrómico.** No son dispositivos de sombreado en sí, sino que permiten modificar dinámicamente las propiedades solares y visibles del vidrio.

**Nota:** Las propiedades de los componentes de sombreado de ventana disponibles en el diálogo de edición cambian de acuerdo a la categoría a la que pertenecen. Por ejemplo, las propiedades geométricas de las tablillas solo aparecen cuando el sombreado se asigna a la categoría **Persianas de tablillas**.

El dialogo de edición de los componentes de **Sombreado local**, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado **Administración de componentes y plantillas**, tiene tres pestañas: **General**, **Datos de sombreado / Persianas** y **Costo**.

## General

En esta pestaña puede especificar el **Nombre**, la **Categoría** y la **Fuente** (opcional) del componente de **Sombreado de ventana**. Recuerde que los parámetros disponibles para definir el componente de sombreado de ventana dependerán de la categoría asignada.

## Datos de pantalla

Esta pestaña solo se muestra cuando ha asignado la categoría **Aislamiento transparente** o **Pantallas difusoras**. Tenga en cuenta que la principal diferencia entre estos dos tipos de dispositivos es la conductividad y el espesor de la pantalla.

### Notas:

1. Se asume que las propiedades de reflectancia y emisividad son las mismas en ambos lados de la pantalla.
2. Las pantallas se consideran difusores perfectos (toda la radiación transmitida y reflejada es hemisférica difusa), con transmitancia y reflectancia independientes del ángulo de incidencia.
3. Se asume que la pantalla cubre toda la parte acristalada de la ventana, incluyendo los divisores. Sin embargo, no se considera que cubre los marcos, cuando estos existen.
4. El plano de la pantalla se considera siempre paralelo al acristalamiento.
5. Los valores de transmitancia y reflectancia de pantallas con distintos tejidos y colores se pueden obtener de los fabricantes, o bien a partir de fuentes como el *2001 ASHRAE Fundamentals*, Capítulo 30, fig. 31.

## Propiedades de la pantalla

Los siguientes son los parámetros que definen las propiedades de las pantallas aislantes y difusoras.

### Espesor

Indique el espesor de la pantalla, el cual se refiere al espesor del material en sí y no toma en cuenta pliegues o dobleces. El valor debe ser mayor a 0.

**Nota:** Si va a emplear la pantalla dentro de la cámara de una ventana de doble vidrio, debe ingresar un valor muy bajo, por ejemplo 0.0001m. Si la pantalla tiene en realidad un espesor mayor, y funciona como aislante, puede ajustar el valor de conductividad. Por ejemplo, si el grosor real de la pantalla es 0.0025m y su conductividad es de 0.04 W/m<sup>2</sup>·K, debe ingresar un espesor de 0.0001 y un valor de conductividad equivalente a  $0.04 \times (0.0001 / 0.0025) = 0.0016$  0.04 W/m<sup>2</sup>·K.

### Conductividad

Indique el valor de conductividad del material de la pantalla, en W/m·K o BTU-in/h-ft<sup>2</sup>-F. El valor debe ser mayor a 0.

### Transmitancia solar

Indique la transmitancia promediada respecto al espectro completo de radiación solar. Se asume independiente del ángulo de incidencia. Debe ser un valor igual o mayor a 0 y menor a 1.

### Reflectancia solar

Indique la reflectancia promediada respecto al espectro completo de radiación solar. Se asume independiente del ángulo de incidencia y es igual en ambos lados de la pantalla. Debe ser un valor igual o mayor a 0 y menor a 1.

### Transmitancia visible

Indique la transmitancia promediada respecto espectro completo de radiación solar y ponderada por la respuesta del ojo humano. Se asume independiente del ángulo de incidencia. Debe ser un valor igual o mayor a 0 y menor a 1.

### Reflectancia visible

Indique la reflectancia promediada respecto al espectro completo de radiación solar y ponderada por la respuesta del ojo humano. Se asume independiente del ángulo de incidencia y es igual en ambos lados de la pantalla. Debe ser un valor igual o mayor a 0.0 y menor a 1.0.

### Emisividad de onda larga

Indique la emisividad de onda larga efectiva, la cual se asume idéntica en ambos lados de la pantalla. Este parámetro ( $\epsilon_{\text{eff}}$ ) se puede calcular de manera aproximada de acuerdo al siguiente procedimiento: si  $\eta$  es la “apertura” de la pantalla, es decir, la relación entre el área de perforaciones y el área total de la pantalla, y  $\epsilon$  es la emisividad del material, entonces:



$$\epsilon_{\text{eff}} \approx \epsilon (1 - \eta)$$

La emisividad de onda larga efectiva debe ser un valor mayor a 0 y menor a 1. Para la mayoría de los materiales no metálicos el valor de  $\epsilon$  es aproximadamente 0.9.

### Transmitancia de onda larga

Indique la transmitancia de onda larga efectiva, la cual se asume independiente del ángulo de incidencia. Este parámetro ( $T_{\text{eff}}$ ) se puede calcular de manera aproximada de acuerdo al siguiente procedimiento: si  $\eta$  es la “apertura” de la pantalla, es decir, la relación entre el área de perforaciones y el área total de la pantalla, y  $T$  es la transmitancia del material, entonces:

$$T_{\text{eff}} \approx \eta + T (1 - \eta)$$

La emisividad de onda larga efectiva debe ser un valor igual o mayor a 0 y menor a 1. Para la mayoría de los materiales no metálicos el valor de  $T$  es muy cercano a cero, por lo que  $T_{\text{eff}} \approx \eta$ .

### Aberturas

Los parámetros bajo el encabezado **Aberturas** se emplean para calcular los flujos de aire entre la pantalla y el acristalamiento. Estos parámetros no se toman en cuenta cuando la pantalla se ubica en una cámara de gas entre dos vidrios.

### Distancia pantalla-vidrio

Indique la separación entre la pantalla y el acristalamiento (parámetro “s” en las figuras de abajo). Si la pantalla no es plana, sino ondulada o plisada, se debe emplear la distancia media. Esta distancia se usa para calcular los flujos convectivos de aire, relacionados con el efecto chimenea, entre la pantalla y el vidrio.

**Nota:** En los apartados siguientes  $H$  es la altura y  $W$  es el ancho del acristalamiento.

### Multiplicador de abertura superior de pantalla

Área efectiva para el caudal de aire en la parte superior de la pantalla ( $A_{\text{top}}$ ), dividida por el área horizontal entre el vidrio y la pantalla ( $sW$ ).

### Multiplicador de abertura inferior de pantalla

Área efectiva para el caudal de aire en la parte inferior de la pantalla ( $A_{\text{bot}}$ ), dividida por el área horizontal entre el vidrio y la pantalla ( $sW$ ).

### Multiplicador de abertura izquierda de pantalla

Área efectiva para el caudal de aire en la parte izquierda de la pantalla ( $A_l$ ), dividida por el área vertical entre el vidrio y la pantalla ( $sH$ ).

### Multiplicador de abertura derecha de pantalla

Área efectiva para el caudal de aire en la parte derecha de la pantalla ( $A_r$ ), dividida por el área vertical entre el vidrio y la pantalla ( $sH$ ).

## Permeabilidad al flujo de aire de la pantalla

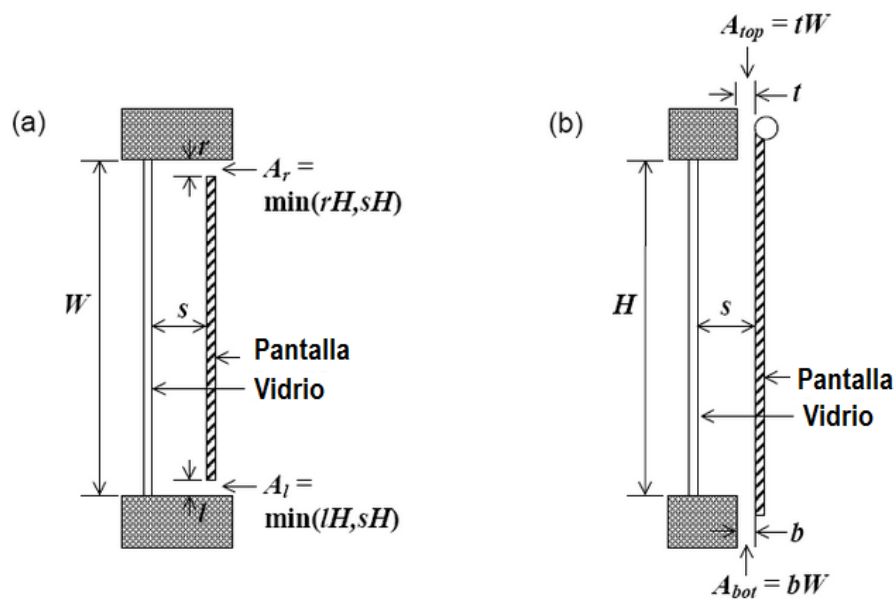
Es la fracción de la superficie de la pantalla que está abierta al flujo de aire, es decir, el área total de sus perforaciones dividida por el área de la pantalla (HW). Si el aire no puede pasar a través de la pantalla el valor debe ser 0. De acuerdo al *2001 ASHRAE Fundamentals, Capítulo 30, fig. 31*, el valor debe ser de 0.0 a 0.07 para tejidos cerrados, 0.07 a 0.25 para tejidos semi-abiertos, y 0.25 o superior para tejidos abiertos.

La siguiente imagen muestra ejemplos de aberturas para el flujo de aire en una pantalla interior y acristalamiento de altura H y ancho W.

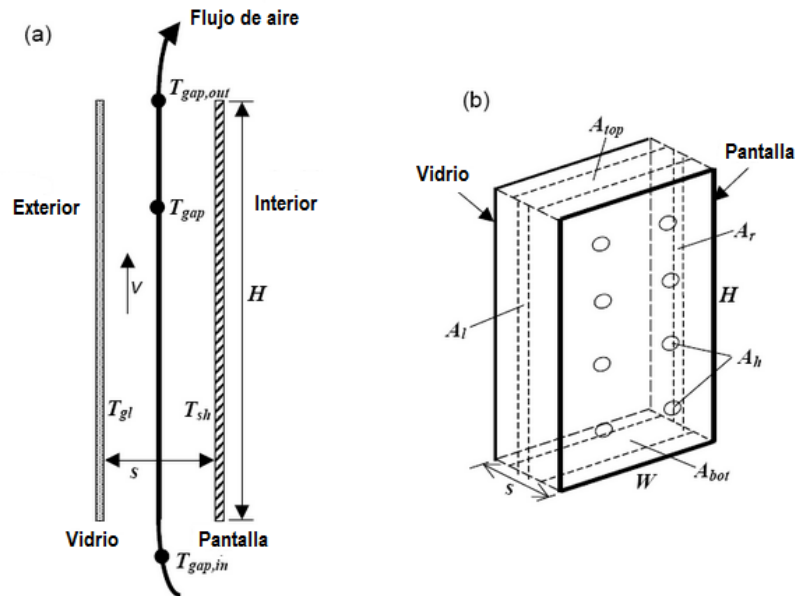
**(a)** Sección horizontal a través de la pantalla con aberturas en los lados izquierdo y derecho (vista superior).

**(b)** Sección vertical a través de la pantalla con aberturas en la parte superior e inferior (vista lateral).

En (a) el Multiplicador de abertura izquierda =  $A_l / sH = \min(l / s, 1)$ , mientras que el Multiplicador de abertura derecha =  $A_r / sH = \min(r / s, 1)$ . En (b) el Multiplicador de abertura superior =  $A_{top} / sW = t / s$ , mientras que el Multiplicador de abertura inferior =  $A_{bot} / sW = b / s$ .



La siguiente imagen muestra la sección vertical (a) y un isométrico (b) del acristalamiento y la pantalla interior, incluyendo las variables utilizadas en el cálculo de la permeabilidad al flujo de aire. En (b) se muestran esquemáticamente las áreas de aberturas al flujo de aire  $A_{top}$ ,  $A_{bot}$ ,  $A_l$ ,  $A_r$  y  $A_h$ . Puede consultar el documento de EnergyPlus *Engineering Reference* para más información.



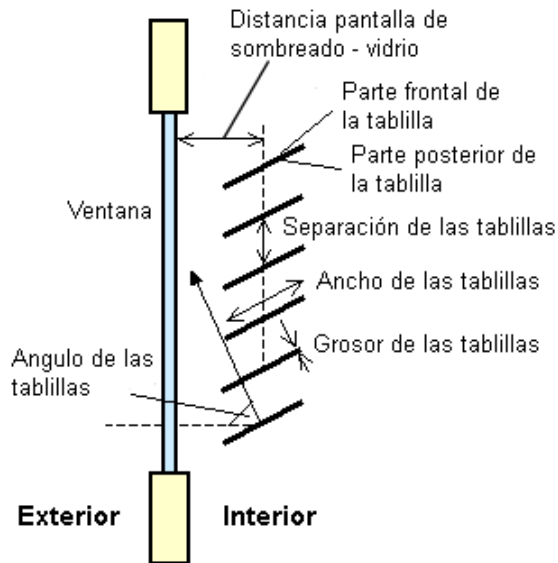
## Datos de persiana

Esta pestaña solo se muestra cuando se ha asignado la categoría **Persianas de tablillas** al componente. A diferencia de las pantallas, que se modelan como difusores perfectos, las propiedades de transmisión y reflexión de las persianas de tablillas dependen en gran medida del ángulo de las tablillas y del ángulo de incidencia de la radiación solar.

### Notas:

1. Se asume que la persiana cubre toda la parte acristalada de la ventana, incluyendo los divisores, pero no los marcos (si existen).
2. El plano de la persiana se considera siempre paralelo al acristalamiento.
3. No se considera el efecto de las cuerdas, cintas o varillas de apoyo de las persianas. Tampoco se toma en cuenta la curvatura de las tablillas.
4. Las tablillas se consideran siempre distribuidas de manera uniforme.

La siguiente imagen muestra los parámetros que definen las características geométricas de las persianas de tablillas, los cuales se detallan más abajo. Igual que las pantallas, las persianas se pueden ubicar en el interior o el exterior de la ventana, así como entre hojas de vidrio (en ventanas con más de un vidrio).



## Propiedades de la persiana

### Distancia persiana-vidrio

Indique la separación entre el eje de la persiana, interior o exterior, y el acristalamiento. Este parámetro se usa para calcular los flujos de aire entre la pantalla y el acristalamiento. No se toma en cuenta cuando la persiana se ubica entre dos vidrios.

### Orientación de las tablillas

Indique si las tablillas de la persiana se disponen en forma **Horizontal** o **Vertical**.

### Ancho de las tablillas

Indique el ancho de las tablillas. Tome en cuenta que, si la persiana se ubica entre dos vidrios, la cámara entre el vidrio más interno y el siguiente debe tener el ancho suficiente para albergarla. El ancho de las cámaras de gas se define en los componentes de [Acristalamiento](#).

### Separación de las tablillas

Indique la distancia entre las tablillas, de superficie a superficie.

### Espesor de las tablillas

Indique el espesor de las tablillas.

### Ángulo de las tablillas

Indique el ángulo de las tablillas, el cual se mide entre la normal hacia el exterior del vidrio y la normal de la cara frontal de las tablillas. Un ángulo de 0° indica que las tablillas están completamente verticales, mientras que un ángulo de 90° indica que están completamente horizontales.

## Conductividad de las tablillas

Indique el valor de conductividad térmica del material que conforma las tablillas.

## Ángulo mínimo de las tablillas

Indique el ángulo mínimo al que se pueden mover las tablillas. Este parámetro se emplea solo cuando el modelo se exporta a EnergyPlus y ahí se usa el objeto *WindowProperty:ShadingControl* con el tipo de control *ScheduledSlatAngle* o *BlockBeamSolar*. En ese caso, si el programa trata de establecer un ángulo inferior se empleará el valor indicado aquí. También tenga en cuenta que si el ángulo mínimo permitido por las dimensiones de las tablillas (ancho, separación, espesor) es superior al valor indicado aquí, entonces se usará el primero.

## Ángulo máximo de las tablillas

Indique el ángulo máximo al que se pueden mover las tablillas. Este parámetro se emplea solo cuando el modelo se exporta a EnergyPlus y ahí se usa el objeto *WindowProperty:ShadingControl* con el tipo de control *ScheduledSlatAngle* o *BlockBeamSolar*. En ese caso, si el programa trata de establecer un ángulo superior se empleará el valor indicado aquí. También tenga en cuenta que si el ángulo máximo permitido por las dimensiones de las tablillas (ancho, separación, espesor) es inferior al valor indicado aquí, entonces se usará el primero.

## Propiedades Solares de las Tablillas

### Transmitancia solar de las tablillas

Indique la transmitancia solar de las tablillas, la cual se considera independiente del ángulo de incidencia. Toda la radiación solar transmitida se supone 100% difusa, lo cual significa que las tablillas pueden ser traslúcidas, pero no transparentes.

### Reflectancia solar de las tablillas, cara frontal

Indique la reflectancia solar de la cara frontal de las tablillas, la cual se considera independiente del ángulo de incidencia. Se asume que las tablillas tienen un acabado mate, por lo que no es posible modelarlas con precisión cuando tienen un componente reflectante especular muy importante.

### Reflectancia solar de las tablillas, cara posterior

Indique la reflectancia solar de la cara posterior de las tablillas, la cual se considera independiente del ángulo de incidencia. Se asume que las tablillas tienen un acabado mate, por lo que no es posible modelarlas con precisión cuando tienen un componente reflectante especular muy importante.

## Propiedades Solares Difusas de las Tablillas

### Transmitancia solar difusa de las tablillas

Indique el valor de transmitancia de la radiación solar hemisféricamente difusa de las tablillas. Generalmente se considera idéntico al valor de **Transmitancia solar de las tablillas**.

### Reflectancia solar difusa de las tablillas, cara frontal

Indique el valor de reflectancia de la radiación solar hemisféricamente difusa de la cara frontal de las tablillas. Generalmente se considera idéntico al valor de **Reflectancia solar de las tablillas, cara frontal**.

### Reflectancia solar difusa de las tablillas, cara posterior

Indique el valor de reflectancia de la radiación solar hemisféricamente difusa de la cara posterior de las tablillas. Generalmente se considera idéntico al valor de **Reflectancia solar de las tablillas, cara posterior**.

## Propiedades Visibles de las Tablillas

### Transmitancia visible de las tablillas

Indique la transmitancia visible de las tablillas, la cual se considera independiente del ángulo de incidencia. Toda la radiación visible transmitida se supone 100% difusa, lo cual significa que las tablillas pueden ser traslúcidas, pero no transparentes.

### Reflectancia visible de las tablillas, cara frontal

Indique la reflectancia visible de la cara frontal de las tablillas, la cual se considera independiente del ángulo de incidencia. Se asume que las tablillas tienen un acabado mate, por lo que no es posible modelarlas con precisión cuando tienen un componente reflectante especular muy importante.

### Reflectancia visible de las tablillas, cara posterior

Indique la reflectancia visible de la cara posterior de las tablillas, la cual se considera independiente del ángulo de incidencia. Se asume que las tablillas tienen un acabado mate, por lo que no es posible modelarlas con precisión cuando tienen un componente reflectante especular muy importante.

## Propiedades Visibles Difusas de las Tablillas

### Transmitancia visible difusa de las tablillas

Indique el valor de transmitancia de la radiación visible hemisféricamente difusa de las tablillas. Generalmente se considera idéntico al valor de **Transmitancia visible de las tablillas**.

### Reflectancia visible difusa de las tablillas, cara frontal

Indique el valor de reflectancia de la radiación visible hemisféricamente difusa de la cara frontal de las tablillas. Generalmente se considera idéntico al valor de **Reflectancia visible de las tablillas, cara frontal**.

### Reflectancia visible difusa de las tablillas, cara posterior

Indique el valor de reflectancia de la radiación visible hemisféricamente difusa de la cara posterior de las tablillas. Generalmente se considera idéntico al valor de **Reflectancia visible de las tablillas, cara posterior**.

### Propiedades IR (Térmicas) de las Tablillas

#### Transmitancia hemisférica infrarroja de las tablillas

Indique la transmitancia hemisférica infrarroja de las tablillas. El valor suele ser 0 para tablillas metálicas, de madera o de cristal, pero podría ser diferente en otros casos (por ejemplo tablillas de plástico).

#### Emisividad hemisférica infrarroja de las tablillas, cara frontal

Indique la emisividad hemisférica infrarroja de la cara cara frontal de las tablillas. Para la mayoría de los materiales el valor suele ser 0.9, aunque puede ser diferente en casos como las tablillas metálicas sin pintar o las tablillas con pintura metálica.

#### Emisividad hemisférica infrarroja de las tablillas, cara posterior

Indique la emisividad hemisférica infrarroja de la cara cara posterior de las tablillas. Para la mayoría de los materiales el valor suele ser 0.9, aunque puede ser diferente en casos como las tablillas metálicas sin pintar o las tablillas con pintura metálica.

### Aberturas

Los parámetros bajo el encabezado **Aberturas** se emplean para calcular los flujos de aire entre la persiana y el acristalamiento. Tenga en cuenta que, a diferencia de las **pantallas**, no es necesario especificar la permeabilidad al flujo de aire, ya que ésta se calcula automáticamente a partir de las características geométricas de la persiana.

En este caso solo se definen los siguientes parámetros, cuya definición es idéntica a la que se hace en el apartado de **Aberturas** de los datos de pantallas:

- Multiplicador de abertura superior de pantalla.
- Multiplicador de abertura inferior de pantalla.
- Multiplicador de abertura izquierda de pantalla.
- Multiplicador de abertura derecha de pantalla.

### Electrocrómico

Esta pestaña solo se muestra cuando se ha asignado la categoría **Vidrio electrocrómico** al componente de sombreado de ventana.



## Vidrio electrocrómico

### Tipo de vidrio

Seleccione el componente de vidrio electrocrómico. Éste vidrio sustituirá al vidrio más externo del sistema de acristalamiento y variará sus propiedades de acuerdo a los parámetros de control establecidos en la pestaña de Aberturas. Tenga en cuenta que en este caso la **Posición** del **Sombreado de ventana** debe ser *4-Cambiante* para que el vidrio electrocrómico sea considerado en las simulaciones.

### Coste

En esta pestaña puede indicar el coste del dispositivo de sombreado de ventana por unidad de área de ventana. El tipo de moneda dependerá de la selección hecha en la pestaña **Internacional** del diálogo de Opciones del programa.

## Rejillas

Las rejillas representan superficies **opacas a la radiación solar**, pero que permiten modelar la **entrada y salida de aire** en forma parcialmente controlada, de acuerdo con las opciones del modelo relacionadas con la **Ventilación natural**. Se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- Aberturas
- Rejillas
- Ventiladores de extracción de zona

El dialogo de edición de los componentes de **Rejilla**, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado **Administración de componentes y plantillas**, tiene dos pestañas: **General** y **Caudal de aire**.

### General

En esta pestaña puede especificar el **Nombre** y la **Categoría** del componente de rejilla. Tenga en cuenta que la categoría **Ventiladores de extracción de zona** es especial, ya que se emplea con los ventiladores de extracción de zona cuando se usa HVAC Detallado con ventilación natural.

### Textura

Puede asignar un componente de **Textura** al componente de rejilla, el cual será empleado para definir su apariencia en el módulo de **Visualización**, independientemente del componente de cerramiento establecido (ver abajo).

### Cerramiento

Puede asignar un componente de **Cerramiento** a la rejilla. Las propiedades de dicho cerramiento determinarán la transmisión de calor por conducción a través de la rejilla.

## Caudal de aire

Aquí puede especificar el **Coeficiente de descarga** del componente de rejilla. La velocidad del aire que atraviesa la rejilla se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$v(y) = C_d \sqrt{2 \frac{P_n(y) - P_m(y)}{\rho}}$$

Dónde:

$v$  = Velocidad

$C_d$  = Coeficiente de descarga

$P$  = Presión en ambos lados de la rejilla

$\rho$  = Densidad del aire que atraviesa la rejilla

**Nota:** El coeficiente de descarga solo se usa en las simulaciones cuando se emplea la opción de ventilación natural **Calculada** (Opciones del modelo).

## Días festivos

Los componentes de **Días festivos** permiten definir una lista de intervalos, de uno o más días, en los cuales se considera que el edificio estará desocupado. Estos datos definen los objetos de EnergyPlus *SpecialDayPeriods*.

Los componentes de días festivos se asignan en el campo **Calendario de días festivos**, en la pestaña de datos de Actividad. En la misma pestaña se indica el número de **Días festivos por año** que será tomado en cuenta. Por ejemplo, si se indica 5 días festivos por año entonces en las simulaciones se considerarán solo las primeras 5 entradas de este componente. Debido a ello se recomienda organizar la lista de días festivos de manera que aquellos que tengan más posibilidades de ser usados se encuentren en la parte superior.

**Nota:** Debe haber por lo menos tantas fechas definidas en el **Calendario de días festivos** como el número de días festivos por año. Si no existen suficientes fechas en el calendario se recibirá un mensaje de error al efectuar una simulación.

Además de la categoría **<General>** los componentes de **Días festivos** se agrupan en categorías por país. De manera predeterminada DesignBuilder solo ofrece listas para los Estados Unidos y para el Reino Unido.

El dialogo de edición de los componentes de días festivos, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado **Administración de componentes y plantillas**, tiene dos pestañas: **General** y **Lista**.

### General

En esta pestaña puede especificar el **Nombre**, la **Categoría** y la Región del componente de **Días festivos**.

## Lista

En esta pestaña puede definir la lista de días festivos, mediante los controles disponibles en el panel de **Información**, a la derecha del diálogo:

- Añadir día festivo
- Editar día festivo
- Eliminar día festivo

En cada entrada de la lista puede establecer uno o varios días, empleando los formatos válidos de definición de fechas de EnergyPlus. Recuerde que los días festivos que serán empleados en la simulación, de acuerdo al número de **Días festivos por año** indicado en la pestaña de datos de Actividad, se seleccionarán desde la parte superior de la lista. Por ello se recomienda ubicar los días festivos con más posibilidades de ser considerados al inicio.

## 6.3. Descripción de plantillas

Las **plantillas** son paquetes de datos que por lo general describen una parte importante de las características del edificio: datos del sitio, actividad, cerramientos, iluminación, HVAC, entre otros. Suelen agrupar diversos componentes, junto con otros datos, y su mayor utilidad es que permiten cargar información de forma masiva al modelo, agilizando el proceso de trabajo. Por ejemplo, cuando se tiene un modelo abierto se puede cargar la plantilla "*Heavyweight, moderate insulation*", en la pestaña de **Cerramientos**, para hacer que sus cerramientos (muros exteriores, cubiertas, suelos, etc.) tengan sistemas constructivos con elevada masa térmica y aislamiento moderado. En esta sección se describen las principales plantillas de DesignBuilder.

### Cargando plantillas a los Datos del Modelo

En cada pestaña del panel **Datos del Modelo** (Actividad, Cerramientos, Aberturas, Iluminación y HVAC) se encuentra, en la parte superior y señalado en negritas, la plantilla de la cual se ha extraído la mayoría sus datos. Estas platillas se pueden cambiar por otras en cualquier momento, modificando así los datos del modelo. Para ello se puede hacer clic en el nombre de la plantilla y luego en el símbolo de puntos suspensivos (...) que aparece a la derecha, con lo cual se abrirá el listado de plantillas disponibles. Con el **Modo aprendizaje** activo, puede asignar plantillas desde el panel de **Datos**, haciendo doble clic en la plantilla deseada. También puede emplear el comando **Cargar datos desde plantilla** (disponible en la barra de herramientas y en el menú *Editar*).

### Plantillas de Actividad

Las **plantillas de Actividad** se emplean para definir las condiciones de uso de los edificios, incluyendo aspectos relacionados con la ocupación, el funcionamiento de aparatos y equipos, y las condiciones ambientales requeridas. Se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- <General>
- Actividades Misceláneas 24 Horas
- Almacenamiento o Distribución

- Asamblea General / Centros de Ocio / Clubes Nocturnos / Teatros
- ASHRAE 62.1
- Bibliotecas / Museos / Galerías
- Bloques de Servicios Públicos Autónomos
- Centros Comunitarios / de Día
- Cortes de la Corona y del Condado
- Edificios de Cuidados de Salud Primaria
- Educación (No-Residencial)
- Educación (Residencial)
- Espacios Residenciales
- Estacionamientos 24 Horas
- Hospitales / Centros de Cuidado
- Hoteles
- Industrial General / Industria Especial
- Instituciones de Seguridad Residencial
- Oficinas / Talleres de Negocios
- Restaurantes / Cafeterías / Locales de Bebidas / Locales de Comida Rápida
- Servicios de Emergencia
- Terminales de Pasajeros
- Universidades y Colegios
- Venta al Por Menor y Financiero / Servicios Profesionales

El dialogo de edición de las plantillas de **Actividad**, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado [Administración de componentes y plantillas](#), tiene seis pestañas: **General**, **Todas las ganancias**, **Ocupación**, **Otras ganancias**, **ACS** y **Control ambiental**.

## General

En encabezado General de la pestaña General puede especificar el **Nombre**, la **Descripción** (opcional), la **Fuente** (opcional), la **Categoría**, la **Región** y el **Sector** de la plantilla de actividad. Especifique la región como *General* si desea que la plantilla se encuentre disponible para cualquier región, es decir, que no se restringa a una región en particular.

## Días festivos

Active la casilla si desea que en las simulaciones se consideren los días festivos (días sin de inactividad en el edificio), de acuerdo a los parámetros establecidos en la pestaña de datos de Actividad.

## Coloración del suelo

Puede especificar el color que se aplicará a los suelos de las zonas que tengan asignado ésta actividad, cuando la opción de **Coloración de suelo de zona en el nivel Bloque** se establece como *1-Actividad*.

## Todas las ganancias

Puede indicar una tasa de ganancias internas ( $W/m^2$ ) que agrupe las ganancias asociadas a las personas, los equipos y la iluminación. Este dato sólo se emplea cuando se ha seleccionado la **opción de ganancias** Agrupadas (Opciones del modelo).

## Ocupación

En esta pestaña puede establecer los **Datos de ocupación** correspondientes a la plantilla. Estos datos sólo se emplean cuando se ha seleccionado la **opción de ganancias** Simplificadas o Detalladas (Opciones del modelo).

## Densidad

Indique la densidad de ocupación (personas/ $m^2$ ).

## Fracción latente

Indique la fracción de las ganancias asociadas a las personas que se asume como calor latente. Este dato solo se emplea cuando las  **Ganancias latentes por ocupación** (Opciones del modelo) se establecen como *2-Fracción fija*.

## Tasa metabólica

Seleccione el componente de **Tasa metabólica** correspondiente al tipo y nivel de actividad asociado a la plantilla.

## Factor metabólico

Indique el **factor metabólico** que modificara la tasa metabólica. Este parámetro permite considerar distintas complexiones físicas de los ocupantes. Puede indicar 1.00 para hombres, 0.85 para mujeres y 0.75 para niños, o bien valores intermedios para representar complexiones mixtas.

## Perfil de día laborable

El **Perfil de día laborable** se emplea para definir los periodos de ocupación cuando la opción de **Sincronización** se establece como **Día laborable** (Opciones del modelo). Debe indicar también los **Días por semana**. Por ejemplo, si indica 5 días por semana solo se considerará la ocupación de lunes a viernes.

## Programación

Seleccione un componente de **Programación** para definir los periodos de ocupación cuando la opción de **Sincronización** se establece como Programaciones (Opciones del modelo).

## Otras ganancias

En esta pestaña puede establecer los datos que definen las ganancias internas asociadas a equipos, aparatos y maquinas. Estos datos sólo se emplean cuando se ha seleccionado la **opción de ganancias** Simplificadas (Opciones del modelo). Además del funcionamiento de la Iluminación, hay disponibles 5 categorías distintas para definir las ganancias internas:

- **Computadoras**
- **Equipos de oficina**
- **Misceláneos**
- **Cocina**
- **Procesos**

Los parámetros que se pueden definir son similares en todas las categorías, pero hay algunos que solo se encuentran disponibles en ciertas categorías, como se indica a continuación.

**Nota:** La fracción convectiva de las ganancias de calor se calcula automáticamente a partir del valor de **Fracción radiante** (en Computadoras y Equipos de oficina) o de los valores de **Fracción de pérdida**, **Fracción latente** y **Fracción radiante** (Diversos, Cocina y Procesos).

### Carga

Indique la tasa de ganancias de calor asociada a la categoría de ganancias, en  $W/m^2$ .

### Combustible

Indique el tipo de combustible asociado a la categoría de ganancias. Este parámetro solo se encuentra disponible en las categorías **Diversos**, **Cocina** y **Procesos**. En las categorías de **Computadoras** y **Equipos de oficina** se usa de manera predeterminada la energía eléctrica.

### Fracción de pérdida

Indique la fracción de calor que será desalojada hacia el exterior del edificio, evitando que afecte el balance térmico de las zonas. Este parámetro solo se encuentra disponible en las categorías **Diversos**, **Cocina** y **Procesos**.

### Fracción latente

Indique la fracción de calor que será emitida al espacio en forma de calor latente. Este parámetro solo se encuentra disponible en las categorías **Diversos**, **Cocina** y **Procesos**.

### Fracción radiante

Indique la fracción de calor que será emitida al espacio en forma de calor radiante. Este parámetro se encuentra disponible en todas las categorías.

## Perfil de día laborable

El **Perfil de día laborable** se emplea para definir los periodos de funcionamiento de aparatos y equipos cuando la opción de **Sincronización** se establece como **Día laborable** (Opciones del modelo).

## Programación

Seleccione un componente de **Programación** para definir los periodos de funcionamiento de aparatos y equipos cuando la opción de **Sincronización** se establece como Programaciones (Opciones del modelo).

## ACS

En esta pestaña puede definir los parámetros de funcionamiento del sistema de **Agua Caliente Sanitaria** (ACS). Solo se emplean cuando activa el funcionamiento del sistema de ACS en la pestaña de datos de HVAC.

Tenga en cuenta que en DesignBuilder la cantidad de ACS consumida se considera en función de la ocupación. Por ejemplo, se asume que los ocupantes de un espacio de oficinas generan una demanda de ACS para actividades tales como el aseo personal y el lavado de tazas. Así, esta demanda se asocia al espacio de oficinas y no a los servicios sanitarios o la sala de café. En otras palabras, la demanda total de ACS se calculará con base en la demanda de todos los espacios, incluso si dichos espacios no cuentan con una salida de ACS.

## Demanda

Especifique la demanda volumétrica de Agua Caliente Sanitaria por unidad de superficie de suelo y por día ( $\text{l/m}^2 \cdot \text{día}$ ).

## Perfil de día laborable

El **Perfil de día laborable** se emplea para definir los periodos de funcionamiento del sistema de ACS cuando la opción de **Sincronización** se establece como **Día laborable** (Opciones del modelo).

## Programación

Seleccione un componente de **Programación** para definir los periodos de funcionamiento del sistema de ACS cuando la opción de **Sincronización** se establece como Programaciones (Opciones del modelo).

## Control ambiental

En esta pestaña puede establecer los parámetros relacionados con los requerimientos ambientales y de confort asociados a la plantilla de actividad, entre los que se encuentran los siguientes:

- Consignas de temperatura para **calefacción** (se emplean solo cuando el espacio se considera calefaccionado).



- Consignas de temperatura para **refrigeración** (se emplean solo cuando el espacio se considera refrigerado).
- Consignas de temperaturas para la **ventilación natural** y la **ventilación mecánica** (se emplean sólo cuando el espacio tiene ventilación natural y/o mecánica).
- Nivel requerido de **iluminancia** (se emplea sólo cuando el espacio cuenta con iluminación general).
- Nivel requerido de **aire exterior** (se emplea cuando el espacio cuenta con ventilación mecánica, aunque también se puede emplear con la ventilación natural programada).

Para mayores detalles sobre estos conceptos consultar la sección [Control ambiental](#), que corresponde a la descripción de los datos de Actividad.

## Plantillas de Cerramientos

Las **plantillas de Cerramientos** se emplean para definir la composición de los diferentes cerramientos del modelo, incluyendo muros exteriores, cubiertas y suelos, entre otros. También para establecer el nivel de **estanqueidad al aire** del edificio y las propiedades de **masa térmica interna**. Se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- ASHRAE 90.1-2007
- Diseño inicial
- Ladrillo / bloque
- Estructura de madera
- Muro cortina
- Proyecto
- Reserva

El dialogo de edición de las plantillas de **Cerramientos**, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado [Administración de componentes y plantillas](#), tiene siete pestañas: **General**, **Muros**, **Cubiertas/Suelos/Losas/Techos**, **Puertas**, **Estanqueidad**, **Masa térmica** y **Cámara ventilada**.

### General

En esta pestaña puede especificar el **Nombre**, la **Descripción** (opcional), la **Fuente** (opcional), la **Categoría** y la **Región** de la plantilla de cerramientos. Especifique la región como *General* si desea que la plantilla se encuentre disponible para cualquier región, es decir, que no se restrinja a una región en particular.

### Muros

En esta pestaña puede seleccionar los componentes que definen la composición de los **Muros exteriores, enterrados, interiores (Particiones)**, y **semi-expuestos**. También puede seleccionar los componentes de **Sub-superficie** de muros exteriores e interiores. Estos datos se pueden

asignar al modelo, como parte de la plantilla, cuando la opción de **Datos de cerramientos y acristalamiento** se establece como General (Opciones del modelo).

## Cubiertas/Suelos/Losas/Techos

En esta pestaña puede seleccionar los componentes que definen la composición de las **Cubiertas planas e inclinadas** (con o sin ocupación), los **Techos semi-expuestos** y los **Suelos semi-expuestos, sobre terreno, enterrados, exteriores e interiores**. También puede seleccionar el componente de **Sub-superficie** de cubierta. Estos datos se pueden asignar al modelo, como parte de la plantilla, cuando la opción de **Datos de cerramientos y acristalamiento** se establece como General (Opciones del modelo).

## Puertas

En esta pestaña puede seleccionar los componentes que definen la composición de las **Puertas exteriores e interiores**. Estos datos se pueden asignar al modelo, como parte de la plantilla, cuando la opción de **Datos de cerramientos y acristalamiento** se establece como General (Opciones del modelo).

## Estanqueidad

En esta pestaña puede establecer el nivel de estanqueidad al aire del edificio. La forma de definir el nivel de estanqueidad depende de la opción de ventilación natural seleccionada, como se explica a continuación.

### Plantilla de grietas (control deslizante)

Cuando en el diálogo de **Opciones del modelo** selecciona la opción de ventilación natural Calculada, y el **método de estanqueidad al aire: 1-Control deslizante**, la estanqueidad al aire se definirá mediante el control deslizante disponible aquí. Dicho control tiene 5 niveles de estanqueidad, cada uno de los cuales corresponde a una de las **plantillas de grietas** del sistema:

- **Muy pobre** (infiltración muy alta)
- **Pobre**
- **Medio**
- **Bueno**
- **Excelente** (infiltración muy baja)

### Plantilla de grietas (asignar plantilla)

Cuando en el diálogo de **Opciones del modelo** selecciona la opción de ventilación natural Calculada, y el **método de estanqueidad al aire: 2-Plantilla de grietas**, entonces puede seleccionar directamente una **plantilla de grietas**. Esto ofrece la ventaja de poder asignar, en caso de que lo requiera, una plantilla personalizada.

## Infiltración

Puede indicar una tasa de infiltración predeterminada (renov/h), que será empleada cuando la **Ventilación natural** se establece como **Programada** (Opciones del modelo). Esta tasa podrá ser modificada en el tiempo mediante una programación, la cual se establece en la pantalla de datos del modelo (pestaña **Cerramientos**).

## Masa térmica

En esta pestaña puede seleccionar el componente de cerramiento que determina la cantidad de masa térmica interna, cuando este parámetro se activa en la pantalla de datos del modelo (pestaña **Cerramientos**). Se recomienda revisar el apartado **Masa térmica interna** para mayor información sobre este parámetro.

## Cámara ventilada

En esta pestaña puede establecer las características de las cámaras ventiladas asociadas a los muros y/o cubiertas de la plantilla de Cerramientos (si las activa). Tenga en cuenta que después puede cambiar los datos para cámaras ventiladas específicas, en el encabezado **Cámara ventilada** de la pestaña de datos de Cerramientos, estando en el nivel Superficie. Si activa la casilla **Añadir hoja exterior**, puede especificar los siguientes parámetros de las cámaras ventiladas:

- Fracción de área de perforaciones
- Emisividad de la hoja exterior
- Absortancia solar de la hoja exterior
- Escala de altura para efecto chimenea
- Espesor efectivo de la cámara
- Ratio entre área total y proyectada
- Rugosidad de la hoja exterior
- Efectividad de las perforaciones
- Coeficiente de descarga de las perforaciones

Cada uno de estos parámetros se describe en la sección **Cámara ventilada** de los datos de Cerramientos, por lo que le sugerimos ir ahí para revisar los detalles.

## Plantillas de Acristalamiento

Las **plantillas de Acristalamiento** se emplean para definir la composición de los elementos traslúcidos del edificio, incluyendo las Ventanas exteriores, interiores y de cubierta. También puede seleccionar los dispositivos de sombreado que serán empleados en el acristalamiento exterior. Se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- <Estándar>
- ASHRAE 90.1-2007
- Diseño inicial

- Proyecto
- Reserva
- Vidrio doble
- Vidrio sencillo
- Vidrio triple

El dialogo de edición de las plantillas de **Acristalamiento**, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado **Administración de componentes y plantillas**, tiene tres pestañas: **General**, **Acristalamiento** y **Sombreado**.

## General

En esta pestaña puede especificar el **Nombre**, la **Categoría** y la **Región** de la plantilla de acristalamiento. Especifique la región como *General* si desea que la plantilla se encuentre disponible para cualquier región, es decir, que no se restrinja a una región en particular.

## Acristalamiento

En esta pestaña puede seleccionar los componentes que definen la composición del **Acristalamiento** y los **Marcos**, así como establecer los **porcentajes de área de apertura** de las ventanas exteriores, interiores y en cubierta. Puede consultar más detalles en la sección **Ventanas** de los datos del modelo.

### Acristalamiento

Seleccione los componentes de **Acristalamiento** que serán asignados a las ventanas exteriores, interiores y en cubierta.

### Marcos

Seleccione los componentes de **Cerramiento** que serán asignados a los marcos de las ventanas exteriores, interiores y en cubierta.

### Porcentaje de apertura

Indique el porcentaje de apertura de la ventana (respecto a su área total). El porcentaje de apertura se emplea solo cuando la **Ventilación natural** se establece como **Calculada** (Opciones del modelo) y la ventilación natural se activa en la pestaña de datos de HVAC.

## Sombreado

En esta pestaña puede seleccionar los componentes que definen el **Sombreado de ventanas** (en muros exteriores), el **Sombreado de ventanas en cubierta** y el **Sombreado local** (en muros exteriores). Para los dos primeros también puede establecer la **Posición** y el **Tipo de control**. Puede consultar más detalles en la sección **Sombreado** de los datos del modelo.

## Tipo

Seleccione los componentes de sombreado **de ventana** y **local** que serán asignados a las ventanas.

## Posición

Defina la **posición** de los dispositivos de sombreado de ventana.

## Tipo de control

Seleccione el **tipo de control** que será usado para los dispositivos de sombreado de ventana.

## Distribución de Acristalamiento

Las plantillas de **Distribución de acristalamiento** se emplean para definir configuraciones geométricas predeterminadas de ventanas en muros exteriores e interiores, así como de acristalamiento en cubiertas. Adicionalmente puede establecer las características geométricas de los marcos y divisores. Se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- Distribución en muros
- Distribución en cubiertas

El dialogo de edición de las plantillas de **Distribución de acristalamiento**, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado **Administración de componentes y plantillas**, tiene dos pestañas: **General** y **Aberturas**.

Puede consultar más detalles sobre este tema en la sección **Distribución de acristalamiento** de los datos del modelo.

### General

En esta pestaña puede especificar el **Nombre** y la **Categoría** de la plantilla de distribución de acristalamiento.

### Aberturas

En esta pestaña puede establecer los parámetros geométricos que definen la distribución del acristalamiento en los muros o en las cubiertas. En primera instancia debe establecer el tipo de distribución:

**0-Ninguno.** No se generan ventanas de manera automática en los muros exteriores.

**1-Acristalamiento horizontal continuo.** El acristalamiento se genera como una banda horizontal continua, especificando la altura del alféizar, el espaciamiento de las ventanas y el porcentaje de acristalamiento.

**2-Acristalamiento no continuo (altura fija).** El acristalamiento se genera con una altura fija, de acuerdo a la altura especificada del alféizar y al espaciamiento de las ventanas. El ancho se

calcula a partir del porcentaje de acristalamiento. Esta opción emplea el porcentaje de acristalamiento, pero da prioridad a la altura de las ventanas.

**3-Acristalamiento no continuo (altura preferente).** El acristalamiento se genera a partir de la altura de las ventanas y el porcentaje de acristalamiento, pero la altura de las ventanas se ajusta para lograr el porcentaje de acristalamiento requerido. Esta opción emplea la altura y el espaciamiento de las ventanas, pero da prioridad al porcentaje de acristalamiento.

**4-Ancho y altura fijos.** Las ventanas tienen anchura y altura fijas. Con esta opción no es posible emplear el porcentaje de acristalamiento.

**5-Llenar superficie (100%).** Toda la superficie es ocupada por el acristalamiento.

Los restantes parámetros se usan, o no, de acuerdo a la selección hecha arriba:

- Acristalamiento (%)
- Ancho de ventanas
- Altura de ventanas
- Altura del alfeizar
- Espaciamiento de ventanas
- Espaciamiento de rejillas

## Marco

Adicionalmente, en el encabezado **Marco** puede definir las características geométricas de los marcos y divisores del acristalamiento:

- Con marcos (al activar la casilla se incluyen marcos en las ventanas)
- Número de divisores horizontales (0 para no incluirlos)
- Número de divisores verticales (0 para no incluirlos)
- Ancho de marcos
- Ancho de divisores

## Plantillas de Iluminación

Las **plantillas de Iluminación** se emplean para definir las características de los sistemas de iluminación artificial del edificio, incluyendo también su control a partir de la disponibilidad de luz natural. Se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- <Sistema>
- ASHRAE 90.1-2007
- ASHRAE 90.1-2010
- Descarga de alta intensidad
- Fluorescente
- Incandescente
- Proyecto
- Reserva

El dialogo de edición de las plantillas de **Iluminación**, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado [Administración de componentes y plantillas](#), tiene cuatro pestañas: **General**, **Salida**, **Control** y **Coste**.

## General

En esta pestaña puede especificar el **Nombre**, la **Descripción** (opcional), la **Fuente** (opcional), la **Categoría** y la **Región** de la plantilla de iluminación. Especifique la región como *General* si desea que la plantilla se encuentre disponible para cualquier región, es decir, que no se restrinja a una región en particular.

## Salida

En esta pestaña puede especificar los parámetros que definen las propiedades de la **Iluminación general**, así como activar la **Iluminación de tarea y acento**.

### Iluminación general

Indique la **Densidad normalizada de potencia** en  $W/m^2 \cdot 100lux$ , así como el **Tipo de luminaria** y las **Fracciones de retorno** (solo en el caso de las luminarias del tipo *5-Ventiladas*), **radiante** y **visible**. El primer parámetro se emplea para establecer la potencia de iluminación, en  $W/m^2$ , de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Potencia\ de\ iluminación\ (W/m^2) = [Potencia\ de\ Iluminación\ (W/m^2 \cdot 100lux) \times Nivel\ mínimo\ de\ iluminancia\ (lux)] / 100$$

#### Notas:

1. Si emplea unidades IP debe sustituir  $m^2$  por  $ft^2$ .
2. El nivel mínimo de iluminancia se establece en la pestaña de datos de **Actividad**.

El tipo de luminaria y las fracciones se emplean para determinar la cantidad de energía aportada al espacio por las luminarias, así como la forma en que será distribuida: radiante, visible, convectiva. Puede obtener mayor información sobre estos conceptos en el apartado [Datos de iluminación](#).

### Iluminación de tarea y acento

En el diálogo de edición de las plantillas de iluminación solo es posible activar la **Iluminación de tarea y acento**. La potencia de este tipo de iluminación se establece en las pestañas de datos de **Actividad** e **Iluminación**.

## Control

En esta pestaña puede activar el **Control de iluminación**, así como establecer el **Tipo de control**: *1-Lineal*, *2-Lineal apagado* o *3-Escalonado*. Dependiendo del tipo de control, deberá indicar también las **Fracciones mínimas de salida** y **potencia eléctrica**, o bien el **Número de etapas**. Puede obtener mayor información sobre estos conceptos en el apartado [Datos de iluminación](#).



## Coste

En esta pestaña puede indicar el coste global del sistema de **Iluminación artificial**, por unidad de área de suelo. El tipo de moneda dependerá de la selección hecha en la pestaña **Internacional** del diálogo de Opciones del programa.

## Plantillas de HVAC

Las **plantillas de HVAC** se emplean para definir las características de los sistemas de ventilación, calefacción y refrigeración del edificio. Se agrupan en las siguientes categorías, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección:

- Genérico
- Proyecto
- Reserva
- UK SBEM y NCM

El diálogo de edición de las plantillas de **HVAC**, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado **Administración de componentes y plantillas**, tiene seis pestañas: **General**, **Ventilación**, **Calefacción y refrigeración**, **Control de humedad**, **Distribución de la temperatura del aire** y **Coste**.

### General

En esta pestaña puede especificar el **Nombre**, la **Descripción** (opcional), la **Fuente** (opcional), la **Categoría** y la **Región** de la plantilla de HVAC. Especifique la región como *General* si desea que la plantilla se encuentre disponible para cualquier región, es decir, que no se restrinja a una región en particular. Adicionalmente puede especificar los parámetros que se describen a continuación.

### Energía auxiliar anual

Indique el consumo total de **Energía auxiliar anual** del sistema, en kWh/m<sup>2</sup> (unidades SI) o en Btu/ft<sup>2</sup> (unidades IP). Este parámetro se usa con **HVAC Simple**, cuando la opción de **Cálculo de energía auxiliar** se establece como *1-NCM*.

La energía auxiliar incluye cualquier consumo energético asociado a ventiladores, bombas, controles y otros elementos complementarios, y se especifica por unidad de área de suelo. La energía auxiliar se consume solo durante los periodos en los que los sistemas de calefacción y/o refrigeración se encuentran activos, pero para efectos de las simulaciones se considera activa durante las 24 horas del día y los 7 días de la semana.

### Coloración del suelo

Puede especificar el color que se aplicará a los suelos de las zonas que tengan asignado éste sistema HVAC, cuando la opción de **Coloración de suelo de zona en el nivel Bloque** se establece como *2-HVAC*.

## Tipo de sistema HVAC NCM

Puede seleccionar una plantilla de tipo de sistema HVAC NCM. Esta plantilla solo se usa en los cálculos con el módulo SBEM.

## Ventilación

En esta pestaña puede establecer algunos de los parámetros de funcionamiento de la ventilación natural y/o mecánica.

### Ventilación natural

Bajo este encabezado puede **activar** la ventilación natural, así como establecer la **Tasa** de renovaciones de aire por hora (renov/h). Este parámetro se emplea en los cálculos de diseño de **Refrigeración** y **Calefacción**, así como en las simulaciones cuando la opción de **Ventilación natural** se establece como **Programada** (Opciones del modelo).

Adicionalmente puede activar la ventilación en **Modo mixto**. Los parámetros de funcionamiento de la ventilación en **modo mixto** se establecen directamente en la pestaña de datos de HVAC.

### Ventilación mecánica

En este encabezado puede **activar** la ventilación mecánica, así como establecer la **Tasa** de renovaciones de aire por hora (renov/h). Este parámetro se usan en los cálculos de diseño de **Refrigeración** y **Calefacción**, así como en las simulaciones cuando el método de **Definición del caudal de aire exterior** se establece como *1-Por zona* (pestaña de datos de HVAC). También puede definir los parámetros que se describen a continuación.

### Ventiladores

En este encabezado puede indicar el **Tipo de ventilador** (*1-Impulsión* o *2-Extracción*), el **Aumento de presión** y la **Eficiencia total**. Estos parámetros se emplean con HVAC Simple, cuando en las Opciones del modelo se activa la **Especificación de detalles de HVAC Simple/Diseño** y se selecciona la opción de Cálculo de energía auxiliar *2-Auxiliares por separado* y el Método de ventilación mecánica *1-Ventilación de zona*.

### Economizador (enfriamiento gratuito)

Puede especificar el **Tipo de economizador** (*1-Ninguno*, *2-Diferencial de temperatura de bulbo seco* o *3-Diferencial de entalpía*). Si selecciona la opción 2 o 3 entonces debe especificar el **Caudal máximo de aire exterior con economizador**. Estos parámetros se usan con HVAC Simple, si en las Opciones del modelo se activa la **Especificación de detalles de HVAC Simple/Diseño** y se selecciona el Método de ventilación mecánica *2-Cargas ideales*.

### Recuperación de calor

En este encabezado puede **Activar** el sistema de **Recuperación de calor**. En ese caso podrá especificar el **Tipo de recuperación de calor** (*1-Sensible* o *2-Entalpía*). Si selecciona la primera opción deberá indicar la **Efectividad de recuperación de calor sensible**. Si selecciona la segunda

deberá especificar además la **Efectividad de recuperación de calor latente**. Estos parámetros se usan con HVAC Simple, si en las Opciones del modelo se activa la **Especificación de detalles de HVAC Simple/Diseño** y se selecciona el Método de ventilación mecánica *2-Cargas ideales*.

## Calefacción y refrigeración

### Calefacción

Bajo este encabezado puede **Activar** el sistema de **Calefacción**, así como definir los parámetros que se describen a continuación.

#### Combustible

Seleccione el tipo de combustible que será empleado por el sistema de calefacción, mediante la lista desplegable.

#### CoP estacional del sistema de calefacción

El coeficiente de desempeño (CoP) del sistema de calefacción se emplea para calcular los consumos de combustible requeridos para cumplir con la demanda de calor, cuando se usa **HVAC Simple** (Opciones del modelo). Este parámetro representa la eficiencia estacional total del sistema de calefacción, y debe incluir todos los consumos de energía asociados con la producción de calor. No incluye la energía asociada a la distribución de aire y agua (como ventiladores y bombas), ya que ésta debe especificarse como parte de la **Energía auxiliar**.

#### Tipo de sistema de calefacción

Cuando se emplea **HVAC Simple** es posible definir el tipo de sistema de calefacción como *1-Convectivo* o *2-Radiante/Convectivo*. Si se emplea la primera opción también debe establecer las **condiciones del aire de impulsión**.

#### Condiciones del aire de impulsión

**Temperatura máxima.** Indique la temperatura de bulbo seco máxima del aire de impulsión asociado a la calefacción (en °C o °F).

**Tasa de humedad máxima.** Indique la tasa de humedad máxima (gramos de agua por gramos de aire) del aire de impulsión asociado a la calefacción. El valor predeterminado es de 0.0156 g/g. Debe verificar que el valor represente una condición válida, es decir, que esté debajo de la línea de saturación del Diagrama psicrométrico.

### Refrigeración

En este encabezado puede **Activar** el sistema de **Refrigeración**, así como definir los siguientes parámetros:

#### CoP del sistema de refrigeración

El coeficiente de desempeño (CoP) del sistema de refrigeración se emplea para calcular los consumos de combustible requeridos para cumplir con la demanda de frío, cuando se usa **HVAC**

**Simple** (Opciones del modelo). Este parámetro representa la eficiencia estacional total del sistema de refrigeración, y debe incluir todos los consumos de energía asociados con la producción de frío. No incluye la energía asociada a la distribución de aire y agua (como ventiladores y bombas), ya que ésta debe especificarse como parte de la **Energía auxiliar**.

## Condiciones del aire de impulsión

**Temperatura mínima.** Indique la temperatura de bulbo seco mínima del aire de impulsión asociado a la refrigeración (en °C o °F).

**Tasa mínima de humedad.** Indique la tasa de humedad mínima (gramos de agua por gramos de aire) del aire de impulsión asociado a la refrigeración. El valor predeterminado es de 0.0077 g/g. Debe verificar que el valor represente una condición válida, es decir, que esté debajo de la línea de saturación del Diagrama psicrométrico.

## Control de humedad

En esta pestaña puede especificar los parámetros de control de humedad del aire asociados al sistema de HVAC.

### Humidificación

Puede activar el control de humidificación para evitar que el aire en el edificio sea demasiado seco. Si lo hace, debe establecer el **Tipo de control de humidificación**, con las siguientes opciones:

**1-Tasa de humedad constante.** Cuando funciona la calefacción, se mantiene siempre la **Tasa de humedad máxima** establecida en el encabezado Calefacción.

**2-Higrostat.** La humedad ambiental se controla con la **Consigna de humedad relativa - Humidificación** establecida en la pestaña de datos de Actividad. El sistema de HVAC tratará de responder a los requerimientos del higrostat, es decir, de humedecer el aire hasta alcanzar el punto de consigna.

### Deshumidificación

Puede activar el control de deshumidificación para evitar que el aire en el edificio sea demasiado húmedo. Si lo hace, debe establecer el **Tipo de control de deshumidificación**, con las siguientes opciones:

**1-Tasa de humedad constante.** Cuando funciona la refrigeración se mantiene siempre la **Tasa de humedad mínima** establecida bajo el encabezado Refrigeración.

**2-Higrostat.** La humedad ambiental se controla con la **Consigna de humedad relativa - Deshumidificación** establecida en la pestaña de datos de Actividad. El sistema HVAC tratará de responder a los requerimientos del higrostat, es decir, de deshumedecer el aire hasta alcanzar el punto de consigna.

**3-Tasa de calor sensible constante.** El sistema HVAC será controlado para satisfacer la carga de refrigeración sensible, mientras que la tasa de refrigeración latente será calculada de acuerdo a la **Fracción de calor sensible en refrigeración** (ver abajo).

## Distribución de la temperatura del aire

En esta pestaña puede establecer el modo de **Distribución de la temperatura del aire** con las siguientes opciones:

**1-Mezclado.** La temperatura del aire se considera uniforme en todo el volumen interno de la zona. Se trata de la opción predeterminada.

**2-Gradiente dinámico.** Permite modelar la estratificación de la temperatura del aire, estableciendo un gradiente vertical que varía dinámicamente dependiendo de factores como la temperatura exterior o interior, la diferencia entre la temperatura interior y la exterior, o la carga sensible de calefacción o refrigeración.

**3-Ventilación por desplazamiento.** Emplea tres nodos para modelar espacios con sistemas de ventilación por desplazamiento, los cuales distribuyen el aire a baja velocidad y cerca del nivel del suelo. Se asume que las principales fuentes de calor son las personas y aparatos ubicados en la parte ocupada del espacio.

**4-Difusión por suelo en zona central.** Emplea dos nodos, uno superior y otro inferior, para modelar espacios centrales con sistemas de ventilación con impulsión mediante difusores ubicados en el suelo. Se asume que las principales fuentes de calor son las personas y aparatos ubicados en la parte ocupada del espacio.

**5-Difusión por suelo en zona perimetral.** Emplea dos nodos, uno superior y otro inferior, para modelar espacios perimetrales con sistemas de ventilación con impulsión mediante difusores ubicados en el suelo. Se asume que las principales fuentes de calor son las personas y aparatos ubicados en la parte ocupada del espacio, así como las ventanas exteriores.

En el apartado **Distribución de la temperatura del aire** de la sección de datos de HVAC se hace una descripción mucho más detallada de los diferentes modos de distribución. Le sugerimos ir a ese apartado para consultar el resto de los parámetros que se especifican aquí.

## Plantillas de Sitio

Las **plantillas de Sitio** se emplean fundamentalmente para definir las características climáticas del lugar considerado en los cálculos y simulaciones. Se agrupan en categorías que corresponden a los diferentes países, a las cuales se puede acceder desde las listas de navegación y selección.

El diálogo de edición de las plantillas de **Sitio**, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado **Administración de componentes y plantillas**, tiene cuatro pestañas: **Sitio**, **Clima para diseño en invierno**, **Clima para diseño en verano** y **Clima para simulación**.

### Sitio

#### General

En esta pestaña puede especificar el **Nombre**, el **País** y la **Fuente** de la plantilla de Sitio. También puede especificar los siguientes parámetros:

- WMO, o Código de la Organización Meteorológica Mundial (Opcional)

- Zona climática ASHRAE (Opcional)
- Clasificación Koppen (Opcional)
- Latitud
- Longitud
- Elevación sobre el nivel del mar
- Presión estándar

**Nota:** Ninguno de estos datos se carga automáticamente en la plantilla cuando se selecciona un componente de Clima horario, por lo que es necesario ingresarlos de manera manual. De cualquier manera, estos datos sólo tienen efecto en los cálculos de **Diseño de refrigeración**, pues en las simulaciones dinámicas se emplean los datos de ubicación contenidos en el archivo de datos climáticos horarios.

### Hora y horario de verano

Puede seleccionar la **Zona horaria** del sitio. La zona horaria define tanto la hora media local como la información relacionada con el **horario de verano**. Generalmente conviene mantener la zona horaria predeterminada para el sitio del proyecto. También puede especificar los meses de inicio y final del invierno y el verano. Estos datos se emplean para establecer los periodos **Todo el invierno** y **Todo el verano**, cuando se ejecuta una **simulación dinámica**.

### Códigos energéticos

En este encabezado puede seleccionar la plantilla de **Región legislativa**. Dicha plantilla permite definir los estándares de aislamiento asociados a los códigos energéticos locales, así como los factores de emisión de CO<sub>2</sub> para el sitio.

### Datos climáticos para diseño de calefacción

Los cálculos de diseño y autodimensionado de calefacción emplean datos climáticos simplificados que representan el día de diseño con el “peor escenario”. Los datos que se usan tanto en los cálculos de **Diseño** como los de autodimensionado son los siguientes:

- **Temperatura mínima de bulbo seco:** Es la temperatura exterior de diseño, es decir, la que se emplea en el cálculo estacionario del balance térmico del edificio.
- **Dirección coincidente del viento:** Es la dirección del viento coincidente con la temperatura exterior de BS mínima.

Adicionalmente, en los cálculos de autodimensionado de las cargas de calefacción de zona se emplea también este dato:

- **Velocidad coincidente del viento:** Es la velocidad del viento que coincide con la temperatura exterior de BS mínima. Se usa en los cálculos de autodimensionado con ventilación natural **Calculada**, junto con la dirección coincidente del viento, para calcular los coeficientes de presión de viento de las superficies exteriores.

Es posible ingresar datos para diseño de calefacción con diferentes “niveles de certeza”, mediante **niveles percentiles** de 99.6% y 99.0%. Por ejemplo, seleccione un nivel percentil de 99.6% para

que los valores cubren el 99.6% de las medidas extremas registradas durante los últimos años. Dicho en otras palabras, estaría indicando que solo hay un 0.4% de posibilidades de que haya condiciones climáticas más rigurosas que las especificadas.

## Datos climáticos para diseño de refrigeración

Los cálculos de diseño y autodimensionado de refrigeración emplean datos climáticos simplificados que representan el día de diseño con el “peor escenario”. Los datos que se usan tanto en los cálculos de **Diseño** como los de autodimensionado son los siguientes:

- **Temperatura máxima de bulbo seco:** Es la temperatura exterior máxima de diseño. Se emplea para definir la cresta de la curva sinusoidal de temperaturas usada en el cálculo periódico de la demanda térmica del edificio (para refrigeración).
- **Temperatura coincidente de bulbo húmedo:** Es la temperatura de bulbo húmedo del aire en el momento de la temperatura máxima de bulbo seco. Se emplea para determinar la cantidad de humedad en el aire.
- **Temperatura mínima de bulbo seco:** Es la temperatura exterior mínima de diseño. Se emplea para definir el valle de la curva sinusoidal de temperaturas usada en el cálculo periódico de la demanda térmica del edificio.

Es posible ingresar datos para diseño de refrigeración con diferentes “niveles de certeza”, mediante **niveles percentiles** de 99.6%, 99.0% y 98.0%. Por ejemplo, seleccione un nivel percentil de 99.6% para emplear datos que cubren el 99.6% de las medidas extremas registradas durante los últimos años. Dicho en otras palabras, estará indicando que solo hay un 0.4% de posibilidades de que haya condiciones climáticas más rigurosas que las especificadas.

## Datos climáticos para simulación

En esta pestaña puede asignar un componente de **Datos climáticos horarios**, que vincula el modelo al **archivo de datos climáticos horarios** (EPW) correspondiente. DesignBuilder emplea estos archivos en todos los procesos de **simulación** (en los cálculos de diseño de calefacción y refrigeración se emplean los datos especificados en las pestañas anteriores).

## Plantillas de Grietas

Las **plantillas de Grietas** se usan para definir los niveles de estanqueidad al aire de los cerramientos del edificio, cuando se emplea la opción de ventilación natural **Calculada** (Opciones del modelo). Se agrupan en las siguientes categorías:

- Estanqueidad al aire
- Proyecto

El diálogo de edición de las plantillas de **Grietas** tiene cinco pestañas: **General**, **Aberturas**, **Muros**, **Suelos/Techos** y **Cubiertas**.

### Notas:

1. Si en las Opciones del modelo se establece el **Método de estanqueidad al aire 1-Control deslizante de plantillas**, entonces las plantillas de grietas no serán accesibles desde el modelo,



sino que se asignarán mediante 5 niveles predeterminados de estanqueidad (pestaña de datos de **Cerramientos**): *Muy pobre, Pobre, Medio, Bueno y Excelente*. Estos niveles están asociados a plantillas de grietas con datos generados de manera empírica. En cambio, si se selecciona la opción *2-Plantillas de grietas*, entonces en la pestaña de datos de Cerramientos podrá seleccionar directamente una plantilla de grietas (e incluso crear sus propias plantillas).

2. En realidad la infiltración se da en los edificios por una gran cantidad de pequeños poros y grietas. DesignBuilder modela dichos elementos mediante una **grieta equivalente** única. Las plantillas de grietas asignan a cada superficie del modelo esa grieta equivalente, caracterizada por un **Coefficiente de flujo** y un **Exponente de flujo**.

## General

En esta pestaña puede especificar el **Nombre**, y la **Categoría** de la plantilla de Grietas.

## Aberturas

En esta pestaña puede establecer los **coeficientes de flujo** y los **exponentes de flujo** de las grietas de Ventanas, Puertas y Rejillas, tanto exteriores como interiores. Tenga en cuenta que los coeficientes de flujo de las grietas de aberturas son normalizados a partir de la dimensión lineal de sus perímetros ( $\text{kg/s}\cdot\text{m}$  @ 1Pa).

## Muros

En esta pestaña puede establecer los **coeficientes de flujo** y los **exponentes de flujo** de las grietas de Muros, tanto exteriores como interiores. Tenga en cuenta que los coeficientes de flujo de las grietas de muros son normalizados a partir del área de la superficie ( $\text{kg/s}\cdot\text{m}^2$  @ 1Pa).

## Suelos/Techos

En esta pestaña puede establecer los **coeficientes de flujo** y **exponentes de flujo** de las grietas de Suelos, tanto exteriores como interiores. Tenga en cuenta que los coeficientes de flujo de las grietas de suelos son normalizados a partir del área de la superficie ( $\text{kg/s}\cdot\text{m}^2$  @ 1Pa).

## Cubiertas

En esta pestaña puede establecer los **coeficientes de flujo** y los **exponentes de flujo** de las grietas de Cubiertas, tanto exteriores como interiores. Tenga en cuenta que los coeficientes de flujo de las grietas de muros son normalizados a partir del área de la superficie ( $\text{kg/s}\cdot\text{m}^2$  @ 1Pa).

## Plantillas de Regiones legislativas

Las plantillas de **Región legislativa** se emplean para definir los niveles de aislamiento estándar, así como las tasas de emisión de  $\text{CO}_2$  de diversos combustibles, asociados a **códigos energéticos** vigentes en determinados países, regiones o provincias. Se agrupan en categorías que corresponden a los diferentes países, a las que se puede acceder desde las listas de navegación y selección.

El dialogo de edición de las plantillas de **Región legislativa**, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado **Administración de componentes y plantillas**, tiene tres pestañas: **General**, **Aislamiento estándar** y **Emisiones**.

## General

En esta pestaña puede especificar el **Nombre**, la **Descripción** (opcional) y la **Categoría** de la plantilla de Región legislativa.

## Aislamiento estándar

En esta pestaña puede definir hasta cuatro niveles de aislamiento estándar que se aplican en la región legislativa, mediante la asignación de plantillas de **Códigos energéticos**:

- **Sin aislamiento.** Valores U típicos para edificios construidos en la región que no tienen aislamiento.
- **Típico.** Valores U promedio (estimados) para los edificios construidos en la región.
- **Código energético obligatorio.** Valores U máximos permitidos por la normativa energética vigente en la región.
- **Mejores prácticas.** Valores U que se ajustan a los estándares más exigentes, superando los máximos permitidos.

## Emisiones

En esta pestaña puede asignar un componente de **Factores de emisiones de combustible**, el cual define la cantidad de dióxido de carbono y otros contaminantes que es emitida por unidad de energía consumida, incluyendo esos datos para los principales tipos de combustible. Los factores de emisión dependen de las tecnologías (unitarias o mixtas) empleadas para generar energía eléctrica y del origen y calidad de los combustibles, entre otros factores.

DesignBuilder calcula las emisiones de CO<sub>2</sub> del edificio multiplicando la cantidad de energía consumida (kWh) por la tasa de emisión de CO<sub>2</sub> (kg CO<sub>2</sub>/kWh) del combustible correspondiente. En las versiones recientes del programa se han incluido tasas de emisión de CO<sub>2</sub> válidas en algunos países europeos, pero debe revisar con cuidado esos valores y ajustarlos de ser necesario.

**Nota:** Las tasas de emisión de CO<sub>2</sub> de los combustibles no se pueden modificar directamente en la pantalla de edición, sino solo en la propia plantilla de **Región legislativa**.

## Plantillas de Códigos energéticos

Las plantillas de **Códigos energéticos** se emplean para definir los niveles estándar, obligatorios y avanzados de **eficiencia energética**, ya sea para los cerramientos de los edificios y/o para los edificios en su conjunto. Se agrupan en categorías que corresponden principalmente a países europeos, pero se incluye una categoría **Internacional** en la que se puede almacenar plantillas de códigos energéticos de otros países. Se puede acceder a dichas categorías desde las listas de navegación y selección.

El dialogo de edición de las plantillas de **Códigos energéticos**, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado **Administración de componentes y plantillas**, tiene cuatro pestañas: **General**, **Envolvente (componente)**, **Envolvente (edificio)** y **Eficiencia energética**.

## General

En esta pestaña puede especificar el **Nombre**, la **Categoría**, la **Descripción** (opcional), los **Sectores** (opcional) y el **Sistema de unidades** de la plantilla de Códigos energéticos.

## Envolvente (componente)

Puede activar la casilla **Límite de transmitancia térmica de elementos de la envolvente**. En ese caso deberá especificar los Valores U máximos permitidos para elementos individuales de la envolvente, como muros, cubiertas, suelos y ventanas, entre otros.

## Envolvente (edificio)

Puede activar la casilla **Límite de transmitancia térmica global de la envolvente**. El límite se establece como un Valor U máximo promedio de la envolvente en su conjunto.

**Nota:** No aparece la casilla para ingresar el valor en la interfaz.

## Eficiencia energética

Puede activar la casilla **Eficiencia energética del edificio**. En ese caso se establece un consumo energético anual máximo (energía primaria o final) por m<sup>3</sup> o m<sup>2</sup>. El estándar tiene en cuenta las ganancias de calor por ventilación, las ganancias solares y las ganancias internas. También Integra la demanda de calefacción y refrigeración, las instalaciones de HVAC, el consumo por ventilación, el suministro de agua caliente, y los ascensores, entre otros aspectos.

**Nota:** No aparece la casilla para ingresar el valor en la interfaz.

## Plantillas de Sectores

Las **plantillas de Sectores** se emplean para catalogar los edificios según su uso/actividad. A su vez, cada sector se ubica dentro de una región legislativa y sólo se puede acceder a él si el edificio se sitúa dentro de la región que contiene al sector. El sector *General* es una excepción a esta regla, puesto que puede accederse a él desde todas las regiones si la opción del programa **Mostrar datos de región “general”** se establece como 2-Siempre. También puede asociar un **Calendario de días festivos** al sector.

Las plantillas de Sector se agrupan en categorías que corresponden a los diferentes países. Se puede acceder a dichas categorías desde las listas de navegación y selección, cuando se tiene abierta una plantilla de **Actividad**.

## General

En esta pestaña puede especificar el **Nombre**, la **Fuente** (opcional), la **Categoría** y la **Región legislativa**.

Adicionalmente puede especificar el número de **Días festivos por año** y seleccionar un componente de [Calendario de días festivos](#).

## Plantillas de Zonas horarias mundiales

Las plantillas de **Zonas horarias mundiales** se emplean para establecer la zona horaria del sitio, así como para definir el horario de verano, de acuerdo a datos de la ASHRAE. Se agrupan en una sola categoría: **General**.

El dialogo de edición de las plantillas de **Zonas horarias mundiales**, que se puede abrir mediante alguno de los procedimientos explicados en el apartado [Administración de componentes y plantillas](#), tiene solo una pestaña: **Sitio**.

### Sitio

En esta pestaña puede especificar el **Nombre** y la **Fuente** (opcional) de la plantilla de Zonas horarias mundiales. Adicionalmente puede establecer la **Zona horaria** del sitio, así como las fechas de **Inicio** y **Finalización** del [horario de verano](#).

#### Notas:

1. Si en el sitio no se aplica el horario de verano entonces en los campos de **Inicio** y **Finalización del horario de verano** se ingresa el texto N/A.
2. También puede anular la aplicación del horario de verano desactivando la casilla [Aplicar horario de verano](#), en la pestaña de Datos del sitio (nivel Sitio).

## Plantillas de Coeficientes de presión de viento

Las plantillas de **Coeficientes de presión de viento** se emplean para calcular la presión ejercida por el viento en cada superficie externa del modelo, cuando se usa la opción de ventilación natural [Calculada](#) (Opciones del modelo). Se agrupan en dos categorías:

- General
- Modelo Cp AIVC

Tenga en cuenta que las plantillas de Coeficientes de presión del viento no se pueden asignar directamente al modelo. Sin embargo, puede sobrescribir los coeficientes en el encabezado [Coeficientes de presión del viento](#) de la pestaña de datos de Acristalamiento, cuando se está en el nivel Superficie (solo si se ha establecido la ventilación natural calculada).

El dialogo de edición de las plantillas de **Coeficientes de presión de viento** tiene solo una pestaña: **General**.

### Notas:

1. En la categoría **Modelo Cp AIVC** DesignBuilder ofrece coeficientes de presión de viento basados en *AIVC Applications Guide: A guide to energy-efficient ventilation*. Estos coeficientes de presión ( $C_p$ ) corresponden a edificios de hasta tres pisos, con superficies cuadradas y con tres niveles de exposición al viento: *Expuesto*, *Normal* y *Protegido*. Los valores se dan para ángulos del viento respecto a la normal de la superficie en intervalos de 45°.
2. Los coeficientes de presión AIVC resultan adecuados para las etapas iniciales de diseño. Sin embargo, lo ideal es emplear coeficientes de presión específicos para su modelo, los cuales deben calcularse mediante simulaciones CFD, o determinarse con modelos físicos en túneles de viento.

## General

En esta pestaña puede especificar el **Nombre** y la **Categoría** de la plantilla de Coeficientes de presión de viento. Adicionalmente puede definir la **Relación de aspecto de la superficie**, la **Inclinación de la superficie** y los coeficientes de presión del viento para ocho **Ángulos del viento respecto a la normal** de la superficie: 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° y 315°.

## 7. Visualización

El módulo Visualización, basado en la tecnología OpenGL, muestra los modelos 3D en forma de perspectivas renderizadas, es decir, con texturas foto-realistas. Representa una valiosa herramienta para estudiar de manera visual el impacto del soleamiento en el edificio, pero además permite generar imágenes que enriquecen los reportes de análisis y amplían los recursos de comunicación con el cliente.

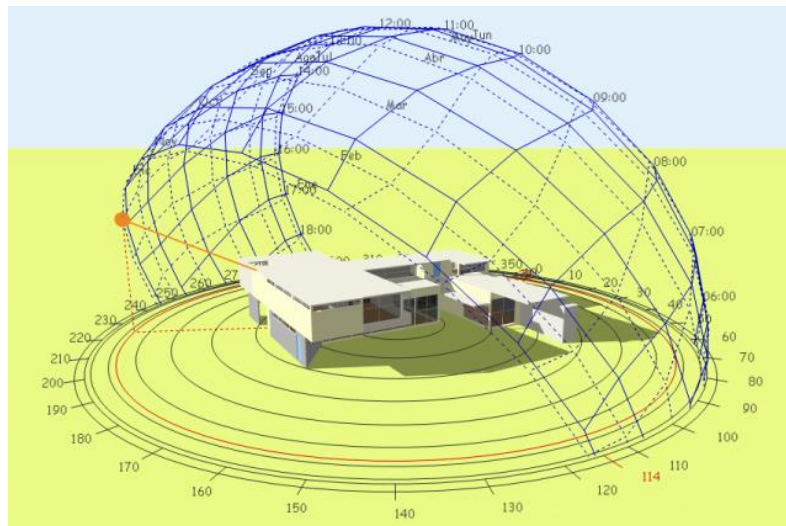
Desde la pantalla de **Visualización** es posible exportar imágenes de las vistas renderizadas, mediante el menú *Herramientas > Exportar datos* (o haciendo clic en el icono correspondiente en la barra de herramientas). En esta sección se describen los procesos para generar, modificar y explorar las vistas renderizadas del modelo.

### 7.1. Opciones de visualización

#### Mostrar diagrama solar

Cuando se activa esta opción se muestra una gráfica solar 3D, acorde con los datos de ubicación del proyecto. Esta gráfica puede ser muy útil para visualizar los recorridos aparentes del sol a lo largo del año y la forma en que la radiación solar incide sobre el edificio.

El diagrama solar muestra **líneas de recorridos solares** para un día de cada mes. Las líneas punteadas corresponden a los primeros seis meses (enero a junio), mientras que las líneas continuas corresponden a los últimos meses (julio a diciembre). Adicionalmente, muestra las **líneas horarias** (con forma de 8) que indican la hora del día.



**Nota:** La figura en forma de "8" de las líneas horarias es resultado de lo que se conoce como **analema**, un efecto conjunto de la órbita elíptica que la tierra sigue alrededor del sol y de la inclinación del eje de rotación de la tierra respecto al plano orbital (eclíptica). Esto expresa las variaciones estacionales entre la hora local y la hora solar.

## Factor de escala

El **factor de escala** define las dimensiones de la gráfica solar 3D, en relación con las dimensiones del modelo. Con un factor de escala de 1 la gráfica solar se ajusta casi exactamente a las dimensiones del modelo. El factor de escala predeterminado es de 1.3.

## Día del mes

De manera predeterminada DesignBuilder emplea el primer día del mes para generar las líneas de recorridos de la gráfica solar. Este campo permite establecer cualquier día, entre el 1o. y el 28, para generar la gráfica solar.

### Notas:

1. Cuando la opción de mostrar el diagrama solar y la de mostrar sombras se encuentran activas simultáneamente, puede emplear el comando **Cambiar posición solar**.
2. Puede incluir el diagrama solar en los **videos** generados con el módulo Visualización.

## Mostrar sombras

Al activar esta opción, las sombras generadas por el sol serán incluidas en las vistas renderizadas del modelo. Recuerde hacer clic en el icono Aplicar cambios después de activar la casilla.

## Sombras de marcos y divisores

De manera predeterminada los marcos y divisores de las ventanas no se consideran en la generación de sombras. Sin embargo, puede activar esta opción si desea sombras más detalladas.

## Hora y fecha

Puede establecer el momento específico para la generación de sombras indicando la hora, el día y el mes. En el caso de la hora los minutos deben convertirse a fracción. Por ejemplo, las 10:30 deben indicarse como 10.5. Estos datos se actualizan automáticamente cuando emplea el comando **Cambiar posición solar**.

## Mostrar norte

Al activar esta opción, un símbolo que indica la orientación norte se muestra en la pantalla de **Visualización**.

## Mostrar plano del terreno

Puede elegir entre mostrar, o no, el plano que representa el terreno en la pantalla de **Visualización**. Es posible que desee desactivar esta opción si ha creado bloques de componente para representar el terreno. El plano del terreno no se muestra cuando la vista se ubica debajo de él, incluso si esta opción se encuentra activa.

**Nota:** Cuando se muestra, el plano del terreno se extiende en sentido horizontal, ocultando cualquier objeto situado por debajo del nivel 0.



## Vista

Este campo permite definir el **ángulo de visión** empleado en la generación de las vistas. Mientras menor sea el ángulo menor será el campo de visión y el efecto de perspectiva. Los ángulos grandes amplían el campo de visión, pero tienden a exagerar la perspectiva.

## Mejorar resolución

El **mejoramiento de resolución** es un proceso empleado para reducir la apariencia irregular y “pixelada” de bordes y líneas que no son completamente verticales u horizontales. Algunos adaptadores gráficos OpenGL permiten la aplicación automática de suavizado a las pantallas cuando se usan procesos de aceleración por hardware. Sin embargo, para lograr un verdadero efecto de suavizado puede hacer uso de esta opción de DesignBuilder. Es posible establecer niveles de calidad de renderización entre 1 y 4, mediante el control deslizante. El valor 4 proporciona el mayor suavizado, pero también exige el mayor tiempo de renderización.

**Nota:** Algunos adaptadores gráficos de bajo rendimiento no admiten la mejora de la resolución, ya que carecen del hardware adecuado.

## Vista dinámica

Esta opción afecta la forma en que se muestra el modelo al realizar movimientos de órbita o de zoom en la pantalla de **Visualización**:

**1-Renderizada.** La imagen completa del modelo es retenida durante los movimientos de órbita y zoom. Con modelos muy grandes y complejos esto puede provocar movimientos entrecortados.

**2-Esquemática.** El modelo se muestra en forma de esquemas lineales, que se mueven con facilidad incluso con modelos grandes y complejos. Esta opción puede ser especialmente útil con adaptadores gráficos lentos.

## 7.2. Controles de vista (Visualización)

Los **Controles de vista** permiten modificar de manera dinámica la forma en que se visualiza el modelo 3D en la pantalla de Visualización. Los siguientes son los controles disponibles actualmente (ver más abajo la descripción de cada uno):

- Órbita
- Zoom dinámico
- Ajustar a la pantalla
- Desplazamiento
- Zoom de ventana
- Girar vista
- Recorrer
- Sección
- Cambiar posición solar

## Órbita

La Órbita dinámica permite **rotar** la vista del modelo en cualquier dirección. Existen dos métodos básicos para activar esta herramienta:

**Opción 1:** Active la herramienta desde el icono correspondiente en la barra de Herramientas, desde el menú *Vista* o mediante el teclado: *Control + Mayúsculas (Shift) + O*. Después mantenga presionado el botón izquierdo del ratón mientras mueve el cursor en la dirección deseada.

**Opción 2:** Presione la rueda central del ratón mientras mueve el cursor en la dirección deseada.

## Zoom dinámico

El Zoom dinámico permite acercar o alejar el modelo en la pantalla. Existen tres métodos básicos para activar esta herramienta:

**Opción 1:** Active la herramienta desde el icono correspondiente en la barra de Herramientas, desde el menú *Vista* o mediante el teclado: *Control + Mayúsculas (Shift) + Z*. Posteriormente mantenga presionado el botón izquierdo del ratón mientras mueve el cursor hacia arriba (el modelo se acerca) o hacia abajo (el modelo se aleja).

**Opción 2:** Gire la rueda central del ratón hacia adelante (el modelo se acerca) o hacia atrás (el modelo se aleja).

**Opción 3:** Mantenga presionadas al mismo tiempo la tecla *Control* y la rueda central del ratón mientras mueve el cursor hacia adelante (el modelo se acerca) o hacia atrás (el modelo se aleja).

## Ajustar a la pantalla

Esta herramienta permite ajustar la vista del modelo al tamaño de la pantalla. Solo existe un método para activarla:

**Única opción:** Active la herramienta desde el icono correspondiente en la barra de Herramientas, desde el menú *Vista* o mediante el teclado: *Control + Mayúsculas (Shift) + F*.

## Desplazamiento

Esta herramienta permite desplazar el modelo en cualquier dirección. Existen dos métodos básicos para activarla:

**Opción 1:** Active la herramienta desde el icono correspondiente en la barra de Herramientas, desde el menú *Vista* o mediante el teclado: *Control + Mayúsculas (Shift) + N*. Después mantenga presionado el botón izquierdo del ratón mientras mueve el cursor en la dirección deseada.

**Opción 2:** Mantenga presionadas al mismo tiempo la tecla *Mayúsculas (Shift)* y la rueda central del ratón mientras mueve el cursor en la dirección deseada.

## Zoom de ventana

El Zoom de ventana permite generar acercamientos a zonas específicas del modelo. Solo existe un método para activar esta herramienta:

**Única opción:** Active la herramienta desde el icono correspondiente en la barra de Herramientas, desde el menú *Vista* o mediante el teclado *Control + Mayúsculas (Shift) + W*. Después ubique el cursor en el primer vértice de la ventana, presione el botón izquierdo y manténgalo así mientras desplaza el cursor hasta el vértice contrario, y una vez ahí deje de presionar el botón izquierdo.

### Girar vista

Con esta herramienta es posible **girar** la vista del observador. En otras palabras, el modelo se gira tomando el punto de vista del observador como centro.

**Única opción:** Para emplear la herramienta puede activarla desde el icono correspondiente en la barra de Herramientas, desde el menú *Vista* o mediante el teclado *Control + Mayúsculas (Shift) + L*. Posteriormente debe mantener presionado el botón izquierdo del ratón mientras mueve el cursor en la dirección deseada.

### Recorrer

Esta herramienta permite llevar a cabo dos movimientos a través del modelo: desplazarse horizontalmente hacia adelante y hacia atrás, y girar la vista del espectador en forma lateral.

**Única opción:** Para emplear la herramienta puede activarla desde el icono correspondiente en la barra de Herramientas, desde el menú *Vista* o mediante el teclado *Control + Mayúsculas (Shift) + K*. Posteriormente debe mantener presionado el botón izquierdo del ratón mientras mueve el cursor en la dirección deseada:

- Al mover el cursor hacia arriba y hacia abajo el espectador se desplaza horizontalmente hacia adelante y hacia atrás, respectivamente.
- Al mover el cursor hacia los lados la vista del espectador se gira lateralmente.

### Sección

La herramienta **Sección** permite generar vistas del modelo en corte, lo cual facilita la visualización de la estructura interna del edificio y el impacto de la radiación solar en el interior del edificio.



La herramienta se activa mediante el icono correspondiente en la barra de Herramientas, o desde el menú *Vista*. Una vez activada, puede seguir este procedimiento:

1. Seleccione el eje de corte mediante el control gráfico ubicado en la parte superior derecha de la pantalla.
2. Desplace el cursor sobre el modelo y haga clic izquierdo sobre el punto en el que desea generar el corte.
3. Si desea modificar la posición del corte presione la tecla *Escape* y repita el paso anterior.
4. Puede modificar la dirección de la vista para el corte mediante la opción **Orientación del corte**, disponible en la parte inferior del panel de **Opciones de visualización**.

## Cambiar posición solar

Esta herramienta permite cambiar de manera interactiva la posición del sol en el diagrama solar, modificando automáticamente el patrón de sombras en el modelo. Solo se puede activar mediante el icono correspondiente en la barra de Herramientas, siempre y cuando previamente se hayan activado las opciones **Mostrar diagrama solar** y **Mostrar sombras**.

Una vez activada la herramienta, puede hacer clic izquierdo con el cursor sobre alguna de las intersecciones entre las **líneas de recorrido solar** y las **líneas horarias** para posicionar el sol justo en ese punto. Si mantiene presionado el botón izquierdo del ratón puede mover en forma dinámica el sol en el diagrama solar.

**Nota:** Al modificar la posición del sol mediante esta herramienta los datos de hora y fecha de sombreado, en el panel de **Opciones de visualización**, se actualizan automáticamente.



## Creación de videos

El módulo Visualización permite generar videos del modelo renderizado, en formato AVI. Para ello debe activar la herramienta **Video** mediante el ícono disponible en la barra de Herramientas o desde el menú *Herramientas*. Al activar la herramienta se abre el diálogo **Opciones de video · Datos**, en la que puede seleccionar el **Tipo de video**:

**1-Órbita.** Se genera un video con la cámara orbitando 360° alrededor del modelo, mientras las sombras permanecen fijas. Es posible establecer un valor de **Incremento angular** (en grados), que regula el número de cuadros incluidos en el video.

**2-Sombreado para el día asignado.** La cámara se fija en la posición actual, variando sólo la posición del sol y por lo tanto las sombras a lo largo del día establecido en el panel de Opciones de visualización. En este caso es posible establecer un valor de **Incremento temporal** (en horas), que regula el número de cuadros incluidos en el video.

Al hacer clic en el botón aceptar se abre un diálogo en el que además del nombre y ubicación del video puede especificar la duración de cada cuadro (milisegundos) y el manejador a emplear.

**Nota:** Mientras menor sea el incremento angular o temporal más serán los datos a generar, por lo que puede exigir mucho tiempo para completar la creación del video. Esto es aún más crítico cuando se activa la opción **Mejorar resolución**.

## 8. Cálculos y simulaciones (EnergyPlus)

DesignBuilder ofrece tres tipos de cálculo mediante el módulo **Simulación**, todos basados en el motor de cálculo de EnergyPlus:

- **Cálculos de Diseño de calefacción**
- **Cálculos de Diseño de refrigeración**
- **Simulaciones**

En las siguientes secciones se explican los parámetros y procedimientos involucrados en los tres tipos de cálculo.

**Nota:** Puede ver los datos IDF EnergyPlus empleados para llevar a cabo los cálculos de diseño y las simulaciones haciendo clic en el enlace **Abrir archivo IDF (datos de entrada de EnergyPlus)**, disponible en el panel de **Información** (sólo con el **modo aprendizaje** activado) o bien desde el menú **Herramientas**. También puede exportar el archivo IDF correspondiente desde el menú *Archivo > Exportar archivo IDF de EnergyPlus*.

### 8.1. Cálculos de diseño de calefacción

Los cálculos de **diseño de calefacción** se emplean principalmente para **dimensionar** el sistema de calefacción, es decir, para determinar que potencia se requiere para cubrir siempre, con una certeza razonable, las cargas de calefacción del edificio. DesignBuilder permite llevar a cabo los cálculos de diseño de calefacción con métodos similares a los planteados por instituciones como ASHRAE y CIBSE, pero empleando su avanzado modelador 3D y el motor de cálculo de EnergyPlus. Los cálculos de diseño de calefacción con DesignBuilder tienen las siguientes características generales:

- No se emplean archivos de datos climáticos horarios, sino los **Datos climáticos para diseño de calefacción** (pestaña Datos del sitio, estando en el nivel Sitio): Temperatura mínima de bulbo seco, Velocidad coincidente del viento y Dirección coincidente del viento.
- Los cálculos se efectúan en **régimen estacionario**, es decir, la temperatura exterior de bulbo seco (ver punto anterior) se considera constante. Al ser cálculos estacionarios no se toma en cuenta ninguna programación incluida en el modelo.
- No se consideran **ganancias solares** ni **ganancias internas** (personas, luminarias, aparatos y equipos).
- Se puede incluir las pérdidas de calor por **infiltración** (datos de Cerramientos), **ventilación mecánica** y **ventilación natural programada** (datos de HVAC), si estos componentes se encuentran establecidos correctamente en el modelo.
- Se toma en cuenta de manera detallada la transmisión de calor, mediante procesos conductivos y convectivos, entre las diversas zonas del edificio. Algunas zonas pueden incluso no tener sistema de calefacción.
- Para compensar las pérdidas de calor y lograr las consignas de temperatura establecidas se modela un sistema ideal de calefacción totalmente convectivo (*IdealLoadsAirSystem*).

- Los cálculos se ejecutan de manera iterativa hasta que se logra la **convergencia** de las temperaturas y las cargas de todas las zonas. Si la convergencia no se logra, el proceso continúa hasta completar un número máximo de días de pre-simulación (ver nota abajo).
- Las cargas de calefacción calculadas en todas las zonas del edificio se multiplican por un **coeficiente de seguridad** (Opciones de cálculo) y luego se suman para determinar la potencia requerida del sistema de calefacción.

**Nota:** En la versión actual DesignBuilder establece 100 días máximos de pre-simulación. Este parámetro solo se puede modificar si se exporta el archivo IDF y se trabaja en EnergyPlus.

Para iniciar el proceso de cálculo haga clic en la pestaña de análisis **Diseño de calefacción**, desde la pantalla de edición, o bien active el comando **Actualizar** si ya se encuentra en la pantalla de diseño de calefacción. Cualquiera de estas acciones abre el diálogo de **Opciones de cálculo**.

## Opciones de cálculo de Diseño de calefacción

El diálogo de **Opciones de cálculo** se abre cada vez que se ejecuta un cálculo de **Diseño de calefacción**. Esto sucede cuando se hace clic en la pestaña de análisis **Diseño de calefacción**, desde la pantalla de edición, o bien cuando se usa el comando **Actualizar**, estando ya en la pantalla de resultados de diseño de calefacción. Las opciones disponibles en este diálogo permiten controlar los parámetros del cálculo de **Diseño de calefacción**. Dichas opciones se describen con detalle en la sección **Diseño de calefacción** (Opciones del modelo), por lo que debe ir ahí para consultar el contenido.

## Resultados de diseño de calefacción

Una vez efectuados los cálculos de **Diseño de calefacción**, puede acceder a los resultados mediante dos pestañas ubicadas en la parte superior de la pantalla: **Balance térmico** y **Resumen**.

**Nota:** Puede actualizar los resultados con diferentes Opciones de cálculo mediante el comando **Actualizar** (en el panel de **Información** o en la barra de **Herramientas**).

### Balance térmico - Diseño de Calefacción

La pestaña de **Balance térmico** ofrece resultados detallados sobre las temperaturas y las pérdidas de calor en las diferentes zonas del edificio, de manera predeterminada mediante un par de histogramas y una tabla anexa:

#### Temperaturas

- **Temperatura del Aire** - Temperatura media del aire en la zona.
- **Temperatura Radiante** - Temperatura radiante media (TRM) en el interior de la zona.
- **Temperatura Operativa** - Promedio de las temperaturas interiores del aire y radiante.
- **Temperatura Ext. BS** - Temperatura exterior constante empleada en el cálculo.

## Balance térmico

- **Acristalamiento** - Pérdidas/ganancias de calor a través del acristalamiento.
- **Muros** - Pérdidas/ganancias de calor a través de los muros exteriores.
- **Techos** - Pérdidas/ganancias de calor a través de los techos (interiores). Se da, por ejemplo, cuando la zona superior es más fría.
- **Suelos Int.** - Pérdidas/ganancias de calor a través de los suelos interiores. Se da, por ejemplo, cuando la zona inferior es más fría.
- **Suelos S.T.** - Pérdidas/ganancias de calor a través de los suelos sobre terreno.
- **Particiones** - Pérdidas/ganancias de calor a través de las particiones (muros interiores). Se da, por ejemplo, cuando una zona adyacente es más fría.
- **Cubiertas** - Pérdidas/ganancias de calor a través de las cubiertas.
- **Suelos Ext.** - Pérdidas/ganancias de calor a través de los suelos exteriores (expuestos al ambiente exterior).
- **Infiltración Ext.** - Pérdidas/ganancias de calor debidas a la infiltración de aire exterior (ventilación no controlada a través de grietas y poros en la envolvente del edificio).
- **Ventilación Ext.** - Pérdidas/ganancias de calor debidas a la ventilación mecánica y/o natural. Tanto la ventilación mecánica como la natural se pueden excluir mediante las **Opciones de cálculo**.
- **Calef. Sens. de Zona.** Calor aportado por el sistema de calefacción para compensar las pérdidas y mantener las consignas de temperatura establecidas.

## Resultados de superficies

Adicionalmente, si en las Opciones de cálculo se activaron las casillas **Almacenar resultados de superficies** y **Almacenar resultados de aberturas**, puede navegar a las diferentes superficies del modelo y ver los siguientes resultados:

- **Temp. Superf. Int.** Temperatura en la superficie interior del cerramiento.
- **Temp. Superf. Ext.** Temperatura en la superficie exterior del cerramiento.
- **Ganancias superficiales.** El título se ajusta al tipo de cerramiento (por ejemplo Acristalamiento, Muro o Cubierta). Son las pérdidas de calor a través del cerramiento correspondiente.
- **Coef. Conv. Int.** Coeficiente convectivo de transferencia de calor en la superficie interior.
- **Coef. Conv. Ext.** Coeficiente convectivo de transferencia de calor en la superficie exterior.

### Notas:

1. El **calentamiento sensible de zona** equivale a la suma de todas las pérdidas de calor.
2. Puede ver los balances térmicos de todo el edificio, de cada bloque o de cada zona navegando a través del **Árbol del modelo**.
3. Las pérdidas/ganancias de calor a través de los cerramientos (acristalamiento, muros, cubiertas, suelos, etc.) representan el calor transmitido entre la zona y dichos cerramientos.



4. Es posible personalizar los datos mostrados y los estilos de las gráficas mediante los comandos disponibles en el panel de **Opciones de visualización**.

## Resumen - Diseño de Calefacción

En la pestaña **Resumen** se muestra una tabla con los datos más importantes para cada una de las zonas del edificio:

- **Temperatura de confort.** Promedio entre la temperatura del aire interior y la temperatura radiante media. También se conoce como temperatura operativa.
- **Pérdida de calor.** Es la suma de las pérdidas de calor en régimen estacionario. Equivale al Calentamiento sensible de zona, que a su vez representa el calor aportado por el sistema de calefacción para compensar las pérdidas y mantener las consignas de temperatura establecidas.
- **Capacidad nominal.** Es la Pérdida de calor (punto anterior) multiplicada por el Factor de seguridad establecido en las Opciones de cálculo. Representa la potencia de calefacción requerida para la zona. Los valores se muestran también normalizados por área de suelo.

En la parte superior de la tabla se muestra la **Capacidad total de diseño de calefacción** de cada **Bloque** (suma de la capacidad de todas las zonas contenidas en el bloque) y del **Edificio** (suma de la capacidad de todas las zonas existentes en el edificio).

**Nota:** Puede usar el comando **Exportar datos** (menú Herramientas), con la opción *3-Portapapeles*, para copiar los resultados de la tabla directamente en una hoja de cálculo Excel.

## 8.2. Cálculos de diseño de refrigeración

Los cálculos de **diseño de refrigeración** se emplean principalmente para **dimensionar** el sistema de refrigeración, es decir, para determinar que potencia se requiere para cubrir siempre, con una certeza razonable, las cargas de refrigeración del edificio. DesignBuilder permite llevar a cabo los cálculos de diseño de refrigeración con un método similar a los planteados por organizaciones como ASHRAE y CIBSE, pero empleando su avanzado modelador 3D y el motor de cálculo de EnergyPlus. Los cálculos de Diseño de refrigeración con DesignBuilder tienen las siguientes características generales:

- No se emplean archivos de datos climáticos horarios, sino los **Datos climáticos para diseño de refrigeración** (pestaña Datos del sitio, estando en el nivel Sitio), por ejemplo: Temperatura máxima de bulbo seco, Temperatura coincidente de bulbo húmedo, Temperatura mínima de bulbo seco.
- Los cálculos se efectúan en **régimen periódico**, es decir, se simula un día de diseño (24 horas) representado por una curva periódica de temperaturas exteriores que genera el propio programa a partir de las temperaturas máxima y mínima establecidas en las condiciones climáticas de diseño (ver punto anterior). Esto permite tomar en cuenta el impacto de la inercia térmica en el desfase de las cargas pico, lo que no sucede en los cálculos de diseño de calefacción.
- Se toma en cuenta el impacto de la **radiación solar** en el edificio. El recorrido aparente del sol y la radiación solar incidente durante el día de diseño son determinados automáticamente por el

programa, considerando el **Día** y **Mes** establecidos en las **Opciones de cálculo**, así como los datos de ubicación del sitio y un índice de **Claridad del cielo** de 0.98.

- No se toma en cuenta ni la dirección ni la velocidad del **viento**.
- Se consideran las **ganancias internas** por personas, luminarias y equipos. Las variaciones en el tiempo de dichas ganancias se derivan de las programaciones empleadas en el modelo, de acuerdo a los parámetros establecidos en las **Opciones de cálculo**.
- Se puede incluir las pérdidas/ganancias de calor por **infiltración** (datos de Cerramientos), **ventilación mecánica** y **ventilación natural programada** (datos de HVAC), si estos componentes se encuentran establecidos correctamente en el modelo.
- Se toma en cuenta de manera detallada la transmisión de calor, mediante procesos conductivos y convectivos, entre las diversas zonas del edificio. Algunas zonas pueden incluso no tener sistema de refrigeración.
- Para compensar las ganancias de calor y lograr las consignas de temperatura establecidas se considera el uso de un sistema de refrigeración totalmente convectivo (*IdealLoadsAirSystem*).
- El día de diseño se simula de manera iterativa hasta que se logra la **convergencia** de las temperaturas y las cargas de todas las zonas. Si la convergencia no se logra el proceso continúa hasta completar un número máximo de días de pre-simulación (ver nota abajo).
- Las cargas **máximas** de refrigeración calculadas en todas las zonas del edificio se multiplican por un **coeficiente de seguridad** (Opciones de cálculo) y luego se suman para determinar la potencia requerida del sistema de refrigeración.

**Nota:** En la versión actual DesignBuilder establece 100 días máximos de pre-simulación. Este parámetro solo se puede modificar si se exporta el archivo IDF y se trabaja en EnergyPlus.

## Opciones de cálculo de Diseño de refrigeración

El diálogo de **Opciones de cálculo** se abre cada vez que se ejecuta un cálculo de **Diseño de refrigeración**. Esto sucede cuando se hace clic en la pestaña de análisis **Diseño de refrigeración**, desde la pantalla de edición, o bien cuando se usa el comando **Actualizar**, estando ya en la pantalla de resultados de diseño de calefacción. Las opciones disponibles en este diálogo permiten controlar los parámetros del cálculo de **Diseño de refrigeración**. Dichas opciones se describen con detalle en la sección **Diseño de refrigeración** (Opciones del modelo), por lo que debe ir ahí para consultar el contenido.

## Resultados de diseño de refrigeración

Una vez efectuados los cálculos de **Diseño de refrigeración**, se puede acceder a los resultados mediante dos pestañas ubicadas en la parte superior de la pantalla: **Análisis** y **Resumen**

**Nota:** Puede actualizar los resultados con diferentes Opciones de cálculo mediante el comando **Actualizar** (en el panel de **Información** o en la barra de **Herramientas**).

## Análisis - Diseño de refrigeración

La pestaña de **Análisis** ofrece resultados detallados del cálculo de diseño de refrigeración, en intervalos de media hora. De manera predeterminada se muestran en gráficas lineales.

### Temperaturas

- **Temperatura del Aire.** Temperatura media del aire en la zona.
- **Temperatura Radiante.** Temperatura radiante media (TRM) en el interior de la zona.
- **Temperatura Operativa.** Promedio de las temperaturas del aire y radiante interiores.
- **Temperatura Ext. BS.** Temperatura exterior de bulbo seco (curva periódica empleada en el cálculo de diseño).

### Balance térmico

- **Acristalamiento.** Pérdidas/ganancias de calor a través del acristalamiento. No incluye la transmisión de radiación de onda corta, que corresponde al resultado de **Ganancias solares**. Incluye resultados de huecos.

En el caso de ventanas **sin dispositivos de sombreado interior**, el resultado incluye:

- + *Flujo de calor convectivo entre la zona y la superficie interior del acristalamiento.*
- + *Flujo de calor radiante (infrarrojos) entre la zona y la superficie interior del acristalamiento.*
- *Radiación de onda corta retransmitida hacia afuera a través del acristalamiento. La radiación de onda corta se deriva de las luminarias y la radiación solar difusa interior.*
- + *Flujo de calor por conducción entre la zona y los marcos y divisores de las ventanas, si existen.*

Para ventanas **con dispositivos de sombreado interior**, el resultado incluye:

- + *Flujo de calor convectivo entre la zona y la cámara de aire ubicada entre la superficie interior del acristalamiento y el dispositivo de sombreado.*
- + *Flujo de calor convectivo entre la zona y la superficie interior del dispositivo de sombreado.*
- + *Flujo de calor radiante (infrarrojos) entre la zona y la superficie interior del acristalamiento.*
- + *Flujo de calor radiante (infrarrojos) entre la zona y la superficie interior del dispositivo de sombreado.*
- *Radiación de onda corta retransmitida hacia afuera a través del acristalamiento. La radiación de onda corta se deriva de las luminarias y la radiación solar difusa interior.*
- + *[Flujo de calor por conducción entre la zona y los marcos y divisores de las ventanas, si existen]*

- **Muros.** Pérdidas/ganancias de calor a través de los muros exteriores. Incluye resultados de puertas y rejillas.
- **Techos.** Pérdidas/ganancias de calor a través de los techos (interiores). Se da, por ejemplo, cuando la zona superior es más fría.

- **Suelos Int.** Pérdidas/ganancias de calor a través de los suelos interiores. Se da, por ejemplo, cuando la zona inferior es más fría.
- **Suelos S.T.** Pérdidas/ganancias de calor a través de los suelos sobre terreno.
- **Particiones.** Pérdidas/ganancias de calor a través de las particiones (muros interiores). Se da, por ejemplo, cuando una zona adyacente es más fría. Incluye resultados de puertas y rejillas.
- **Cubiertas.** Pérdidas/ganancias de calor a través de las cubiertas.
- **Suelos Ext.** Pérdidas/ganancias de calor a través de los suelos exteriores (expuestos al ambiente exterior).
- **Infiltración Ext.** Pérdidas/ganancias de calor debidas a la infiltración de aire exterior (ventilación no controlada a través de grietas y poros en la envolvente del edificio).
- **Ventilación Ext.** Pérdidas/ganancias de calor debidas a la ventilación mecánica y/o natural. Tanto la ventilación mecánica como la ventilación natural se pueden excluir mediante las **Opciones de cálculo.**
- **Iluminación Tarea y Acento.** Ganancias de calor relacionadas con la iluminación de tarea y acento.
- **Iluminación General.** Ganancias de calor relacionadas con la iluminación general.
- **Misceláneos.** Ganancias de calor relacionadas con equipos diversos.
- **Procesos.** Ganancias de calor relacionadas con maquinaria y procesos de producción.
- **Cocina.** Ganancias de calor relacionadas con aparatos y equipos de cocción.
- **Computadoras y Equipos.** Ganancias de calor relacionadas con computadoras y otros equipos de oficina.
- **Ocupación.** Ganancias de calor sensible relacionadas con las personas. Tome en cuenta que pueden variar dependiendo de las condiciones interiores. Con temperaturas muy altas las ganancias sensibles se pueden reducir significativamente, aumentando el aporte de calor latente debido sobre todo a la sudoración.
- **Gan. Solares Ventanas Ext.** Radiación solar de onda corta transmitida a través de las ventanas exteriores. Para ventanas descubiertas, el resultado incluye la radiación solar que pasa a través del vidrio y la radiación solar difusa reflejada por el reborde exterior de la ventana, si existe. Para ventanas con pantallas de sombreado, la radiación transmitida es totalmente difusa (las pantallas de sombreado se consideran perfectamente difusoras). Para ventanas con persianas la radiación transmitida consiste en la radiación directa + la radiación difusa que pasa a través de las tablillas + la radiación directa-a-difusa reflejada por las tablillas.
- **Gan. Solares Ventanas Int.** Radiación solar total (directa + difusa) transmitida a través de ventanas interiores. Para poder generar este resultado es necesario establecer la opción de **Distribución solar 3-Completa interior y exterior** (Opciones del modelo).
- **Refrig. Sens. de Zona.** Calor sensible extraído de la zona para compensar las ganancias y mantener las consignas de temperatura establecidas.

## Cargas del sistema

- **Enfriamiento Sensible** (con método de dimensionado *1-ASHRAE*). Tasa de extracción de energía sensible de la mezcla de aire exterior y de recirculación, con el objeto de reducir su temperatura hasta el valor especificado para el aire de impulsión. Se omite cualquier energía empleada para añadir o remover humedad.
- **Enfriamiento Sensible** (con método de dimensionado *2-Unitario DX*). Extracción de calor sensible de la mezcla de aire exterior y de recirculación, por parte de la batería de frío, para lograr las condiciones especificadas para el aire de impulsión. Se omite cualquier energía empleada para añadir o remover humedad.
- **Enfriamiento Total** (con método de dimensionado *1-ASHRAE*). Tasa de extracción de energía sensible y latente de la mezcla de aire exterior y de recirculación, con el objeto de lograr la temperatura y humedad especificadas para el aire de impulsión.
- **Enfriamiento Total** (con método de dimensionado *2-Unitario DX*). Extracción de calor sensible y latente de la mezcla de aire exterior y de recirculación, por parte de la batería de frío, para lograr la temperatura y humedad especificadas para el aire de impulsión.

**Nota:** El enfriamiento latente se puede deducir restando el **Enfriamiento sensible** al **Enfriamiento total**.

## Humedad

- **Humedad Relativa.** Humedad relativa del aire en la zona.

## Aire exterior total

- **Vent. Mec. + Vent. Nat. + Infilt.** Número de renovaciones de aire por hora (renov/h), incluyendo la ventilación mecánica, la ventilación natural y la infiltración.

## Resultados de superficies

Adicionalmente, si en las Opciones de cálculo se activaron las casillas **Almacenar resultados de superficies** y **Almacenar resultados de aberturas**, puede navegar a las diferentes superficies del modelo y ver los siguientes resultados:

- **Temp. Superf. Int.** Temperatura en la superficie interior del cerramiento.
- **Temp. Superf. Ext.** Temperatura en la superficie exterior del cerramiento.
- **Ganancias superficiales.** El título se ajusta al tipo de cerramiento (por ejemplo Acristalamiento, Muro o Cubierta). Son las pérdidas/ganancias de calor a través del cerramiento.
- **Coef. Conv. Int.** Coeficiente convectivo de transferencia de calor en la superficie interior.
- **Coef. Conv. Ext.** Coeficiente convectivo de transferencia de calor en la superficie exterior.
- **Solar Incidente.** Radiación solar que incide sobre la superficie exterior del acristalamiento.
- **Solar Transmitida.** Radiación solar que atraviesa el acristalamiento e incide sobre las superficies interiores del edificio.

- **Fracción Soleamiento Ext.** - Fracción de la radiación solar disponible que incide sobre las superficies exteriores. Se ve modificada por elementos de sombreado.

#### Notas:

1. Puede ver los balances térmicos de todo el edificio, de cada bloque o de cada zona navegando a través del **Árbol del modelo**.
2. Las pérdidas/ganancias de calor a través de los cerramientos (acristalamiento, muros, cubiertas, suelos, etc.) representan el calor transmitido entre la zona y dichos cerramientos.
3. Es posible personalizar los datos mostrados y los estilos de las gráficas mediante los comandos disponibles en el panel de **Opciones de visualización**.

## Resumen - Diseño de refrigeración

En la pestaña **Resumen** se muestra una tabla con los datos más importantes para cada una de las zonas del edificio:

- **Capacidad nominal.** Mostrado en negritas, es el valor de Carga Total de Refrigeración multiplicada por el Factor de seguridad (Opciones de cálculo) para determinar la capacidad requerida de refrigeración.
- **Caudal Nominal.** Mostrado en negritas, es el caudal de aire requerido para cubrir las cargas de refrigeración, de acuerdo al **Método de cálculo de caudal de aire** (Opciones de cálculo).
- **Carga Total de Refrigeración.** Es la carga Sensible + Latente máxima de la zona al momento de la máxima carga de refrigeración sensible. Si la carga latente es negativa entonces es ignorada y la carga total de refrigeración es igual a la carga sensible.
- **Carga Sensible.** Es la carga de refrigeración sensible máxima durante el día de diseño.
- **Carga Latente.** Es la carga latente para la zona en el momento de la carga sensible máxima, equivalente a la Carga de Refrigeración Total - Carga Sensible.
- **Temperatura del aire.** Es la temperatura del aire en la zona en el momento de la carga sensible máxima.
- **Humedad.** Es la humedad relativa (%) del aire en la zona en el momento de la carga sensible máxima.
- **Hora de Max. Refrig.** Es la hora en la que ocurre la máxima refrigeración sensible.
- **Temp. Op. Max.** Es la temperatura operativa máxima en la zona (fracción radiante = 0.5) durante el día de diseño, incluyendo los periodos en que la zona está desocupada.
- **Área de Suelo.** Es el área total de suelo de las zonas.
- **Volumen.** Es el volumen total de las zonas.
- **Caudal / Área de suelo.** Es el caudal de aire normalizado por área de suelo. Permite verificar los caudales calculados.
- **Carga de Refrig. / Área de Suelo.** Es la carga de diseño de refrigeración normalizada por área de suelo.

- **Temp. Ext. con Carga Pico.** Es la temperatura exterior que coincide con el momento de la carga pico.

**Nota:** Puede usar el comando **Exportar datos** (menú Herramientas), con la opción **3-Portapapeles**, para copiar los resultados de la tabla directamente en una hoja de cálculo Excel.

## Opciones de visualización de resumen de diseño de refrigeración

### Datos

El resumen de resultados se puede mostrar para cargas coincidentes o no coincidentes:

- 1-No coincidente.** El resumen de resultados corresponde a la hora y mes de la máxima carga de refrigeración de cada zona.
- 2-Coincidente.** El resumen de resultados corresponde a la hora y mes de la máxima carga de refrigeración del edificio en su conjunto.

### Definición de coincidencia

Cuando se selecciona la opción de **Datos 2-Coincidente**, es posible definir el método de **Definición de coincidencia**:

- 1-Edificio.** Se evalúa la coincidencia para todo el edificio.
- 2-Sistema de refrigeración.** Se evalúa la coincidencia para cada **sistema de refrigeración**.

### Cálculo de totales

Las cargas se pueden sumar de dos maneras distintas:

- 1-Edificio.** Las cargas se suman para todo el edificio.
- 2-Sistema de refrigeración.** Las cargas se suman para cada **sistema de refrigeración**, lo cual permite dimensionar mejor las unidades de tratamiento de aire (UTAs).

## 8.3. Simulaciones

A diferencia de los cálculos de diseño, empleados para dimensionar los sistemas de calefacción y refrigeración, las **simulaciones** permiten evaluar el desempeño ambiental y energético de los edificios en “tiempo real”, empleando datos climáticos horarios.

Las simulaciones con DesignBuilder tienen las siguientes características generales:

- Las condiciones climáticas se definen mediante **archivos de datos climáticos horarios** con formato EPW (pestaña **Datos del sitio**, en el nivel Sitio).
- Las simulaciones se pueden efectuar para **distintos periodos**, desde un día hasta un año completo. Es posible simular periodos de particular interés, por ejemplo la semana más representativa de las condiciones de verano.
- Los edificios pueden ser simulados con sistemas de climatización (modo mecánico) o sin ellos (modo pasivo). En el primer caso, si se cuenta con el módulo **HVAC Detallado**, es posible modelar los sistemas HVAC con los componentes detallados de EnergyPlus.



- Se toma en cuenta el impacto de la **radiación solar** en el edificio, considerando los datos de radiación directa y difusa disponibles en el archivo de datos climáticos horarios.
- Además de la opción de **ventilación natural programada**, es posible **calcular** la ventilación natural a partir de los datos de viento del archivo climático (dirección y velocidad), la posición de las aberturas en el edificio, su grado de apertura, etc.
- Se consideran las **ganancias internas** por personas, luminarias y equipos. Las variaciones en el tiempo de dichas ganancias se definen mediante programaciones.
- Se puede incluir las pérdidas/ganancias de calor por **infiltración** (datos de Cerramientos), **ventilación mecánica** y **ventilación natural programada/calculada** (datos de HVAC), si estos componentes se encuentran definidos correctamente en el modelo.
- Se toma en cuenta de manera detallada la transmisión de calor, mediante procesos conductivos y convectivos, entre las diversas zonas del edificio.
- Las simulaciones incluyen varios días de pre-simulación (warmup) para asegurar la correcta distribución del calor en la masa térmica del edificio. El proceso de pre-simulación continúa hasta que las temperaturas y las cargas en todas las zonas alcanzan la convergencia, o hasta que se cubren los **Días máximos de pre-simulación** (Opciones de cálculo).

## Opciones de cálculo de Simulación

El diálogo de **Opciones de cálculo** se abre cada vez que se ejecuta una simulación. Esto sucede cuando se hace clic en la pestaña de análisis **Simulación**, desde la pantalla de edición, o bien cuando se usa el comando **Actualizar**, estando ya en la pantalla de resultados de simulación. Las opciones disponibles en este diálogo permiten controlar los parámetros de simulación. Dichas opciones se describen con detalle en la sección **Simulación** (Opciones del modelo), por lo que debe ir ahí para consultar el contenido. Por otro lado, la selección de resultados de simulación se describe con detalle en la sección **Opciones de resultados**.

**Nota:** Cuando requiere hacer múltiples simulaciones, es recomendable hacer uso del **Administrador de simulaciones**.

## Resultados detallados de simulación

Una vez efectuada una simulación, se puede acceder a los resultados mediante dos pestañas ubicadas en la parte superior de la pantalla: **Análisis** y **Resumen**

**Nota:** Puede actualizar los resultados con diferentes Opciones de cálculo mediante el comando **Actualizar** (en el panel de **Información** o en la barra de **Herramientas**).

### Análisis - Simulación

La pestaña de **Análisis** ofrece una gran cantidad de resultados de simulación, en intervalos que pueden ir desde sub-horario hasta anual, de acuerdo a las **Opciones de cálculo** seleccionadas. Es posible personalizar los datos mostrados y los estilos de las gráficas mediante los comandos disponibles en el panel de **Opciones de visualización**.

## Confort

- **Temperatura del Aire.** Temperatura media del aire en la zona.
- **Temperatura Radiante.** Temperatura radiante media (TRM) en el interior de la zona.
- **Temperatura Operativa.** Promedio de las temperaturas interiores del aire y radiante.
- **Temperatura Ext. BS.** Temperatura exterior de bulbo seco.
- **Humedad relativa.** Humedad relativa del aire en la zona.
- **Horas Disconfort (vestimenta verano).** Horas, durante los periodos ocupados, en las que el nivel de humedad y/o la temperatura operativa no se encuentran dentro de la zona de confort establecida en el estándar ASHRAE 55-2004, considerando vestimenta de verano. Para ver este resultado es necesario solicitar resultados de confort y ambiente [Simple Estándar ASHRAE 55](#).
- **Horas Disconfort (vestimenta invierno).** Horas, durante los periodos ocupados, en las que el nivel de humedad y/o la temperatura operativa no se encuentran dentro de la zona de confort establecida en el estándar ASHRAE 55-2004, considerando vestimenta de invierno. Para ver este resultado es necesario solicitar resultados de confort y ambiente [Simple Estándar ASHRAE 55](#), así como activarlo en la pestaña **Detallado** del panel de Opciones de visualización.
- **Horas Disconfort (cualquier vestimenta).** Horas, durante los periodos ocupados, en las que el nivel de humedad y/o la temperatura operativa no se encuentran dentro de alguna de las zonas de confort establecida en el estándar ASHRAE 55-2004, ya sea para vestimenta de verano o de invierno. Para ver este resultado es necesario solicitar resultados de confort y ambiente [Simple Estándar ASHRAE 55](#), así como activarlo en la pestaña **Detallado** del panel de Opciones de visualización.
- **VMP Fanger.** Voto Medio Predicho de Fanger, calculado de acuerdo con el estándar ISO 7730.
- **VMP TE Pierce.** Voto Medio Predicho, calculado usando la temperatura efectiva y el modelo de confort térmico **Pierce dos-nodos**.
- **VMP TEE Pierce.** Voto Medio Predicho, calculado usando la temperatura efectiva "estándar" y el modelo de confort térmico **Pierce dos-nodos**.
- **ID Pierce.** Índice de Disconfort, calculado usando el modelo de confort térmico **Pierce dos-nodos**. Para poder ver este resultado es necesario activarlo en la pestaña **Detallado** del panel de Opciones de visualización.
- **IST Pierce.** Índice de Sensación Térmica, calculado usando el modelo de confort térmico **Pierce dos-nodos**. Para poder ver este resultado es necesario activarlo en la pestaña **Detallado** del panel de Opciones de visualización.
- **VST KSU.** Voto de Sensación Térmica, calculado usando el modelo de confort térmico de la **Kansas State University dos-nodos**.
- **Distribución de temperaturas.** Número de horas **en o debajo**, **en**, y **en o arriba** de unas temperaturas de referencia. Estos datos solo se muestran en el nivel zona, seleccionando el **Intervalo 6-Distribución**. Consulte el apartado [Análisis de confort](#) para saber más al respecto.

## Ganancias internas

- **Iluminación Tarea y Acento.** Ganancias de calor relacionadas con la iluminación de tarea y acento.
- **Iluminación General.** Ganancias de calor relacionadas con la iluminación general.
- **Misceláneos.** Ganancias de calor relacionadas con equipos diversos.
- **Procesos.** Ganancias de calor relacionadas con maquinaria y procesos de producción.
- **Cocina.** Ganancias de calor relacionadas con aparatos y equipos de cocción.
- **Computadoras y Equipos.** Ganancias de calor relacionadas con computadoras y otros equipos de oficina.
- **Ocupación.** Ganancias de calor sensible relacionadas con las personas. Tome en cuenta que pueden variar dependiendo de las condiciones interiores. Con temperaturas muy altas las ganancias sensibles se pueden reducir significativamente, aumentando el aporte de calor latente debido sobre todo a la sudoración.
- **Gan. Solares Ventanas Ext.** Radiación solar de onda corta transmitida a través de las ventanas exteriores. Para ventanas descubiertas, el resultado incluye la radiación solar que pasa a través del vidrio y la radiación solar difusa reflejada por el reborde exterior de la ventana, si existe. Para ventanas con pantallas de sombreado, la radiación transmitida es totalmente difusa (las pantallas de sombreado se consideran perfectamente difusoras). Para ventanas con persianas la radiación transmitida consiste en la radiación directa + la radiación difusa que pasa a través de las tablillas + la radiación directa-a-difusa reflejada por las tablillas. Se incluyen aquí resultados de huecos.
- **Gan. Solares Ventanas Int.** Radiación solar total (directa + difusa) transmitida a través de ventanas interiores. Para poder generar este resultado es necesario establecer la opción de **Distribución solar 3-Completa interior y exterior** (Opciones del modelo). Incluye resultados de huecos.
- **Calef. Sens. de Zona.** Calor sensible aportado a la zona para compensar las pérdidas y mantener las consignas de temperatura establecidas. Puede incluir un cierto “calentamiento gratuito” debido al ingreso de aire exterior relativamente cálido, así como calor aportado por los ventilados. En ese sentido no es igual al calentamiento sensible producido por la batería de calor cuando existe ventilación mecánica. Podría describirse también como el **aporte global** del sistema de calefacción al balance térmico de la zona.
- **Refrig. Sens. de Zona.** Calor sensible extraído de la zona para compensar las ganancias y mantener las consignas de temperatura establecidas. Puede incluir “enfriamiento gratuito” debido al ingreso de aire exterior relativamente frío. En ese sentido no es igual al enfriamiento sensible producido por la batería de frío cuando existe ventilación mecánica. Podría describirse también como el **aporte global** del sistema de refrigeración al balance térmico de la zona.

## Cerramientos y ventilación

- **Acristalamiento.** Pérdidas/ganancias de calor a través del acristalamiento. No incluye la transmisión de radiación de onda corta, que corresponde al resultado de **Ganancias solares**. Incluye resultados de huecos.

En el caso de ventanas **sin dispositivos de sombreado interior**, el resultado incluye:

- + *Flujo de calor convectivo entre la zona y la superficie interior del acristalamiento.*
- + *Flujo de calor radiante (infrarrojos) entre la zona y la superficie interior del acristalamiento.*
- *Radiación de onda corta retransmitida hacia afuera a través del acristalamiento. La radiación de onda corta es aquella derivada de las luminarias y la radiación solar difusa interior.*
- + *Flujo de calor por conducción entre la zona y los marcos y divisores de las ventanas, si existen.*

Para ventanas **con dispositivos de sombreado interior**, el resultado incluye:

- + *Flujo de calor convectivo entre la zona y la cámara de aire ubicada entre la superficie interior del acristalamiento y el dispositivo de sombreado.*
- + *Flujo de calor convectivo entre la zona y la superficie interior del dispositivo de sombreado.*
- + *Flujo de calor radiante (infrarrojos) entre la zona y la superficie interior del acristalamiento.*
- + *Flujo de calor radiante (infrarrojos) entre la zona y la superficie interior del dispositivo de sombreado.*
- *[Radiación de onda corta retransmitida hacia afuera a través del acristalamiento]. La radiación de onda corta es aquella derivada de las luminarias y la radiación solar difusa interior.*
- + *[Flujo de calor por conducción entre la zona y los marcos y divisores de las ventanas, si existen]*

- **Muros.** Pérdidas/ganancias de calor a través de los muros exteriores. Incluye resultados de puertas y rejillas.
- **Techos.** Pérdidas/ganancias de calor a través de los techos (interiores). Se da, por ejemplo, cuando la zona superior es más fría.
- **Suelos Int.** Pérdidas/ganancias de calor a través de los suelos interiores. Se da, por ejemplo, cuando la zona inferior es más fría.
- **Suelos S.T.** Pérdidas/ganancias de calor a través de los suelos sobre terreno.
- **Particiones.** Pérdidas/ganancias de calor a través de las particiones (muros interiores). Se da, por ejemplo, cuando una zona adyacente es más fría. Incluye resultados de puertas y rejillas.
- **Cubiertas.** Pérdidas/ganancias de calor a través de las cubiertas.
- **Suelos Ext.** Pérdidas/ganancias de calor a través de los suelos exteriores (expuestos al ambiente exterior).
- **Infiltración Ext.** Pérdidas/ganancias de calor debidas a la infiltración de aire exterior (ventilación no controlada a través de grietas y poros en la envolvente del edificio). Este resultado solo se genera cuando se emplea la opción de ventilación natural **Programada**.
- **Vent. Nat. Int.** Pérdidas/ganancias de calor debidas al intercambio de aire a través de aberturas internas (ventanas, puertas, rejillas, huecos y particiones virtuales). Este resultado solo se

visualiza en el nivel Zona, cuando hay aberturas entre zonas. Cuando usa ventilación natural programada debe activar la opción **Caudal de aire a través de aberturas internas**.

- **Ventilación Ext.** Pérdidas/ganancias de calor debidas a la ventilación natural, cuando se emplea la opción de ventilación natural **Programada**.
- **Aire exterior.** Pérdidas/ganancias de calor debidas a la entrada de aire exterior por ventanas, puertas, rejillas, huecos y grietas (infiltración) exteriores. Este resultado solo se genera cuando se emplea la opción de ventilación natural **Calculada**.
- **Vent. Mec. + Vent. Nat. + Infilt.** Número de renovaciones de aire por hora (renov/h), incluyendo la ventilación mecánica, la ventilación natural y la infiltración.

#### Notas:

1. Las pérdidas/ganancias de calor a través de los cerramientos (acristalamiento, muros, cubiertas, suelos, etc.) representan el calor transmitido entre la zona y dichos cerramientos. Incluyen la transmisión por convección y por radiación.
2. Las pérdidas y ganancias relacionadas con los cerramientos y la ventilación, junto con las ganancias internas, representan de manera aproximada el **balance térmico global** del edificio y sus zonas.

#### Cargas del sistema (solo nivel Edificio)

- **Enfriamiento Sensible** (HVAC Simple). Extracción de energía sensible de la mezcla de aire exterior y de recirculación, con el objeto de reducir su temperatura hasta el valor especificado para el aire de impulsión. Se omite cualquier energía empleada para añadir o remover humedad. El enfriamiento latente se deduce restando el **Enfriamiento sensible** al **Enfriamiento total**.
- **Enfriamiento Total** (HVAC Simple). Extracción de energía sensible y latente de la mezcla de aire exterior y de recirculación, con el objeto de lograr la temperatura y humedad especificadas para el aire de impulsión.
- **Enfriamiento Sensible** (HVAC Detallado). Extracción de energía sensible por medio de la batería de frío de la UTA y de cualquier sistema unitario o unidad *fan coil*. El enfriamiento latente se deduce restando el **Enfriamiento sensible** al **Enfriamiento total**.
- **Enfriamiento Total** (HVAC Detallado). Extracción de energía sensible y latente por medio de la batería de frío de la UTA y de cualquier sistema unitario o unidad *fan coil*.
- **Calentamiento Total.** Aporte de energía sensible y latente a la mezcla de aire exterior y de recirculación, con el objeto de lograr la temperatura y humedad especificadas para el aire de impulsión para calefacción.
- **Calentamiento UTA.** Energía aportada por la batería de calor, cuando se usa HVAC Detallado.
- **Precalentamiento.** Energía suministrada por baterías de precalentamiento para temperar el aire exterior antes de que ingrese a la caja de mezcla de aire exterior.

**Nota:** Una pregunta común es ¿cuál es la diferencia entre los resultados de calentamiento y enfriamiento de zona (ganancias internas) y los datos de calentamiento y enfriamiento que forman parte de las cargas del sistema? En términos generales, el calentamiento/enfriamiento de zona puede describirse como el aporte global de los sistemas de calefacción/refrigeración al balance

térmico de la zona. Esto no siempre representa la energía aportada o extraída por las baterías de los sistemas de climatización. Por ejemplo, aun cuando la batería de frío se encuentre inactiva (y por lo tanto no hay carga del sistema), puede haber enfriamiento de zona debido al ingreso de aire relativamente frío a través de la ventilación mecánica (enfriamiento gratuito). De manera similar, el calentamiento de zona puede incluir el calor aportado por ventiladores.

### Consumos desglosados (solo nivel Edificio)

- **Aparatos.** Energía consumida por aparatos y equipos usados en el edificio (por ejemplo computadoras, maquinaria o equipos de cocina). Puede ser electricidad, gas natural, gas LP, gasóleo, combustible sólido u otro combustible. No incluye consumos energéticos por iluminación.
- **Iluminación.** Energía eléctrica consumida por el sistema de iluminación general y/o la iluminación de tarea y acento.
- **Calefacción.** Energía consumida para la calefacción del edificio, incluyendo calderas y bombas de calor. Puede ser electricidad, gas natural, gas LP, gasóleo, combustible sólido u otro combustible.
- **Refrigeración.** Energía consumida para la refrigeración del edificio, incluyendo enfriadoras, baterías de expansión directa, y enfriadores evaporativos. Puede ser electricidad, gas natural, gas LP, gasóleo, combustible sólido u otro combustible.
- **Ventiladores.** Consumo total de energía eléctrica de los ventiladores de los sistemas HVAC. Este resultado solo se encuentra disponible con HVAC Simple, cuando se usa el **Método de ventilación mecánica 1-Ventilación de zona**, y se selecciona la opción de **Cálculo de energía auxiliar 2-Auxiliares por separado**.
- **Bombas.** Consumo total de energía eléctrica de las bombas y otros elementos auxiliares, dependiendo de las opciones de HVAC. Cuando se usa **HVAC Simple** con la opción de **Cálculo de energía auxiliar 2-Auxiliares por separado**, y el **Método de ventilación mecánica 1-Ventilación de zona**, este resultado se refiere a las bombas del sistema y otros elementos auxiliares, excluyendo la energía de los ventiladores (que se modela por separado). En el mismo caso, pero usando el Método de ventilación mecánica 2-Cargas ideales, el valor podría incluir la energía de los ventiladores, ya que ese consumo no se modela de manera explícita. En ambos casos es necesario ingresar un valor en el campo **Energía auxiliar**, en la pestaña de datos de HVAC. Finalmente, cuando se usa **HVAC Detallado**, este resultado se refiere exclusivamente a las bombas de los sistemas HVAC.
- **Energía auxiliar.** Consumo energético total de energía eléctrica de los ventiladores, las bombas y otros elementos auxiliares de los sistemas HVAC. Este resultado solo se encuentra disponible cuando se usa HVAC Simple y se selecciona la opción de **Cálculo de energía auxiliar 1-NCM**.
- **ACS.** Consumo total de energía del sistema de Agua Caliente Sanitaria del edificio (ACS). Puede ser electricidad, gas natural, gas LP, gasóleo, combustible sólido u otro combustible.
- **Disipación de calor.** Consumo energético de los ventiladores de la torre de refrigeración. Este resultado solo se muestra cuando se usa un sistema de HVAC Detallado con torre de refrigeración.

### Consumos totales (solo nivel Edificio)

- **Electricidad.** Consumo total de electricidad en el edificio.
- **Gas natural.** Consumo total de gas en el edificio.
- **Gasóleo.** Consumo total de gasóleo en el edificio.
- **Combustible sólido** - Consumo total de combustible sólido (por ejemplo carbón) en el edificio.
- **Gas LP.** Consumo total de gas LP (propano) en el edificio.
- **Otros combustibles.** Consumo total de otros combustibles en el edificio.

### Producción de CO<sub>2</sub> (solo nivel Edificio)

- **CO<sub>2</sub>** - Emisión total de dióxido de carbono del edificio (masa).

### Datos climáticos del sitio

- **Temperatura Ext. BS.** Temperatura exterior de bulbo seco
- **Temperatura Ext. PR.** Temperatura exterior de punto de rocío
- **Rad. Solar Directa Normal.** Radiación solar directa normal
- **Rad. Solar Difusa Horiz.** Radiación solar difusa horizontal
- **Dirección del Viento.** Dirección del viento. Cuando aparece un valor constante es porque el archivo de datos climático horarios no incluye datos de viento.
- **Velocidad del Viento.** Cuando aparece un valor constante es porque el archivo de datos climático horarios no incluye datos de viento
- **Altitud Solar.** Ángulo de altitud solar
- **Azimut Solar.** Ángulo de azimut solar
- **Presión Atmosférica.** Presión atmosférica
- **Horario de verano.** Número de horas en horario de verano

### Resultados de superficies

Si en la pestaña de **Opciones de resultados** se activa la casilla **Almacenar resultados de superficies** y luego se activan las casillas restantes, una vez realizada la simulación puede navegar a las diferentes superficies del modelo y ver los siguientes resultados (dependiendo del tipo de cerramiento):

- **Temp. Superf. Int.** Temperatura en la superficie interior del cerramiento.
- **Temp. Superf. Ext.** Temperatura en la superficie exterior del cerramiento.
- **Ganancias superficiales.** El título se ajusta al tipo de cerramiento (por ejemplo Acristalamiento, Muro o Cubierta). Son las pérdidas/ganancias de calor a través del cerramiento.
- **Coef. Conv. Int.** Coeficiente convectivo de transferencia de calor en la superficie interior.
- **Coef. Conv. Ext.** Coeficiente convectivo de transferencia de calor en la superficie exterior.



- **Solar Incidente.** Radiación solar que incide sobre la superficie exterior del cerramiento o acristalamiento.
- **Solar Transmitida.** Radiación solar que atraviesa el acristalamiento e incide sobre las superficies interiores del edificio.
- **Fracción Soleam. Ext.** Fracción de la radiación solar disponible que incide sobre las superficies exteriores. Se ve modificada por elementos de sombreado.
- **Caudal Aire Entrante.** Caudal de aire que entra al edificio a través de las aberturas (solo cuando se ha empleado ventilación natural **Calculada**). Los valores tienen signo positivo.
- **Caudal Aire Saliente.** Caudal de aire que sale del edificio a través de las aberturas (solo cuando se ha empleado ventilación natural **Calculada**). Los valores tienen signo negativo.

## Análisis del confort

DesignBuilder tiene la capacidad de producir una gran cantidad de información sobre las condiciones ambientales en el interior de los edificios y los niveles de confort resultantes. En el apartado **Análisis - Simulación** puede consultar todos los resultados relacionados con el confort que se pueden generar mediante las simulaciones. En este apartado se explica con mayor detalle el cálculo de los resultados de confort en los niveles Bloque y Edificio, la lectura de los resultados de **distribución de temperaturas** y los criterios de cálculo de las **horas en discomfort**, entre otros resultados que pueden útiles en el proceso de análisis.

### Datos de confort en los niveles Bloque y Edificio

Los resultados relacionados con el confort que se describen en el apartado **Análisis - Simulación** se calculan para los bloques mediante promedios ponderados con base en el área de suelo de las zonas que contienen. Por ejemplo:

$$\text{Temperatura de aire en un bloque } (T_a) = (A_1 \times T_{az1} + A_2 \times T_{az2} + A_3 \times T_{az3} + \dots) / (A_1 + A_2 + A_3 + \dots)$$

Dónde:

$A_n$  = Área de suelo de la zona n

$T_{azn}$  = Temperatura del aire en la zona n

El cálculo de las renovaciones de aire (Vent. Mec. + Vent. Nat. + Infiltración) se calcula de manera similar, pero en lugar de calcular los promedios ponderados con base en la superficie de suelo se emplea el volumen de la zona.

Si no se ha seleccionado la opción **Incluir zonas desocupadas en totales y promedios de bloques y edificio**, entonces las zonas sin ocupación no serán incluidas en el cálculo. En este caso, si todas las zonas están desocupadas el denominador de la fórmula es cero, por lo que se mostrará un mensaje de error. Los datos en el nivel edificio se calculan de manera idéntica, pero incluyendo todas las zonas contenidas en el mismo.

## Distribución de temperaturas

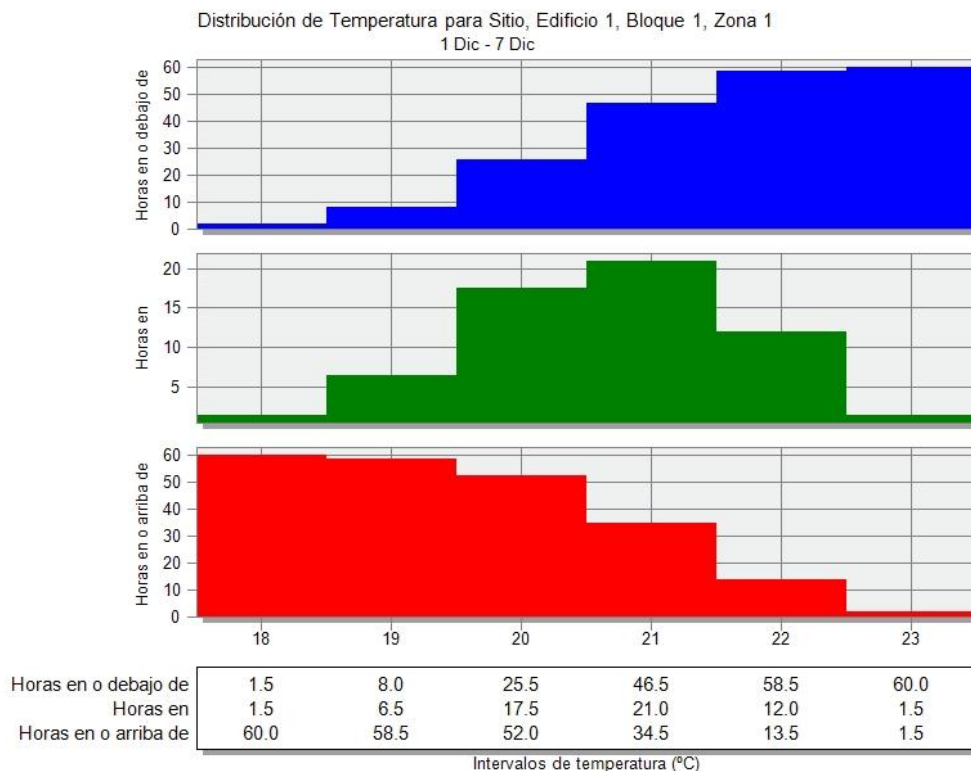
Si solicita datos de **Distribución de temperaturas** antes de una simulación, el programa generará resultados de distribución de temperaturas, mostrando el número de horas *en o debajo de*, *en*, y *en o arriba de* un conjunto de temperaturas de referencia. Las temperaturas de referencia se muestran en intervalos de 1 °C y se incluyen todos los periodos ocupados.

Para poder visualizar los datos de distribución de temperaturas debe ir al nivel Zona, y luego seleccionar la opción de **Datos 3-Confort** y la opción de **Intervalo 6-Distribución** (panel de **Opciones de visualización**). Ahí mismo puede seleccionar el tipo de temperatura que desea considerar (Fracción radiante): *1-Temperatura del aire*, *2-Temperatura operativa*, *3-Temperatura radiante media*.

Esta información puede ser muy útil para evaluar los niveles de confort ofrecidos por el edificio a lo largo del tiempo. Los resultados también pueden ser comparados con algunos estándares de confort. Por ejemplo, CIBSE proporciona los siguientes criterios:

- Las oficinas, escuelas y viviendas (espacios habitables) no deben presentar más del 1% de las horas ocupadas anuales con temperaturas operativas por encima de los 28°C.
- Los dormitorios en las viviendas no deben presentar más del 1% de las horas ocupadas anuales con temperaturas operativas por encima de los 26°C.

Por otro lado, el *UK DfES Building Bulletin BB87* recomienda un máximo de 80 horas ocupadas durante el año con temperaturas del aire por encima de los 28°C.



**Notas:**

1. Los resultados de distribución de temperaturas solo se generan en el nivel Zona.
2. Estos resultados no se encuentran disponibles cuando se emplea la opción de Ganancias agrupadas (*Opciones del modelo > Datos > Datos de ganancias*).
3. La distribución de temperaturas no se puede calcular cuando se emplea solo 1 etapa de simulación por hora.

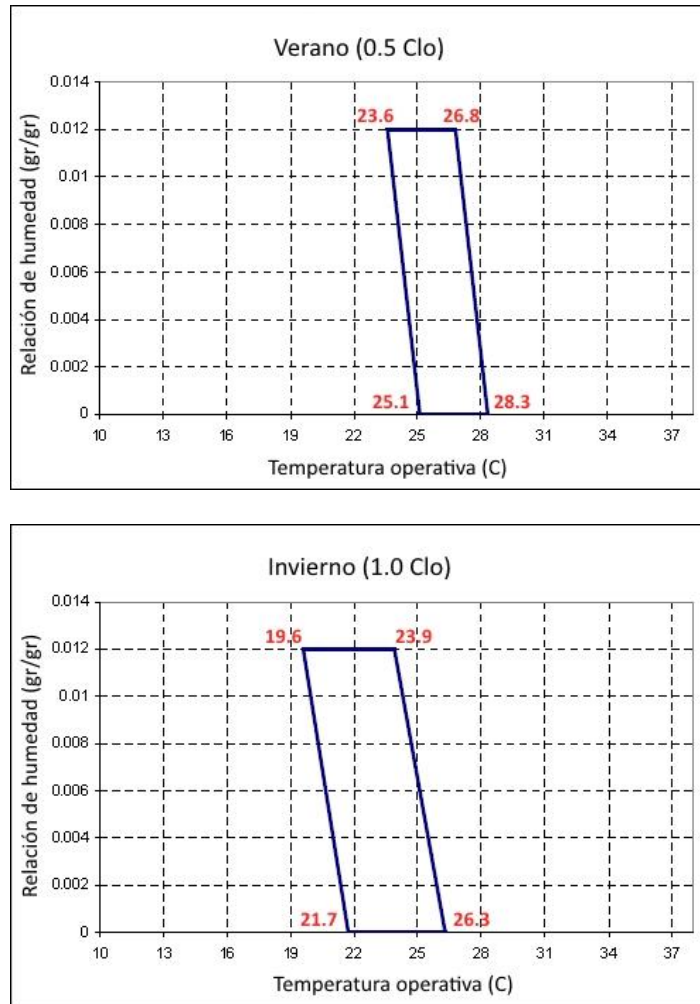
## Horas en disconfort con el método Simple del Estándar ASHRAE 55

Cuando se solicitan resultados de confort **Simple Estándar ASHRAE 55** el programa calcula las **Horas en disconfort** con vestimenta de verano, con vestimenta de invierno y con cualquier vestimenta. Las horas en disconfort con vestimenta de verano e invierno se calculan estimando los periodos en los que la relación de humedad y la temperatura operativa quedan fuera las regiones indicadas en la gráfica de la figura 5.2.1.1 del Estándar ASHRAE 55-2004 (ver abajo). En el caso de las horas en disconfort con cualquier vestimenta, se trata de los periodos en los que la relación de humedad y la temperatura operativa queda fuera de **ambas** regiones.

En este caso la temperatura operativa se considera, de manera simplificada, como el promedio de la temperatura del aire y la temperatura radiante media. Para verano se emplea un nivel de vestimenta de 0.5 Clo, mientras que para invierno se emplea uno de 1.0 Clo. Las gráficas que se muestran abajo se basan en los criterios de ASHRAE, extendiendo los valores mínimos de relación de humedad hasta cero.

En algunos casos se puede obtener un elevado número de horas en disconfort para determinadas zonas, aun cuando la temperatura del aire se encuentra dentro de rangos normales. En ese caso conviene revisar los siguientes aspectos:

- Las temperaturas operativas pueden ser muy diferentes a las temperaturas del aire en zonas con excesivo acristalamiento (generalmente durante el verano) y en zonas con aislamiento muy bajo (generalmente en invierno).
- Es posible que los niveles de humedad no se encuentren en rangos adecuados, generalmente debido a una deficiente ventilación y/o falta de controles. Tome en cuenta que la temperatura mínima de confort con vestimenta de invierno, cuando el aire es muy seco, es de 21.7°C (71°F), valor que puede estar por debajo de las consignas establecidas. De manera similar, cuando se tiene elevada humedad una temperatura por arriba de 26.8°C (80.2°F) se considera muy cálida con vestimenta de verano.

**Notas:**

1. Los resultados de horas en disconfort con vestimenta solo de **verano** o **invierno** no se muestran de manera predeterminada. Debe seleccionarlos, después de efectuar la simulación, en la pestaña **Detallado** del panel de **Opciones de visualización** (de resultados).
2. Las horas en disconfort calculadas por DesignBuilder son similares al resultado "Time Not Comfortable Based on Simple ASHRAE 55-2004" que se muestra en los resúmenes de EnergyPlus, pero en este caso se emplea un método distinto para calcular las horas en disconfort en el nivel Edificio. Para EnergyPlus el valor representa el número de horas en las que una o más zonas no cumplen con los criterios de ASHRAE. En cambio, DesignBuilder calcula las horas en disconfort en el nivel Edificio de la misma manera que otros resultados de confort, empleando promedios ponderados a partir del área de suelo.

**Confort adaptativo con el Estándar ASHRAE 55**

Cuando se solicita generar resultados de confort **Adaptativo Estándar ASHRAE 55**, el programa genera los siguientes indicadores:

**Zone Thermal Comfort ASHRAE 55 Adaptive Model 90% Acceptability Status.** Indica si la temperatura operativa se encuentra dentro de los límites del 90% de aceptabilidad, de acuerdo al

modelo de confort adaptativo del Estándar ASHRAE 55-2010. Un valor de 1 significa que se encuentra dentro de los límites. Un valor de 0 (cero) significa que está fuera de los límites y por lo tanto hay disconfort. Un valor de -1 significa que el resultado no aplica, por ejemplo cuando la temperatura promedio exterior es inferior a 10°C.

**Zone Thermal Comfort ASHRAE 55 Adaptive Model 80% Acceptability Status.** Indica si la temperatura operativa se encuentra dentro de los límites de aceptabilidad del 80%, de acuerdo al modelo de confort adaptativo del Estándar ASHRAE 55-2010. Un valor de 1 significa que se encuentra dentro de los límites. Un valor de 0 (cero) significa que está fuera de los límites y por lo tanto hay disconfort. Un valor de -1 significa que el resultado no aplica, por ejemplo cuando la temperatura promedio exterior es inferior a 10°C.

**Zone Thermal Comfort ASHRAE 55 Adaptive Model Running Average Outdoor Air Temperature.** Es el promedio móvil de las temperaturas de bulbo seco promedio diarias exteriores, considerando 30 días previos. Se usa para determinar la temperatura de confort.

**Zone Thermal Comfort ASHRAE 55 Adaptive Model Temperature.** Es la temperatura interior ideal, o **temperatura de confort**, determinada de acuerdo al modelo de confort adaptativo del Estándar ASHRAE 55. En los estatus de 90% de aceptabilidad y 80% de aceptabilidad la temperatura operativa interior no debe ser mayor a la temperatura de confort por 2.5 y 3.5°C, respectivamente.

Debido a que los resultados de confort adaptativo del Estándar estos resultados solo son válidos cuando el promedio móvil de la temperatura exterior es superior a 10°C, suelen ser útiles para identificar condiciones de sobrecalentamiento, y no para identificar condiciones de sub-calentamiento.

Estos resultados no se muestran directamente en DesignBuilder, pero se pueden revisar mediante la aplicación **Result Viewer**. Si tiene instalada esa aplicación, después de efectuar la simulación la puede abrir desde el menú *Herramientas > Ver resultados de EnergyPlus*, o bien haciendo clic en el icono correspondiente en la barra de herramientas.

#### **Notas:**

1. Los resultados de confort adaptativo del Estándar ASHRAE 55 no se pueden visualizar directamente en el programa, pero se pueden revisar con la aplicación Result Viewer.
2. Debido a que estos resultados solo son válidos cuando el promedio móvil de la temperatura exterior es superior a 10°C, suelen ser útiles para identificar condiciones de **sobrecalentamiento**, y no para identificar condiciones de sub-calentamiento.

### **Confort adaptativo con el Estándar CEN 15251**

Cuando se solicita generar resultados de confort **Adaptativo Estándar CEN 15251**, el programa genera los siguientes indicadores:

**Zone Thermal Comfort CEN 15251 Adaptive Model Category I Status.** Indica si la temperatura operativa se encuentra dentro de la **Categoría I** (90% de aceptabilidad), de acuerdo al modelo de confort del Estándar Europeo EN15251-2007. Un valor de 1 significa que se encuentra dentro de los límites. Un valor de 0 (cero) significa que está fuera de los límites y por lo tanto hay disconfort. Un valor de -1 significa que el dato no aplica.

**Zone Thermal Comfort CEN 15251 Adaptive Model Category II Status.** Indica si la temperatura operativa se encuentra dentro de la **Categoría II** (80% de aceptabilidad), de acuerdo al modelo de confort del Estándar Europeo EN15251-2007. Un valor de 1 significa que se encuentra dentro de los límites. Un valor de 0 (cero) significa que está fuera de los límites y por lo tanto hay disconfort. Un valor de -1 significa que el dato no aplica.

**Zone Thermal Comfort CEN 15251 Adaptive Model Category III Status.** Indica si la temperatura operativa se encuentra dentro de la **Categoría III** (65% de aceptabilidad), de acuerdo al modelo de confort del Estándar Europeo EN15251-2007. Un valor de 1 significa que se encuentra dentro de los límites. Un valor de 0 (cero) significa que está fuera de los límites y por lo tanto hay disconfort. Un valor de -1 significa que el dato no aplica.

**Zone Thermal Comfort CEN 15251 Adaptive Model Running Average Outdoor Air Temperature.** Es el promedio ponderado de la temperatura de bulbo seco exterior, considerando 5 días previos. Se usa para determinar la temperatura de confort.

**Zone Thermal Comfort CEN 15251 Adaptive Model Temperature.** Es la temperatura interior ideal, o **temperatura de confort**, determinada de acuerdo al modelo de confort adaptativo del Estándar CEN 15251. En las Categorías I (90% de aceptabilidad), II (80% de aceptabilidad) y III (65% de aceptabilidad) la temperatura operativa interior no debe ser mayor a la temperatura de confort por 2, 3 y 4°C, respectivamente.

**Notas.** Los resultados de confort adaptativo del Estándar CEN 15251 no se pueden visualizar directamente en el programa, pero se pueden revisar con la aplicación Result Viewer.

## Evaluación del sobrecalentamiento CIBSE TM52

Cuando se solicitan resultados de confort **CIBSE TM52** el programa genera tres indicadores para evaluar el sobrecalentamiento en los edificios (ver detalles más abajo):

Esta opción permite generar resultados de Evaluación de Sobrecalentamiento CIBSE TM52. En este caso DesignBuilder emplea el sistema EMS de EnergyPlus para generar resultados personalizados en el archivo .eso. Los resultados disponibles son los siguientes:

**Criterion 1, Hours of Exceedence.** Es la fracción (o porcentaje) de horas en que la diferencia de temperatura ( $\Delta T$ ) es igual o mayor a 1 Kelvin. El valor no debe ser superior a **0.03** (3%), considerando las horas ocupadas durante la temporada que no suele requerir calefacción (1º de mayo a 30 de septiembre). Este criterio establece un límite para el número de horas en que la temperatura operativa supera la temperatura de confort máxima.

**Criterion 2, Daily Weighted Exceedence.** Es la excedencia ponderada ( $W_e$ ), cuyo valor debe ser igual o menor a **6** en todos y cada uno de los días ocupados durante la temporada analizada (1º de mayo a 30 de septiembre). Este criterio evalúa la severidad del sobrecalentamiento diario, que puede ser tan importante como su frecuencia.

**Criterion 3, Upper Limit Temperature.** Es el número de horas en que la  $\Delta T$  es mayor a 4 Kelvin, considerando los periodos ocupados durante la temporada analizada (1º de mayo a 30 de septiembre). El valor debe ser **0** (cero) para cumplir el criterio. Este criterio establece una temperatura diaria máxima absoluta para cada zona, más allá de la cual el nivel de sobrecalentamiento se considera inaceptable.

Para pasar la evaluación de sobrecalentamiento CIBSE TM52 el edificio debe cumplir **al menos dos de los criterios**. En otras palabras, si se falla en más de un criterio se considera que hay sobrecalentamiento. Para comprender mejor la definición de estos criterios es importante tener en cuenta los siguientes conceptos:

### Diferencia de temperatura ( $\Delta T$ )

La diferencia de temperatura ( $\Delta T$ ) se define como la diferencia entre la temperatura operativa interior ( $T_{op}$ ) y la temperatura de confort máxima ( $T_{max}$ ):

$$\Delta T = T_{op} - T_{max}$$

La  $\Delta T$  se redondea al entero más cercano. Por ejemplo, los valores entre 0.5 y 1.5 se redondean como 1 Kelvin, los valores entre 1.5 y 2.5 se redondean como 2 Kelvin, y así sucesivamente.

Por otro lado, la temperatura de confort máxima, o simplemente temperatura máxima ( $T_{max}$ ) se establece sumando un valor de **rango aceptable** a la temperatura de confort ( $T_c$ ). El valor de rango aceptable depende de la categoría de edificio, como se explica más abajo, mientras que la temperatura de confort se calcula a partir del promedio móvil de la temperatura exterior ( $T_{rm}$ ), conforme al Estándar CEN 15251:

$$T_c = 0.33T_{rm} + 18.8$$

Entonces, la temperatura de confort máxima se calcula de la siguiente manera:

$$T_c = 0.33T_{rm} + 18.8 + \text{Rango aceptable sugerido}$$

Por ejemplo, si el edificio pertenece a la Categoría II, para la cual se sugiere un rango aceptable de 2 Kelvin (ver más abajo), la temperatura de confort máxima se calcularía como sigue:

$$T_c = 0.33T_{rm} + 18.8 + 2$$

### Excedencia ponderada ( $W_e$ )

La excedencia ponderada ( $W_e$ ) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$W_e = \sum h_{ey} \times wf = (h_{e0} \times 0) + (h_{e1} \times 1) + (h_{e2} \times 2) + (h_{e3} \times 3)$$

Donde:

El factor de ponderación  $wf = 0$  si  $\Delta T \leq 0$ , en caso contrario  $wf = \Delta T$

$h_{ey}$  = tiempo en horas cuando  $wf = y$

### Rangos aceptables sugeridos

Los **rangos aceptables** se definen de acuerdo a la categoría del edificio, como se muestra en la siguiente tabla:



Categoría de edificio	Descripción	Rangos aceptables sugeridos (K)
I	Exigencia elevada, por ejemplo espacios ocupados por personas muy sensibles y frágiles.	2
II	Exigencia normal, por ejemplo edificios nuevos y renovaciones. Es la recomendación de CIBSE.	3
III	Exigencia moderada, por ejemplo edificios existentes.	4

## Resumen - Simulación

En la pestaña **Resumen** de la pantalla de **Simulación** tiene acceso a una gran cantidad de tablas de resultados generadas directamente por EnergyPlus, siempre y cuando haya activado las casillas correspondientes en el diálogo de **Opciones de cálculo** (al iniciar la simulación) o en la pestaña de **Opciones de resultados** (pantalla de edición). Estas tablas de resultados no se traducen al español.

For: Entire Facility

Timestamp: 2014-10-14 16:03:21

Values gathered over 168.00 hours

**WARNING: THE REPORT DOES NOT REPRESENT A FULL ANNUAL SIMULATION.**

Site and Source Energy

	Total Energy [kWh]	Energy Per Total Building Area [kWh/m2]	Energy Per Conditioned Building Area [kWh/m2]
Total Site Energy	1507.54	8.15	8.15
Net Site Energy	1507.54	8.15	8.15
Total Source Energy	5137.37	27.78	27.78
Net Source Energy	5137.37	27.78	27.78

## 8.4. Opciones de visualización de resultados

El panel de **Opciones de visualización**, a la izquierda de las pantallas de **Diseño de calefacción**, **Diseño de refrigeración** y **Simulación**, ofrece diversos comandos para controlar la forma en que se muestran los resultados. El panel incluye dos pestañas: **General** y **Detallado**.

**Nota:** Las opciones de visualización disponibles cambian según se encuentre en la pantalla de **Diseño de calefacción**, **Diseño de refrigeración** o **Simulación**. Todas las opciones descritas aquí aplican para la pantalla de simulación, pero solo algunas aplican en las de cálculo.

## Pestaña General

### Opciones de Datos

#### Datos

Seleccione el tipo de datos que desea visualizar, a partir de una lista desplegable:

**1-Todos.** Se muestran todos los resultados, con excepción de los datos del sitio, los consumos totales y la producción de CO<sub>2</sub>.

**2-Datos climáticos.** Se muestran los principales datos incluidos en el archivo de datos climáticos horarios EPW.

**3-Confort.** Se muestran los resultados relacionados con las condiciones ambientales internas, incluyendo las temperaturas interiores, la humedad relativa, y los índices de confort.

**4-Ganancias internas.** Se muestran las ganancias internas relacionadas con las personas (ocupación), aparatos y equipos, luminarias, radiación solar a través de ventanas y el calentamiento y enfriamiento aportados por los sistemas HVAC.

**5-Cerramientos y ventilación.** Ganancias y pérdidas de calor por conducción a través de los cerramientos opacos y traslúcidos del edificio (muros, suelos, cubiertas, acristalamiento), así como las asociadas a la ventilación. Los valores negativos indican pérdidas.

**6-Consumos desglosados.** Consumos energéticos asociados a los aparatos y equipos, la iluminación y los sistemas HVAC (sólo nivel Edificio).

**7-Consumos totales.** Consumos energéticos agrupados por tipo de combustible, por ejemplo electricidad, gas natural o combustible sólido (sólo nivel Edificio).

**8-Producción de CO<sub>2</sub>.** Producción de CO<sub>2</sub> derivada de los consumos energéticos en el edificio (sólo nivel Edificio).

**9-Cargas del sistema.** Cargas energéticas relacionadas directamente con la operación de los sistemas HVAC (solo nivel Edificio).

**99-Personalizados.** Cuando selecciona esta opción, puede cargar una [Plantilla de resultados](#) previamente creada.

#### Intervalo

Puede seleccionar el intervalo en que serán mostrados los resultados. Recuerde que solo estarán disponibles los [intervalos](#) que haya solicitado antes de la simulación (Opciones de cálculo). Si requiere un intervalo no disponible debe volver a efectuar la simulación.

**1-Anual.** Se muestran datos totales y promedio para todo el periodo de simulación (hasta un año completo).

**2-Mensual.** Se muestran datos totales y promedio por mes.

**3-Diario.** Se muestran datos totales y promedio por día.

**4-Horario.** Se muestran datos en intervalos horarios. Esta opción es útil para verificar el funcionamiento de los sistemas HVAC y las condiciones de confort en periodos específicos.

**5-Sub-horario.** Se muestran datos en intervalos sub-horarios (desde 30 minutos hasta 1 minuto, dependiendo de las **etapas de simulación por hora** definidas en las **Opciones de cálculo**). Esta opción puede ser útil para hacer revisiones muy detalladas del desempeño del edificio y sus sistemas.

**6-Distribución.** Se muestran resultados de distribución de temperaturas, incluyendo el número de horas “*en o debajo de*”, “*en*”, y “*en o arriba de*” un conjunto de temperaturas de referencia. Tenga en cuenta que debe estar en el nivel Zona y seleccionar el tipo de datos *3-Confort*.

**Nota:** Solicitar resultados horarios o sub-horarios puede producir una gran cantidad de datos, lo cual se verá reflejado en procesos más lentos y archivos de mayor tamaño. Si requiere datos horarios o sub-horarios se recomienda desactivar algunos de los resultados y/o efectuar simulaciones solo para periodos cortos (por ejemplo la semana extrema de verano).

## Plantilla de resultados

Cuando ha seleccionado la opción de datos 99-Personalizados (ver arriba), puede seleccionar una **Plantilla de datos** previamente creada. Para ello puede hacer clic en el campo, y luego en el símbolo de puntos suspensivos. Al hacerlo se abre un dialogo en el que puede seleccionar la plantilla (si existe). En la sección **Guardar plantillas de resultados** se describen con mayor detalle los procedimientos para crear plantillas de resultados.

## Mostrar como

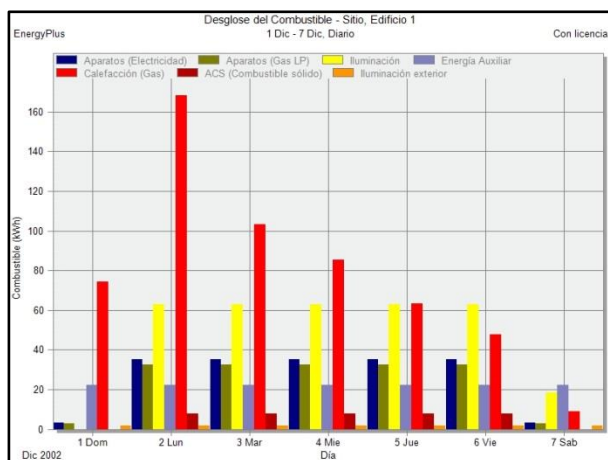
Puede visualizar los datos en cuatro formatos distintos (ver imágenes abajo):

**1-Gráfica.** Los resultados se muestran mediante gráficas, con una serie de opciones para su configuración (ver abajo).

**2-Datos en celdas.** Los datos se muestran en una matriz de celdas. Cuando selecciona esta opción puede exportar los resultados en formato CSV, yendo al menú *Herramientas > Exportar datos*. Se recomienda exportar a portapapeles, tener abierta una hoja de cálculo de Excel, y en ella copiar directamente los datos.

**3-Gráfica y tabla.** Los resultados se muestran mediante gráficas, con una serie de opciones para su configuración (ver abajo). Adicionalmente, cada gráfica incluye una tabla con valores numéricos. Para que dichos valores sean significativos y legibles se recomienda usar las opciones de intervalo *1-Anual*, *2- Mensual* o *3-Diario*.

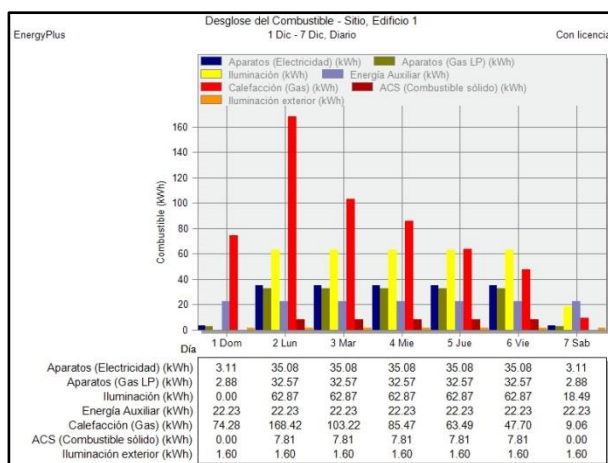
**4-Tabla.** Los resultados se muestran mediante tablas con valores numéricos. Para que dichos valores sean significativos y legibles se recomienda usar las opciones de intervalo *1-Anual*, *2- Mensual* o *3-Diario*.



Gráfica

Fecha/Hora	Calef. Total (kWh)	Calef. Sens. Recup. (kWh)	Calef. Total Recup. (kWh)	Enfriam. Total Recup. (kWh)
01/12/2002 11:00:00 p.m.	3.90951	0	0	0
02/12/2002	4.174987	0	0	0
02/12/2002 01:00:00 a.m.	4.37448	0	0	0
02/12/2002 02:00:00 a.m.	4.496661	0	0	0
02/12/2002 03:00:00 a.m.	4.655943	0	0	0
02/12/2002 04:00:00 a.m.	4.839685	0	0	0
02/12/2002 05:00:00 a.m.	5.017009	0	0	0
02/12/2002 06:00:00 a.m.	29.44644	0	0	0
02/12/2002 07:00:00 a.m.	24.73015	0	0	0
02/12/2002 08:00:00 a.m.	15.38412	1.232486	1.267481	0
02/12/2002 09:00:00 a.m.	11.44063	2.3491	2.386235	-0.005627
02/12/2002 10:00:00 a.m.	8.049693	4.456468	4.481501	-0.024859
02/12/2002 11:00:00 a.m.	5.816999	4.129644	4.129644	-0.020655
02/12/2002 12:00:00 p.m.	3.572693	3.625864	3.625864	-0.210753
02/12/2002 01:00:00 p.m.	2.023917	2.43649	2.43649	-0.163647
02/12/2002 02:00:00 p.m.	1.839453	2.343186	2.345574	-0.115501
02/12/2002 03:00:00 p.m.	1.674658	3.1385	3.20957	-0.099726
02/12/2002 04:00:00 p.m.	2.342545	3.373224	3.459274	-0.104216
02/12/2002 05:00:00 p.m.	2.924993	3.656656	3.795069	-0.06736
02/12/2002 06:00:00 p.m.	2.903275	1.907332	2.009114	-0.00539
02/12/2002 07:00:00 p.m.	4.254982	1.050112	1.13514	0
02/12/2002 08:00:00 p.m.	0	0	0	0
02/12/2002 09:00:00 p.m.	0	0	0	0
02/12/2002 10:00:00 p.m.	0	0	0	0
02/12/2002 11:00:00 p.m.	0	0	0	0
03/12/2002	0	0	0	0
03/12/2002 01:00:00 a.m.	0	0	0	0
03/12/2002 02:00:00 a.m.	0	0	0	0
03/12/2002 03:00:00 a.m.	0.018151	0	0	0
03/12/2002 04:00:00 a.m.	1.266722	0	0	0

Datos en celda



Gráfica y tabla

Elementos constructivos y Ventilación - Sitio, Edificio 1	1 Dic - 7 Dic, Diario	Con licencia
Acristalamiento (kWh)	-36.02 -57.60 -63.40 -61.33 -54.34 -61.86 -50.80	
Muros (kWh)	-21.84 -94.05 -55.10 -52.46 -48.36 -29.18 18.35	
Techos (kWh)	-0.53 -8.77 -2.45 -2.65 -3.51 -1.32 0.42	
Suelos Int. (kWh)	0.57 -5.03 -0.16 0.06 1.11 4.11 12.58	
Suelos S.T. (kWh)	3.87 -16.02 -13.63 -11.57 -8.98 -2.63 15.65	
Particiones (kWh)	0.01 -3.06 -0.61 -0.81 -1.08 1.09 3.15	
Cubiertas (kWh)	-9.86 -17.97 -17.50 -17.54 -15.34 -13.30 -11.83	
Suelos Ext. (kWh)	-2.98 -5.10 -5.54 -5.67 -5.14 -4.80 -4.00	
Infiltración Ext. (kWh)	-52.68 -89.75 -98.48 -94.90 -79.27 -84.79 -71.74	
Vent. Mec. + Vent. Nat. + Infil. (renov/h)	0.73 1.14 1.15 1.15 1.14 1.14 0.74	

Tabla

## Días por gráfica (sólo simulación)

Cuando se muestran resultados en intervalos diario, horario o sub-horario, es posible seleccionar el número de días que desea se incluyan en cada gráfica. Un valor de 365 significa que se mostrarán los datos de todos los días incluidos en la simulación, mientras que un valor de 1 significa que solo se mostrarán los datos de un día. Cuando es necesario, puede usar la barra deslizante de la parte inferior de la gráfica para ver resultados que no se alcanzan a mostrar en la gráfica.

## Normalizar por área de suelo o superficie

Si activa esta casilla los resultados serán normalizados por área de suelo, cuando está en el nivel Edificio, Bloque o Zona, y por área de superficie, cuando está en el nivel Superficie. Esta opción puede ser especialmente útil para llevar a cabo análisis comparativos, por ejemplo entre edificios de diferente tamaño. Cuando está en el nivel Edificio, Bloque o Zona puede seleccionar el **Tipo de área de suelo** que será usado como referencia:

**1-Todas las áreas de suelo.** Se consideran todas las áreas de suelo del edificio, ocupadas y no ocupadas.

**2-Áreas de suelo ocupado.** Se consideran solo las áreas de los suelos pertenecientes a zonas ocupadas.

Tenga en cuenta que para poder seleccionar la opción *1-Todas las áreas de suelo*, debe haber activado la casilla **Incluir zonas desocupadas en totales y promedios de bloques y edificio** (Opciones de resultados). De manera similar, para poder seleccionar la opción *2-Áreas de suelo ocupado*, debe haber dejado inactiva dicha casilla. El programa le advertirá cuando seleccione una opción no posible, y le preguntará si desea volver a efectuar la simulación.

## Eje-Y

### Bloquear mínimos/máximos

Al activar esta casilla, los valores en el eje Y se bloquean para mantenerlos fijos. Posteriormente puede modificar manualmente los valores máximos y mínimos de cada tipo de dato. Esto facilita la comparación entre diferentes resultados. Los valores permanecerán fijos hasta que sean nuevamente desbloqueados.

**Nota:** También puede activar este comando desde el menú *Herramientas > Bloquear mínimos y máximos del eje-Y*.

### Solapar múltiples ejes

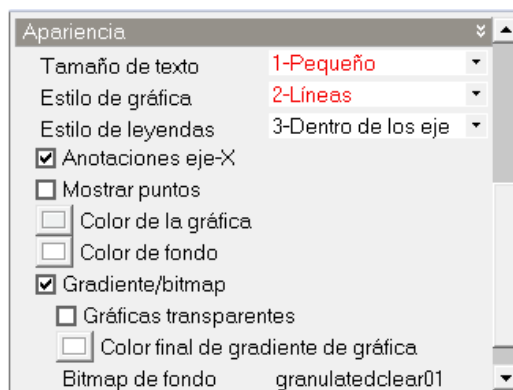
Si activa esta casilla algunos datos de distinto tipo se pueden solapar en una misma región de la gráfica, lo cual permite ahorrar espacio en el sentido del eje Y.

### Separar ejes

Active la casilla para añadir un espacio que separe los diferentes tipos de resultados incluidos en una misma gráfica.

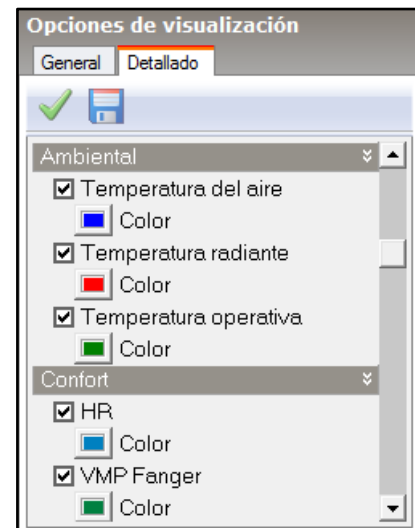
## Apariencia

En esta sección puede emplear algunos parámetros para modificar la apariencia de las gráficas, incluyendo el tamaño del texto, el estilo de gráfica y el estilo de las leyendas (ver imagen abajo). Si desea aún más control sobre la apariencia de las gráficas se recomienda generar **datos en celdas** y exportarlos a un programa como Excel.



## Pestaña Detallado

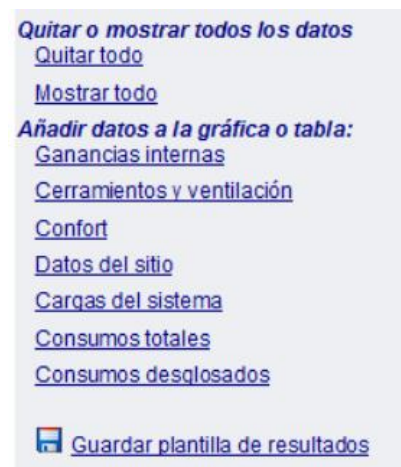
La pestaña **Detallado**, en el panel de Opciones de visualización, permite omitir o incluir datos específicos en las gráficas y tablas de resultados. También permite cambiar el color asignado a cada tipo de dato en las gráficas. Estas opciones brindan un amplio nivel de personalización de las gráficas de resultados, lo cual puede facilitar su lectura y análisis. Por ejemplo, después de efectuar una simulación, puede generar una gráfica con resultados de Ganancias internas, y luego desde esta pestaña agregar resultados de pérdidas/ganancias de calor por cerramientos y ventilación. Así puede crear una gráfica que muestra el **balance térmico** del edificio y sus zonas.



## Guardar plantilla de resultados (solo simulación)

Después de omitir o agregar los datos que requiera, aun estando en la pestaña **Detallado** del panel de Opciones de visualización, puede guardar el nuevo paquete de datos como una **Plantilla de resultados**. Para ello debe hacer clic en el ícono **Guardar plantilla de resultados**, con lo que se abrirá un diálogo en el que podrá indicar un nombre para la nueva plantilla de resultados. Para acceder a las plantillas de resultados contenidas en el modelo, debe seleccionar la opción de **Datos 99-Personalizado** (pestaña **General** del panel de **Opciones de visualización**), hacer clic en la leyenda **Plantilla de resultados** y luego hacer clic en el símbolo de puntos suspensivos (...) a la derecha ubicado a la derecha. Se abrirá un diálogo en el que puede ver y seleccionar las plantillas de datos disponibles.

Para generar nuevos paquetes de datos y crear nuevas plantillas de resultados también puede hacer uso de los comandos disponibles en el panel de **Ayuda**, a la derecha de la pantalla:



## 9. Iluminación natural (*Radiance*)

DesignBuilder ofrece dos tipos de cálculo de la iluminación natural:

1. Cálculos incluidos en las simulaciones con el módulo EnergyPlus, los cuales permiten, por ejemplo, estimar los ahorros potenciales en los consumos energéticos asociados a la iluminación artificial. Estos cálculos se basan principalmente en el modelado de sensores y controles que permiten regular el uso de la iluminación artificial con base en la disponibilidad de luz natural.
2. Cálculos de iluminación natural mediante el motor de cálculo especializado de **Radiance**, también integrado en DesignBuilder. Estas simulaciones permiten generar mapas de **iluminancia** y **factores de luz diurna**, así como informes estandarizados de créditos para sistemas de certificación como LEED, BREEAM y Green Star.

Esta sección describe la segunda opción de simulación de la iluminación natural, a la cual se accede yendo a la pantalla de resultados *Iluminación natural*.

### Simulación de la iluminación natural con Radiance

El módulo **Iluminación natural** de DesignBuilder permite calcular, en múltiples zonas y de forma físicamente realista, los niveles de luz natural sobre planos de trabajo específicos. Las simulaciones se llevan a cabo mediante el motor de cálculo de **Radiance**, y consideran la transmisión de luz a través de ventanas exteriores e interiores, así como las sombras y reflexiones producidas por dispositivos de **sombreado local**, **bloques de componente** y **montajes** existentes en el modelo. Actualmente los dispositivos de sombreado de ventana, como las persianas de tablillas y las pantallas difusoras, no se incluyen en estas simulaciones.

**Nota:** El video [Daylighting Tutorial](#) ofrece una introducción general al uso de este módulo (sólo disponible en inglés).

### Datos del modelo empleados

Para calcular los niveles de iluminancia y los factores de luz diurna en una o más zonas del edificio, DesignBuilder emplea los siguientes datos del modelo:

- Descripción geométrica detallada del modelo 3D, incluyendo las superficies tal como se aprecian en la pantalla de Visualización.
- La reflectancia visible superficial de los materiales que conforman las capas más interna y más externa de los cerramientos.
- Transmitancia visible del acristalamiento: ventanas, lucernarios, etc.
- Reflectancia del suelo exterior.
- Opciones de cálculo del propio módulo de iluminación natural con Radiance.

Puede seleccionar las zonas que son ocupadas regularmente, y que por lo tanto son importantes para el cálculo de la iluminación, mediante la casilla *Incluir zona en cálculos de luz diurna con Radiance*, en la etiqueta de datos de Actividad. De manera predeterminada todas las zonas ocupadas se encuentran seleccionadas.



Los datos indicados arriba se trasladan al motor de cálculo de Radiance para calcular las iluminancias y los factores de luz diurna, sobre los planos de trabajo, mediante un método de trazado de rayos (*ray-tracing*). Una vez se han efectuado los cálculos, los resultados se pueden visualizar en la pantalla de análisis **Iluminación natural**.

## 9.1. Opciones de cálculo de iluminación natural

Las simulaciones de iluminación natural con Radiance se controlan mediante un conjunto de opciones disponibles en el diálogo **Opciones de cálculo**. Este diálogo se abre cuando se va a la pantalla de análisis de Iluminación natural (y no se ha hecho un cálculo previo) o cuando se está en esa pantalla y se activa el comando **Actualizar** (en la barra de herramientas, en el menú Herramientas o en el panel Información, Ayuda). Es importante elegir las opciones adecuadas de acuerdo con el análisis que desea efectuar.

### Opciones generales de cálculo

#### Tipo de informe

Seleccione el tipo de informe que desea generar:

**1-Mapa.** Se muestra un mapa de distribución de la luz natural en el plano de trabajo, incluyendo iluminancias y factores de luz diurna.

**2-Datos en celdas.** Se muestra una tabla con estadísticas de luz natural para cada zona, incluyendo los factores promedio mínimo y máximo de luz diurna, así como los ratios de uniformidad.

**3-Informe de Crédito IEQ8.1 de LEED v2.** Genera un informe que se puede emplear para obtener créditos de LEED v2.

**4-Informe de Crédito IEQ8.1 de LEED v3.** Genera un informe que se puede emplear para obtener créditos de LEED v3.

**5-Informe de Crédito HEA1 de BREEAM.** Genera un informe que se puede emplear para obtener créditos de BREEAM.

**6-Informe de Crédito IEQ4 de Green Star.** Genera un informe que se puede emplear para obtener créditos de Green Star.

Si no requiere un informe en particular puede seleccionar **1-Mapa** o **2-Datos en celdas**. En la sección **Opciones de resultados** puede ver con mayor detalle la información incluida en cada tipo de informe.

#### Plantilla de detalle

Seleccione una plantilla de detalle, mediante la lista desplegable, para cargar un paquete de parámetros de ambiente en el diálogo de **Opciones de cálculo**. La siguiente tabla muestra los valores asignados a cada parámetro de ambiente, de acuerdo a la plantilla seleccionada:

Código de Radiance:	-ab	-aa	-ar	-ad	-as
Plantilla de detalle	Rebotes ambientales	Precisión ambiental	Resolución ambiental	Divisiones ambientales	Súper-muestras ambientales
1-Rápido (cálculos preliminares)	1	0.30	128	256	128
2-Estándar	2	0.25	256	512	256
3-Bueno (sin interpolación)	2	0.00	512	1024	512
4-Bueno	2	0.22	512	1024	512
5-Preciso	2	0.20	512	2048	1024
6-Alta calidad (cálculos finales)	3	0.18	1024	4096	2048

No es indispensable conocer a fondo el significado de cada uno de estos parámetros para llevar a cabo simulaciones de iluminación natural con DesignBuilder. Sin embargo, saber un poco más sobre la forma en que los cálculos se llevan a cabo, y como estos parámetros afectan las simulaciones, le ayudará a obtener los mejores resultados en un tiempo razonable.

Es importante tener en cuenta que Radiance emplea un método de cálculo basado en el modelo estadístico Monte Carlo, lo cual significa que no obtendrá exactamente los mismos resultados si repite una simulación con el mismo modelo y las mismas opciones de cálculo. Es posible minimizar esta diferencia definiendo parámetros más detallados, pero es imposible eliminarla del todo. Esto se explica con mayor detalle en **Opciones avanzadas** (abajo).

### Altura del plano de trabajo

Indique la altura a la que se ubica el plano de trabajo, desde el nivel del suelo, en cada zona del edificio (en metros o pies). El valor predeterminado dependerá del tipo de informe seleccionado. La altura del plano de trabajo generalmente se establece en la superficie superior de un escritorio, con valores típicos entre 0.7 y 0.8m.

### Margen

Indique el margen alrededor de los límites de las zonas (en metros o pies) que no será incluido en los resultados. Este parámetro generalmente se emplea para evitar datos engañosos relacionados con áreas muy cercanas a muros y ventanas, las cuales no suelen ser ocupadas. CIBSE recomienda un margen típico de 0.5m.

### Modelo de cielo

Seleccione el modelo de distribución de luminancia del cielo que será empleado en los cálculos de luz natural. La mayoría de estos modelos han sido avalados por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE, por sus siglas en francés).

**1-CIE día claro soleado.** Este modelo corresponde a la distribución estándar de cielo claro con iluminación directa adicional. Implica porciones muy luminosas debido a la luz directa del sol, con áreas relativamente oscuras donde ésta no incide.

**2-CIE día claro.** Corresponde a la distribución estándar de cielo claro, sin luz directa del sol.

**3-CIE día intermedio soleado.** Cielo con condiciones intermedias entre cielo nublado y cielo claro (ver gráfica abajo), incluyendo iluminación directa del sol.

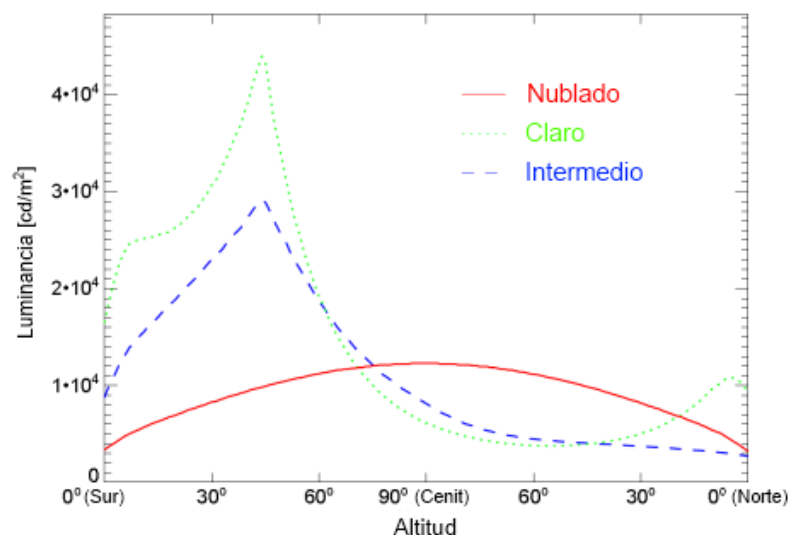
**4-CIE día intermedio.** Cielo con condiciones intermedias entre cielo nublado y el cielo claro (ver gráfica abajo), sin incluir iluminación directa del sol.

**5-CIE día nublado.** Corresponde al Cielo Nublado Estándar de la CIE, originalmente denominado Cielo de Moon y Spencer. Fue concebido para representar la distribución de luminancia en cielos nublados, y adoptado como estándar por la CIE en 1955. Este modelo es el que se emplea con mayor frecuencia para el cálculo de la iluminancia. En él la brillantez del cielo se incrementa gradualmente con la altitud, desde el horizonte hasta el cenit, pero no varía con el azimut.

**6-CIE día nublado (especificar iluminancia).** Este modelo es similar al anterior, pero escalado con una luminancia estándar del cielo, en el cenit, de 10,000 lux. De esa manera los factores de luz diurna se pueden calcular de manera simple como valores de iluminancia divididos por 100. Esta opción se usa frecuentemente en los cálculos de factores de luz diurna. Cuando la selecciona, es posible modificar la iluminancia de escala (ver abajo).

**7-Cielo uniformemente nublado.** La luminancia del cielo se considera completamente uniforme.

La siguiente gráfica muestra perfiles de luminancia para tres modelos de cielo:



Fuente de la gráfica: *Rendering with Radiance - A Practical Tool for Global Illumination*.

## Mes, día y hora

Cuando selecciona uno de los modelos de cielo del 1 al 4, puede modificar los datos de mes, día y hora, que serán usados como referencia para determinar la posición del sol.

## Iluminancia del cenit

Cuando selecciona el **Modelo de cielo 6-CIE día nublado (especificar iluminancia)**, puede definir la iluminancia de escala en el cenit (lux o fc). El valor predeterminado es 10,000 lux, que permite calcular los factores de luz diurna como valores de iluminancia divididos por 100.

## Malla

Para establecer los niveles de iluminación natural en todo el espacio, primero se define una malla que divide el plano de trabajo en celdas bidimensionales. Los puntos centrales de dichas celdas se usan como referencia para calcular las iluminancias y los factores de luz diurna. En ese sentido, las dimensiones de la malla, y la densidad resultante de puntos de referencia, juegan un papel muy importante en los tiempos de simulación y en la calidad de los resultados.

### Dimensión mínima de malla

Es la dimensión mínima que se puede usar para rellenar regiones del plano de trabajo en las que la dimensión máxima resulta demasiado grande. Esto suele suceder sobre todo en los bordes del plano de trabajo. Puede usar valores pequeños (por ejemplo 0.01m) para rellenar la mayoría de las regiones entre las celdas principales de la malla (definidas por la dimensión máxima) y los bordes del plano de trabajo, logrando así resultados más precisos. Por lo general la dimensión mínima de malla es entre 1 y 0.2 veces la dimensión máxima. Para mantener una malla uniforme en todo el plano de trabajo debe establecer la dimensión mínima de malla con el mismo valor que la dimensión máxima.

### Dimensión máxima de malla

Es la dimensión máxima que se puede usar para dividir el plano de trabajo en celdas. Debe considerar el tamaño y número de zonas en el edificio al definir la dimensión máxima de la malla. Una malla muy fina provocará que los cálculos con Radiance sean muy lentos. Los valores elevados hacen más rápidos los cálculos, pero ofrecen resultados con resoluciones más bajas. Por otro lado, una malla muy espaciada en una zona pequeña no permitirá una distribución adecuada de los puntos de medición lumínica.

**Nota:** La dimensión máxima de la malla, cuando se efectúan cálculos para generar informes de LEED, no debe ser mayor a 1.5m (5ft).

## Opciones avanzadas

### Rebotes ambientales (-ab)

Es el número máximo de rebotes difusos considerados en el cálculo de la iluminación indirecta. El número de rebotes ambientales que Radiance puede aplicar varía dependiendo del tipo de edificio y el sistema de iluminación natural que está analizando. Se puede establecer con base en el número de reflexiones que se requieren para que la luz llegue al escritorio, más una o dos reflexiones extra para considerar las inter-reflexiones en el espacio. Cuando el número de rebotes ambientales se establece como 0 los cálculos de iluminación ambiental se desactivan, de tal manera que solo se considera la luz directa del sol o el cielo.

Si el número de rebotes ambientales se establece como 1, se considera que la luz que llega a las superficies interiores es de los rayos directos del sol, del cielo difuso y del primer rebote de reflexiones de los rayos directos del sol desde las superficies tanto interiores como exteriores. Se puede especificar más rebotes para considerar trayectorias de luz adicionales.

Tome en cuenta que un rebote ambiental suele ser suficiente para el cálculo de los factores de luz diurna. Sin embargo, si el factor de luz diurna no es muy adecuado, establecer un valor más elevado no lo mejorará por sí mismo. También considere que doblar el número de rebotes ambientales también puede doblar el tiempo de simulación.

**Nota:** Es posible calcular la fracción del plano de trabajo que recibe **luz solara directa** estableciendo los rebotes ambientales y la opción de límite de iluminancia (en resultados) como 0. Luego puede revisar la *Superficie de Suelo dentro de Límites* en los resultados en celdas. Se puede hacer algo similar para calcular la fracción del plano de trabajo que tiene **vista del cielo**, pero empleando un modelo de cielo difuso y 1 rebote ambiental.

### Precisión ambiental (-aa)

Es el error máximo (expresado como fracción) admitido en la interpolación de irradiancia indirecta. Generalmente se emplean valores entre 1 y 0.1, considerando que los valores más bajos ofrecen una mayor precisión. Un valor de 0 (cero) indica que no habrá interpolación. Debe tomar en cuenta que reducir a la mitad la precisión ambiental suele cuadruplicar el tiempo de simulación.

### Resolución ambiental (-ar)

La resolución ambiental establece la distancia entre los cálculos de ambiente, determinando la densidad máxima de valores de ambiente empleados en la interpolación. Los siguientes factores influyen en la escala en la que la interpolación puede ocurrir:

- La precisión ambiental.
- La resolución ambiental.
- La dimensión máxima de la escena.

El espaciado mínimo posible entre los puntos de muestreo de la irradiancia hemisférica indirecta es la dimensión máxima de la escena multiplicada por la precisión ambiental dividida por la resolución ambiental. En otras palabras, para distancias inferiores a ese valor mínimo los cálculos recurrirán siempre a la interpolación en vez de iniciar más muestreos, independientemente del error asociado con dicha interpolación. Esto evita que el proceso de cálculo emplee tiempo innecesario resolviendo gradientes de irradiancia en escalas insignificantes. Así, esta distancia define la escala a la que la precisión de interpolación comienza a deteriorarse desde el parámetro de precisión ambiental. La separación mínima para el cálculo de las irradiancias es entonces:

$$S_{min} = D_{max} \times \text{Precisión ambiental} / \text{Resolución ambiental}$$

Dónde:

$S_{min}$  = Separación mínima.

$D_{max}$  = Dimensión máxima de la zona tratada.

El efecto final de incrementar la resolución ambiental depende de la escena, pero tenga en cuenta que aumentar su valor al doble puede cuadruplicar los tiempos de simulación.

## Divisiones ambientales (-ad)

Este parámetro establece el número inicial de rayos de muestreo desde cada punto del ambiente en el hemisferio, para determinar la luz indirecta incidente. El error en el cálculo Monte Carlo de la iluminancia indirecta será inversamente proporcional a la raíz cuadrada de este número. Un valor de 0 (cero) implica que no habrá cálculos indirectos.

Las divisiones ambientales y las súper-muestras se pueden emplear para reducir el “ruido” en una simulación. Al establecer valores mayores para estos parámetros, más rayos serán evaluados cuando se calcula el valor de ambiente en un punto. Los valores altos de este parámetro (el valor más elevado que se debería emplear en circunstancias normales es quizá de 4,096) pueden minimizar las “manchas” en los resultados, pero también hará más lentos los cálculos. Aumentar al doble las divisiones ambientales puede cuadruplicar el tiempo de simulación.

## Número de súper-muestras ambientales (-as)

Es el número de rayos extra que se usarán para muestrear áreas del hemisferio dividido que presentan amplias variaciones. Los súper-muestreos ambientales suelen establecerse como la mitad o un cuarto de las divisiones ambientales. Las súper-muestras solo se aplican en las divisiones ambientales que presentan cambios significativos. Incrementar el número de súper-muestras ambientales reduce las “manchas” en regiones donde la iluminancia indirecta cambia rápidamente, pero incrementa también los tiempos de simulación.

## Notas sobre la definición de los parámetros ambientales

Algunas recomendaciones básicas para la definición de los parámetros ambientales:

- Establezca un número suficientemente amplio de divisiones ambientales para capturar la luz en el primer rebote.
- Defina suficientes rebotes ambientales para redistribuir la luz.
- Establezca los restantes parámetros ambientales con una resolución suficiente para obtener resultados adecuados.

## Altitudes solares muy elevadas

La distribución completa del cielo se normaliza con base en el valor del cenit, por lo que tener el sol en una posición cercana al cenit puede representar un problema. Para evitarlo, Radiance limita la altitud máxima a 87°. Si la altitud calculada tiene un valor superior, entonces Radiance usa el máximo permitido. En esos casos se muestra un mensaje que advierte sobre el cambio, aunque en general esta restricción no afecta los resultados de iluminación natural.

## Aspectos técnicos del muestreo hemisférico

El muestreo hemisférico en el primer nivel siempre será iniciado en el primer punto suministrado a *rtrace*. A partir de esos rayos hemisféricos de muestreo, los cálculos de ambiente predicen la manera en que la irradiancia indirecta cambia respecto a dicho punto (el gradiente de irradiancia indirecta). Los cálculos también efectúan una estimación del error asociado con la predicción del gradiente de irradiancia. Esas cantidades, junto con la **Precisión ambiental**, se emplean para determinar un “radio de validez” para la estimación del gradiente. Si el siguiente punto suministrado

a *rtrace* se encuentra dentro de ese radio, la irradiancia indirecta se evalúa a partir de la estimación de gradiente y no de muestreos hemisféricos adicionales. En otras palabras, el valor se obtiene mediante interpolación y no mediante un muestreo real.

La interpolación de irradiancia puede darse en los distintos puntos suministrados a *rtrace*, de tal manera que el muestreo hemisférico en el primer nivel no se inicia necesariamente en cada punto del plano de trabajo suministrado a *rtrace*.

Es importante entender la idea de “posibilidad” cuando se emplea el muestreo hemisférico. Si el número de rayos de muestreo inicial es muy pequeño el proceso de cálculo puede, por ejemplo, omitir una región muy luminosa aun cuando esta sea visible desde el punto del que se generan los rayos. De igual manera, la posibilidad no representativa de “acertar” en una pequeña región muy luminosa puede provocar una sobrestimación de la irradiancia indirecta. En una renderización, los artefactos asociados al sub-muestreo de ambiente pueden generar manchas tanto luminosas como oscuras.

Para reducir la aparición de esas manchas es necesario establecer un número de rayos de muestreo inicial (**Divisiones ambientales**) suficientemente alto. Generalmente resulta demasiado demandante iniciar el muestreo hemisférico en cada superficie al alcance de la vista. Los cálculos requieren una buena estimación de la irradiancia indirecta mediante el muestreo de un número limitado de ubicaciones. Para ello se confía en que el algoritmo de interpolación estime los valores faltantes. Para generar una renderización suficientemente fina, con un cálculo de iluminación que considere el primer nivel de inter-reflexiones, es necesario establecer valores moderadamente altos de resolución para los parámetros de ambiente.

## Incluir todos los edificios

Active esta casilla si desea que los otros edificios del modelo (en caso de que existan) sean considerados en el cálculo de sombras y reflexiones con Radiance. Esta opción es independiente de la que **se emplea** para las simulaciones con EnergyPlus. Debe usarla con precaución, pues puede hacer bastante más lentas las simulaciones. En general, si hay obstrucciones en el entorno, es más recomendable modelarlas mediante bloques de componente.

## 9.2. Opciones de resultados de iluminación natural

Esta sección describe las opciones de visualización disponibles para mostrar los diversos informes de resultados de iluminación natural. Lo primero que debe hacer es seleccionar el **Tipo de informe**, para lo cual se dispone de las siguientes opciones en la lista desplegable:

**1-Mapa.** Se muestra un mapa de distribución de la luz natural en el plano de trabajo, incluyendo iluminancias (lux) y factores de luz diurna (FLD).

**2-Datos en celdas.** Se muestra una tabla con estadísticas de luz natural para cada zona, incluyendo los factores de luz diurna promedio mínimo y máximo, así como los ratios de uniformidad.

**3-Informe de Crédito IEQ8.1 de LEED v2.** Genera un informe que se puede emplear para justificar el cumplimiento del crédito de iluminación natural en LEED v2.



**4-Informe de Crédito IEQ8.1 de LEED v3.** Genera un informe que se puede emplear para justificar el cumplimiento del crédito de iluminación natural en LEED v3.

**5-Informe de Crédito HEA1 de BREEAM.** Genera un informe que se puede emplear para justificar el cumplimiento del crédito de iluminación natural en BREEAM.

**6-Informe de Crédito IEQ4 de Green Star.** Genera un informe que se puede emplear para obtener créditos de Green Star.

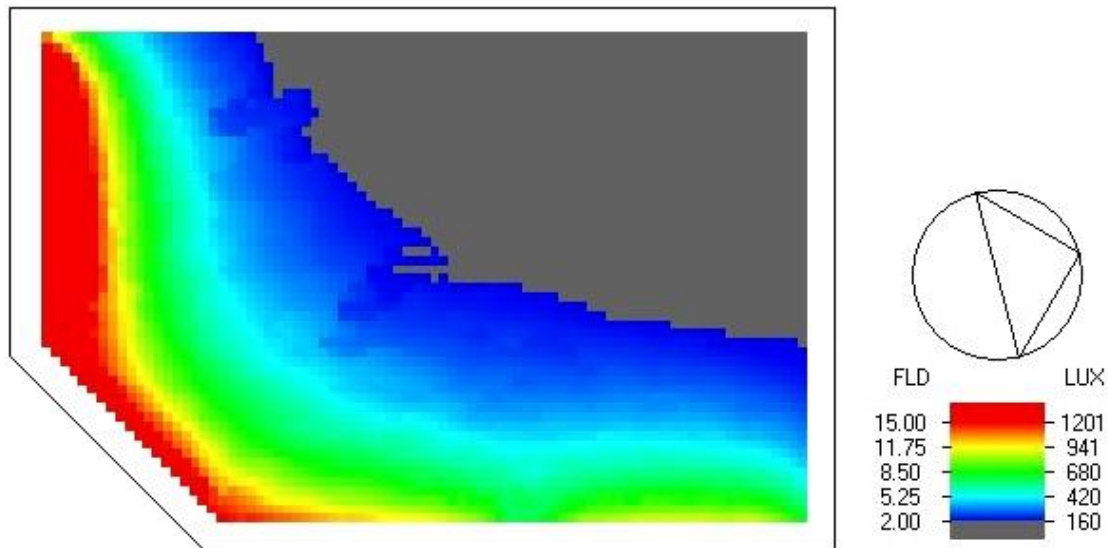
Estas opciones de informe, junto con sus alternativas de visualización correspondientes, se explican con mayor detalle a continuación.

**Nota:** En los informes relacionados con sistemas de certificación las celdas resaltadas en rojo indican parámetros que no cumplen con los requerimientos de dichos sistemas. Por ejemplo, si se hace una simulación con la opción de informe para LEED v3 y luego se solicita un informe para LEED v2, el parámetro de modelo de cielo aparecerá resaltado en rojo. Esto es porque las simulaciones para LEED v3 requieren el modelo de cielo CIE día claro, mientras que las simulaciones para LEED v2 requieren el modelo de cielo CIE día nublado (10000 lux).

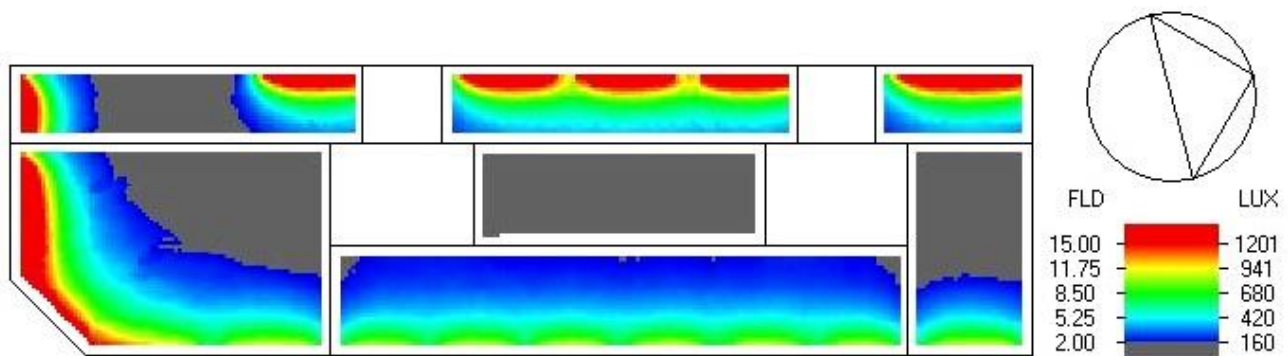
## Mapa

Cuando el tipo de informe se establece como *1-Mapa*, se genera un mapa de contornos que muestra la distribución de luz natural a lo largo del plano de trabajo, incluyendo los valores de **iluminancia** (LUX) y los **factores de luz diurna** (FLD). El número de zonas que se muestran en el mapa depende del nivel en el que se está. Cuando se está en el nivel edificio o bloque es posible ver varias zonas simultáneamente, mientras que si se está en el nivel zona solo se muestra el mapa de dicha zona. Cuando se está en el nivel zona el mapa de contornos es la única opción de informe disponible.

La siguiente imagen muestra un ejemplo de mapa de luz natural para una zona. Se observa que los bordes de la zona tienen un margen de 0.5m en el que no se efectúan los cálculos, el cual corresponde al valor de **Margen** establecido en las opciones de cálculo (ver arriba). Esto se suele hacer para evitar datos engañosos relacionados con las regiones muy cercanas a muros y ventanas, las cuales no suelen ocuparse. Si desea calcular los niveles de luz natural hasta los límites físicos de las zonas, debe establecer el valor de margen como 0 (cero).



La siguiente imagen muestra un ejemplo de mapa de luz natural que incluye el plano de trabajo de múltiples zonas (estando en el nivel bloque). En este caso también se incluye un margen de 0.5m en los límites de cada zona. Las zonas que aparecen en blanco han sido omitidas en el cálculo de la iluminación natural, desactivando las casillas **Incluir zona en cálculos de luz diurna con Radiance** en la pestaña de datos de Actividad.



#### Notas:

1. La iluminancia se define como la cantidad de luz, o flujo luminoso, que recibe una superficie. Su unidad básica es el lux, que equivale a 1 lumen por m<sup>2</sup>.
2. El factor de luz diurna (DF por sus siglas en inglés: *Daylight Factor*) representa la relación entre el nivel de iluminación en el interior de un edificio y el nivel de iluminación en el exterior, simultáneamente, bajo condiciones de cielo nublado. Se calcula dividiendo la iluminancia en el plano de trabajo por la iluminancia en un plano ubicado en el exterior (sin obstrucciones) y luego multiplicando el resultado por 100. Por ejemplo, si en el plano exterior se tiene una iluminancia de 15000 lux y en el plano de trabajo interior se tiene una iluminancia de 450 lux, el factor de luz diurna es de 3% ( $450/15000 * 100$ ).

## Hora de referencia

Si efectúa un cálculo para LEED v3, se simulan y guardan dos mapas de iluminancia para el día 21 de septiembre, tomando como referencia las 9:00 AM y las 3:00 PM. Mediante este campo puede seleccionar cuál de los dos mapas mostrar en la pantalla.

## Escala

### Fuente

Los valores mínimos y máximo de la escala de los mapas de iluminancia se pueden definir a partir de los datos correspondientes al nivel Edificio, Bloque o Zona, o bien se pueden establecer de manera personalizada. Las siguientes opciones están disponibles:

**1-Edificio.** El programa verifica los factores de luz diurna calculados en todo el edificio y emplea los valores más bajo y más alto encontrados. Esto permite generar mapas de iluminación con una escala consistente, aun cuando se muestren datos en el nivel bloque o zona.

**2-Bloque.** El programa verifica los factores de luz diurna calculados en el bloque actual y emplea los valores más bajo y más alto encontrados. Esto permite generar mapas de iluminación con una escala consistente, aun cuando se muestren datos en el nivel zona.

**3-Zona.** La escala se ajusta a los valores más bajo y más alto de la zona actual, permitiendo en muchos casos una mejor distribución de los colores en el mapa. Sin embargo, cuando se emplea esta opción las imágenes generadas para cada zona emplean una escala diferente, lo cual puede dificultar la comparación entre ellas.

**4-Definida por el usuario.** Con esta opción puede ingresar manualmente los valores mínimo y máximo de factores de luz diurna. Esto permite definir una escala totalmente personalizada. Por ejemplo, en muchos cálculos los factores de luz diurna inferiores al 2% se consideran inadecuados. Es posible entonces resaltar las áreas con esos factores mediante un color especial, el cual puede ayudar a visualizar con mayor claridad el nivel de aprovechamiento de la luz natural.

### FLD bajo (%)

Cuando se establece la opción *4-Definida por el usuario* (ver arriba), debe indicar aquí el valor mínimo de la escala de **factores de luz diurna** que será mostrado.

### FLD alto (%)

Cuando se establece la opción *4-Definida por el usuario* (ver arriba), debe indicar aquí el valor máximo de la escala de **factores de luz diurna** que será mostrado.

### Aplicar color “muy oscuro”

Si desea enfatizar las áreas del plano de trabajo que tienen factores de luz diurna por debajo del factor de luz diurna **bajo** establecido, active esta casilla y elija el **Color** correspondiente por medio del selector. El color predeterminado es el gris oscuro, que suele ser el más recomendado en este caso. Las imágenes de ejemplo mostradas arriba fueron generadas con esta opción. El color gris representa en ese caso las áreas con factores de luz diurna por debajo del 2%.

## Aplicar color “muy luminoso”

Si desea enfatizar las áreas del plano de trabajo que tienen factores de luz diurna por arriba del factor de luz diurna **alto** establecido, active esta casilla y elija el **Color** correspondiente por medio del selector. El color predeterminado en este caso es el magenta.

## Selección de planos

### Altura de referencia

Cuando se visualizan datos en el nivel Bloque o Edificio, puede haber planos de trabajo con diferentes alturas respecto al plano del terreno, aunque tengan la misma altura desde el suelo de su propia zona. Por ejemplo, en un edificio de dos niveles las zonas del nivel inferior tendrán el plano de trabajo a una altura desde el plano de terreno, mientras que las zonas del nivel superior lo tendrán a otra.

La lista desplegable de esta opción muestra todas las alturas de planos de trabajo existentes en el edificio o bloque, medidas desde el plano del terreno. De esa manera permite seleccionar los planos de trabajo que se mostrarán en la pantalla. En combinación con el parámetro siguiente (Tolerancia de altura), también es posible seleccionar varios planos de trabajo ubicados en distintas alturas.

### Tolerancia de altura

La tolerancia de altura permite incluir en la pantalla planos de trabajo ubicados a una cierta distancia respecto al plano de trabajo seleccionado en el campo anterior. Todas las zonas que tengan el plano de trabajo a una altura sobre el nivel de terreno equivalente a la selección hecha arriba +/- la tolerancia definida aquí, serán incluidas en el mapa. Esto permite integrar en un solo mapa zonas con planos de trabajo en distintos niveles.

## Datos en celdas

Esta opción de visualización de resultados se encuentra disponible solo en los niveles de Bloque y Edificio. Proporciona una tabla que incluye los siguientes valores calculados para cada zona (algunos de ellos solo se muestran al exportar como CSV):

- **Área de Suelo (m<sup>2</sup>).**
- **Área dentro de Límites (m<sup>2</sup>).** Área de suelo dentro de los límites establecidos.
- **Área dentro de Límites (%).** Porcentaje del área de suelo dentro de los límites establecidos.
- **Ilum. de Ref. (lux).** Iluminancia de referencia (**solo al exportar como CSV**).
- **FLD Prom. (%).** Factor de luz diurna promedio.
- **FLD Mín. (%).** Factor de luz diurna puntual con el valor más bajo.
- **FLD Máx. (%).** Factor de luz diurna puntual con el valor más alto.
- **CU (Min/Prom).** Coeficiente de Uniformidad: FLD Mín. / FLD Prom.
- **CU (Min/Max).** Coeficiente de Uniformidad: FLD Mín. / FLD Máx.
- **Ilum. Mín. (lux).** Iluminancia puntual con el valor más bajo.

- **Ilum. Máx. (lux).** Iluminancia puntual con el valor más alto.
- **Adecuadamente iluminado.** (Solo al exportar como CSV).

Esta opción puede ser útil si los informes estándar proporcionados por el programa no cubren los requerimientos de algún análisis específico. La siguiente imagen muestra un ejemplo de informe de datos en celdas.

Iluminancia											
Zona	Bloque	Superficie ...	Área de S...	Área de ...	Factor de...	Factor de...	Factor de...	Ratio de ...	Ratio de ...	Iluminanc...	Iluminanc...
ZonaFront01	PlantaTipo	168.360	96.560	57.353	7.899	0.653	31.430	0.083	0.021	42.96	2069.42
ZonaInterm	PlantaTipo	67.040	0.000	0.000	0.281	0.152	0.542	0.541	0.280	10.01	35.75
ZonaFront03	PlantaTipo	61.480	24.480	39.818	6.156	0.448	29.990	0.073	0.015	29.62	1982.10
ZonaFront02	PlantaTipo	149.760	149.120	99.573	12.087	3.166	30.312	0.262	0.104	208.61	1997.52
ZonaPost03	PlantaTipo	24.320	15.760	64.803	5.524	2.413	10.615	0.437	0.227	158.72	698.25
ZonaPost01	PlantaTipo	59.520	17.000	28.562	3.161	0.333	14.312	0.105	0.023	21.90	941.73
ZonaPost02	PlantaTipo	60.160	42.680	70.944	5.598	2.556	10.543	0.457	0.242	169.13	697.53
<b>Total</b>		<b>590.640</b>	<b>345.600</b>	<b>58.513</b>	<b>7.105</b>	<b>0.152</b>	<b>31.430</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>10.01</b>	<b>2069.42</b>

Es posible exportar los datos en celdas a una hoja de cálculo de Excel, u otro programa similar, mediante el formato CSV. El procedimiento recomendado es ir al menú *Herramientas > Exportar datos*, seleccionar exportar a *3-Portapapeles*, y hacer clic en Aceptar. Después de eso puede ir a una hoja de cálculo de Excel y simplemente “pegar” los datos.

## Límites

### Tipo de límite

Cuando se selecciona el tipo de informe *2-Datos en celdas*, es posible establecer límites de niveles de iluminación para calcular las áreas de las zonas (en m<sup>2</sup> y en %) que se encuentran dentro de dichos límites. Las opciones son las siguientes:

**1-Factor de luz diurna (FLD).** Es posible establecer el valor mínimo para el factor de luz diurna.

**2-Iluminancia.** Es posible establecer límites inferior y superior al nivel de iluminancia.

### FLD Mínimo (%)

Si selecciona el tipo de límite *1-Factor de luz diurna*, debe indicar aquí el FLD mínimo para considerar que el nivel de iluminación es bueno. El valor predeterminado es 2.

### Límites inferior y superior de iluminancia

Si selecciona el tipo de límite *2-Iluminancia*, debe indicar aquí el **Límite inferior** y el **Límite superior** de iluminancia. Se considera que si la iluminancia se encuentra entre esos dos valores el nivel de iluminación es adecuado. Los valores predeterminados son 250 y 5,400 lux, respectivamente.

## Informe de Crédito IEQ8.1 de LEED v2

Con esta opción se genera un informe que permite determinar el cumplimiento del crédito EQ8.1 del sistema de certificación **LEED v2**, con base en el porcentaje del área de las zonas ocupadas que supera el **Límite inferior de iluminancia** (269.098 lux o 25 pie-candela). En este caso se usa el modelo de cielo *6-CIE día nublado (especificar iluminancia)*, considerando una iluminancia en el cenit de 10,000 lux.

## Informe de Crédito IEQ8.1 de LEED v3

Con esta opción se genera un informe que permite determinar el cumplimiento del crédito EQ8.1 del sistema de certificación **LEED v3**, con base en el porcentaje del área de las zonas ocupadas que se encuentra entre el **Límite inferior y Límite superior de iluminancia** (110 lux o 10 pie-candela y 5,400 lux o 500 pie-candela, respectivamente). LEED v3 requiere dos simulaciones con el modelo de cielo *2-CIE día claro*, a las 9:00 AM y a las 3:00 PM del 21 de septiembre. Cuando se selecciona esta opción de informe ambas simulaciones se efectúan automáticamente.

**Nota:** Este informe solo estará disponible si selecciona previamente el **Tipo de informe 4-Informe de Crédito IEQ8.1 de LEED v3**. Si no es así, deberá rehacer la simulación con esa opción.

## Informe de Crédito HEA1 de BREEAM

Con esta opción se genera un informe que permite determinar el cumplimiento del crédito HEA1 del sistema de certificación **BREEAM**, con base en el porcentaje del área de las zonas ocupadas que supera un **FLD promedio mínimo**, y que también supera un **Coeficiente de Uniformidad (CU)** mínimo o un **FLD puntual mínimo**. Los valores mínimos para lograr el crédito dependen del tipo de edificio, pero actualmente DesignBuilder solo ofrece la opción para edificios de oficina. En este caso también se usa el modelo de cielo *6-CIE día nublado (especificar iluminancia)*, considerando una iluminancia en el cenit de 10,000 lux.

## Informe de Crédito IEQ4 de Green Star

Con esta opción se genera un informe que permite determinar el número de créditos de iluminación natural de **Green Star** que se pueden lograr (de 1 a 3 créditos). El cálculo se basa en el porcentaje del área de las zonas ocupadas que superan el **FLD mínimo (2%)** o el **Límite inferior de iluminancia** (250 lux). En este caso se usa el modelo de cielo *7-Cielo uniformemente nublado*.



## Ejemplos de informes de certificación

En las siguientes páginas se muestran ejemplos de informes para los sistemas de certificación LEED v2, LEED v3, BREEAM y Green Star.

**Crédito IEQ 8.1 de LEED NC 2.2**

El objetivo de los créditos por iluminación natural es reconocer e incentivar diseños que ofrezcan adecuados niveles de luz natural a los usuarios de los edificios.

Al menos un 75% del área habitable en los espacios ocupados debe recibir suficiente luz diurna, logrando una iluminancia por arriba del valor límite.

Datos de luz diurna	
Archivo de proyecto	C:\Users\jlopez\Documents\Proyectos\Proyecto de luz diurna\Proyecto de luz diurna - 26/12/2012 - 08:09:28 p.m. - 10000 Lux - 0.750 m - 0.200 m - 0.100 m - 269.098 lux
Fecha y hora de generación del informe	26/12/2012 08:09:28 p.m.
Modelo de cielo	CIE día nublado (10000 Lux)
Ubicación	OfiAJ-BARCELONA_IWEC
Altura del plano de trabajo (m)	0.750
Dimensión máxima de malla (m)	0.200
Dimensión mínima de malla (m)	0.100
Límite inferior de iluminancia (lux)	269.098

Resumen de Resultados	
Área total (m2)	590.640
Área total dentro del límite (m2)	164.960
% de área dentro del límite	27.9
Estatus del Crédito IEQ 8.1 de LEED NC 2.2	NO PASA

### Zonas elegibles para luz diurna

Zona	Bloque	Área de suelo (m2)	Iluminación mínima (lux)	Área del plano de trabajo dentro de los límites (%)
ZonaFront01	PlantaTipo	168.360	8.0	25.9
ZonaInterm	PlantaTipo	67.040	2.7	0.0
ZonaFront03	PlantaTipo	61.480	4.6	15.4
ZonaFront02	PlantaTipo	149.760	49.4	35.1
ZonaPost03	PlantaTipo	24.320	92.2	51.8
ZonaPost01	PlantaTipo	59.520	6.4	24.1
ZonaPost02	PlantaTipo	60.160	94.9	53.7
<b>Total</b>		<b>590.640</b>	<b>2.7</b>	<b>27.9</b>



## Crédito por Luz Diurna - IEQ 8.1 de LEED v3 NC

El objetivo de los créditos por iluminación natural es reconocer e incentivar diseños que ofrezcan adecuados niveles de luz natural a los usuarios de los edificios.

Un crédito por luz diurna está disponible si al menos el 75% del área habitable de los espacios ocupados cuenta con una adecuada iluminación natural, con un rango de iluminancias entre 25 y 500 fc.

Datos de luz diurna	
Archivo de proyecto	C:\Users\jgarcia\Documents\DesignBuilder\Proyectos\IEQ 8.1 de LEED v3 NC\IEQ 8.1 de LEED v3 NC.dwg
Fecha y hora de generación del informe	26/12/2012 07:48:13 p.m.
Modelo de cielo	CIE día claro
Hora 1	9:00
Hora 2	15:00
Ubicación	OfiAJ-BARCELONA_IWEC
Altura del plano de trabajo (m)	0.750
Dimensión máxima de malla (m)	0.200
Dimensión mínima de malla (m)	0.100
Límite inferior de iluminancia (lux)	269.098
Límite superior de iluminancia (lux)	5381.960
Resumen de resultados, valores promedios para las 9:00 y las 15:00 horas	
Área total (m2)	590.640
Área total dentro del límite (m2)	319.260
% de área dentro de los límites de iluminancia	54.1
Estatus del Crédito IEQ 8.1 de LEED v3 NC	NO PASA

### Zonas elegibles para luz diurna, valores promedios para las 9:00 y las 15:00 horas

Zona	Bloque	Área de suelo (m2)	Iluminación mínima (lux)	Área del plano de trabajo dentro de los límites (%)
ZonaFront01	PlantaTipo	168.360	40.0	52.9
ZonaInterm	PlantaTipo	67.040	13.8	0.0
ZonaFront03	PlantaTipo	61.480	24.6	31.1
ZonaFront02	PlantaTipo	149.760	125.9	78.7
ZonaPost03	PlantaTipo	24.320	219.2	81.0
ZonaPost01	PlantaTipo	59.520	44.9	37.5
ZonaPost02	PlantaTipo	60.160	226.4	85.1
<b>Total</b>		<b>590.640</b>	<b>13.8</b>	<b>54.1</b>



## Informe de Crédito IEQ4 de GreenStar

El objetivo de los créditos por iluminación natural es reconocer e incentivar diseños que ofrezcan adecuados niveles de luz natural a los usuarios de los edificios.

Los criterios para lograr el crédito se definen en el "Green Star Office Design v3 Technical Manual" como sigue:

Hasta tres puntos se encuentran disponibles cuando:

- El porcentaje de área habitable, como se establece abajo, tiene un Factor de Luz Diurna no menor a 2.0%, considerando la altura estándar de escritorio (720mm) y un modelo de cielo uniformemente nublado;

O bien:

- El porcentaje del área habitable, como se establece abajo, tiene una Iluminancia de al menos 250 lux.

En ambos casos los puntos son logrados con base en el porcentaje de área habitable, como sigue:

- 30% de área habitable: 1 punto
- 60% de área habitable: 2 punto
- 90% de área habitable: 3 punto

Para demostrar el cumplimiento del estándar Green Star se emplea el método de Factor de Luz Diurna (Daylighting Factor). El FLD se define como la relación entre la iluminancia horizontal interna y la iluminancia global horizontal externa. Representa la proporción de la luz natural disponible total que ilumina un punto determinado dentro del edificio.

Datos de luz diurna	
Archivo de proyecto	C:\Users\jrodriguez\Documents\DesignBuilder\Projects\GreenStar\GreenStar_01.dba
Fecha y hora de generación del informe	26/12/2012 08:24:11 p.m.
Modelo de cielo	Cielo uniformemente nublado
Ubicación	OfiAJ-BARCELONA_IWEC
Altura del plano de trabajo (m)	0.720
Dimensión máxima de malla (m)	0.200
Dimensión mínima de malla (m)	0.100
Límite de factor de luz diurna (%)	2.000
Resumen de Resultados	
Área total (m2)	590.640
Área total dentro del límite (m2)	280.600
% de área dentro del límite	47.5
Estatus del Crédito IEQ4 de GreenStar	1 Punto

### Zonas elegibles para luz diurna

Zona	Bloque	Área de suelo (m2)	Factor de LD Mínimo (%)	Área del plano de trabajo dentro de los límites (%)
ZonaFront01	PlantaTipo	168.360	0.12	42.4
ZonaInterm	PlantaTipo	67.040	0.03	0.0
ZonaFront03	PlantaTipo	61.480	0.09	24.9
ZonaFront02	PlantaTipo	149.760	0.89	59.8
ZonaPost03	PlantaTipo	24.320	1.44	91.1
ZonaPost01	PlantaTipo	59.520	0.07	40.1
ZonaPost02	PlantaTipo	60.160	1.57	97.0
<b>Total</b>		<b>590.640</b>	<b>0.03</b>	<b>47.5</b>

## 10. Análisis de optimización

### 10.1. Introducción

El estudio de la eficiencia ambiental y energética de los edificios mediante **simulaciones computacionales** es una tarea compleja, dada la gran cantidad de aspectos involucrados. Con el objeto de superar los procesos de prueba y error, que suelen ser ineficientes, se han desarrollado métodos de análisis más consistentes y efectivos. Uno de esos métodos es el **análisis paramétrico**, que consiste en la simulación sistemática de una o más variables de diseño, modificando sus opciones correspondientes, para encontrar soluciones que ofrezcan un buen desempeño (por ejemplo un bajo consumo energético). Sin embargo, dado que el análisis paramétrico suele ser muy demandante en términos de tiempo y recursos computacionales, solo suele aplicarse con un número reducido de variables y opciones de diseño. Además, con los análisis paramétricos es muy difícil considerar más de un objetivo de desempeño.

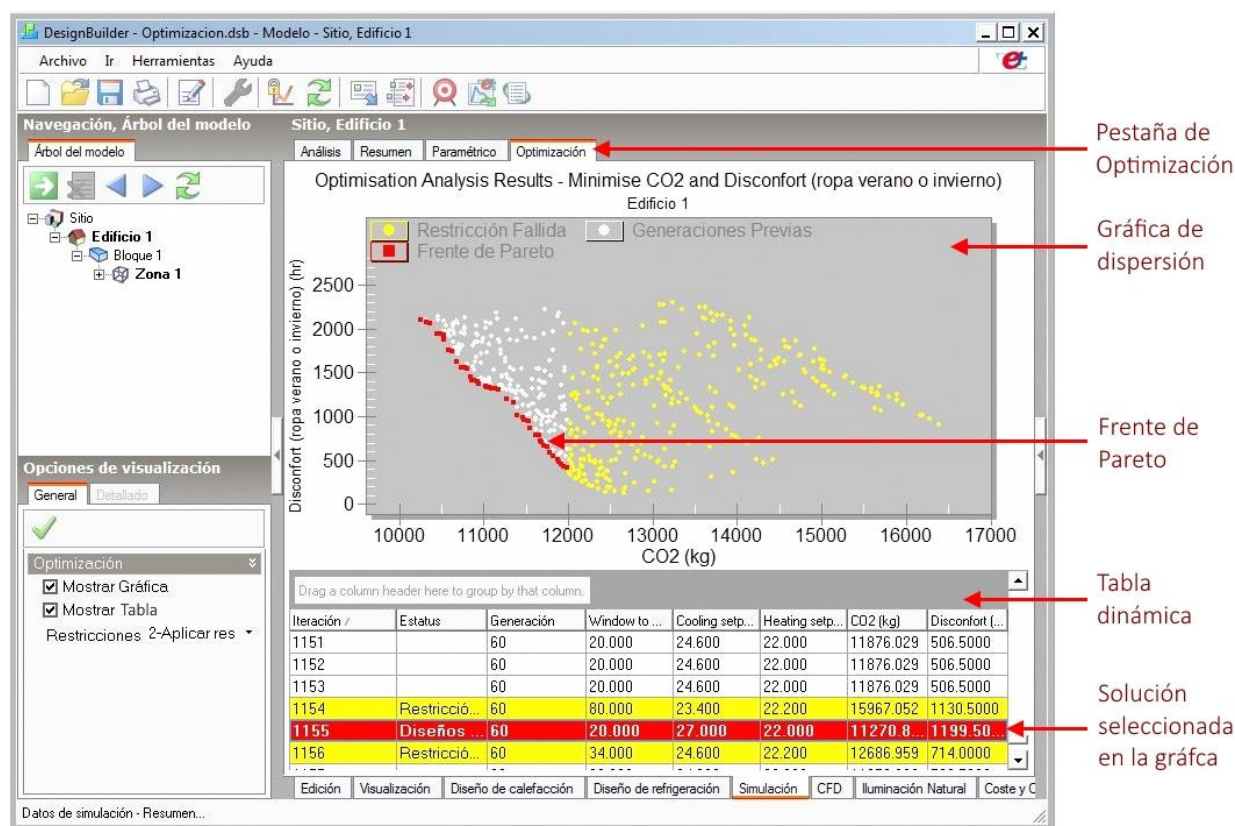
Para superar esas limitaciones se han desarrollado métodos como la **optimización computacional** (también conocida como optimización basada en simulaciones). En síntesis, se trata de un método que permite identificar de manera eficiente las soluciones de diseño que mejor se ajustan a uno o más **objetivos**, sobre todo cuando las variables y opciones de diseño son numerosas y cuando los objetivos son divergentes o claramente contradictorios.

El módulo **Optimización** de DesignBuilder integra el motor de cálculo de EnergyPlus con un **algoritmo genético** (GA, por sus siglas en inglés). Dicho módulo permite incluir en cada análisis hasta 10 variables de diseño, en combinación con hasta 2 objetivos. También es posible establecer **restricciones** para conducir mejor el proceso de optimización.

Para comprender mejor el potencial del módulo **Optimización**, imaginemos que un diseñador desea identificar las soluciones que mejor respondan a **2 objetivos**, considerando **6 variables de diseño** con múltiples opciones. Las variables de diseño son la orientación, el nivel de aislamiento de la envolvente, la proporción de acristalamiento, el uso de dispositivos de sombreado y las temperaturas de consigna de los sistemas de calefacción y refrigeración. Los objetivos, ciertamente contradictorios, son reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> durante la vida útil del edificio y reducir los costes de edificación. Adicionalmente, se desea establecer como **restricción** que no haya más de 200 horas con discomfort durante todo el año. Encontrar las soluciones óptimas, dados estos requerimientos, sería prácticamente imposible con métodos como el análisis paramétrico. En cambio se trata de un problema típico que puede ser resuelto de manera mucho más eficiente mediante el análisis de optimización.

Al ejecutar el análisis de optimización, el algoritmo genético de DesignBuilder permite explorar el espacio de búsqueda (el universo de soluciones posibles) para encontrar de manera eficiente las soluciones de diseño que mejor cumplen con los objetivos. Los resultados se pueden visualizar tanto en una **gráfica de dispersión** como en una **tabla dinámica** (ver imagen abajo). La gráfica de dispersión permite ubicar todas las soluciones simuladas en relación con los valores de los objetivos, pero sobre todo permite identificar el **frente de Pareto**, es decir, el grupo de soluciones óptimas (o “no dominadas”). La tabla, por otra parte, ofrece información más detallada sobre las soluciones simuladas, por ejemplo las opciones de diseño correspondientes a cada variable.





Pantalla de resultados de optimización, incluyendo la gráfica de dispersión y la tabla dinámica.

## Descripción del método

El algoritmo genético empleado por DesignBuilder se basa en el método **NSGA-II**, el cual es ampliamente reconocido por ser un método multi-objetivo, rápido y elitista que ofrece soluciones óptimas, bien distribuidas y con una adecuada convergencia. Dicho algoritmo se acopla al motor de cálculo de EnergyPlus mediante un procedimiento como el siguiente:

1. El paso inicial consiste en crear una primera generación de soluciones de diseño (cromosomas), combinando aleatoriamente las opciones de diseño disponibles.
2. Las soluciones de diseño correspondientes a la primera generación se simulan con EnergyPlus, calculando los parámetros de los objetivos (por ejemplo el carbono operacional y las horas con discomfort).
3. Se lleva a cabo un proceso de *ranking* con base en los resultados. Las soluciones “no dominadas” se ubican en un **frente de Pareto**, y en dicho frente las soluciones se clasifican con base en las distancias Euclidianas que guardan entre ellas (o I-dist, un término empleado en el método NSGA-II).
4. Las mejores soluciones de la generación actual son seleccionadas y enviadas a un “**grupo de reproducción**”. En general las soluciones que se ubican en el frente de Pareto y que presentan mayores distancias respecto a las demás soluciones (es decir, las soluciones no aglomeradas), cuentan con más probabilidad de ser seleccionadas.

5. Las soluciones del grupo de reproducción (los “**padres**”) son sometidas a procesos de selección por torneo, cruce y mutación, considerando en este último caso el universo de opciones disponibles, para crear un nuevo grupo de soluciones (la “**descendencia**”).
6. Las soluciones pertenecientes a la descendencia se simulan con EnergyPlus para calcular los valores de los objetivos.
7. Los padres y la descendencia se agrupan para conformar la nueva generación. La nueva generación es entonces sometida al proceso de ranking mediante el frente de Pareto y las distancias euclidianas, con el objeto de iniciar una nueva generación.
8. El ciclo se repite hasta que se alcanza el **número máximo de generaciones** establecido, o hasta que se interrumpe manualmente el proceso de optimización.
9. Las soluciones **óptimas** son las que se ubican en el frente de Pareto final, que considera todas las generaciones analizadas.

Hay una gran cantidad de fuentes para saber más sobre la optimización computacional mediante algoritmos genéticos. Entre ellas se encuentran las siguientes:

- Genetic algorithms ([obitko.com/tutorials/genetic-algorithms](http://obitko.com/tutorials/genetic-algorithms)).
- The Hitch-Hiker's Guide to Evolutionary Computation ([www.aip.de/~ast/EvolCompFAQ](http://www.aip.de/~ast/EvolCompFAQ)).
- Sean Luke, 2009. Essentials of Metaheuristics, Lulu (free PDF version at [www.cs.gmu.edu/~sean/book/metaheuristics](http://www.cs.gmu.edu/~sean/book/metaheuristics)).
- A.E. Eiben and J.E. Smith, Introduction to Evolutionary Computing, Springer, Natural Computing Series, Corr. 2nd printing, 2007, ISBN: 978-3-540-40184-1
- Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S., and Meyarivan, T. (2002). A fast and elitist multi-objective genetic algorithm: NSGA-II. IEEE Transaction on Evolutionary Computación, 6(2), 181-197.

## Procedimiento recomendado

Para efectuar un análisis de optimización de manera exitosa se recomienda llevar a cabo los siguientes pasos:

- 1. Preparar el modelo base.** El primer paso es elaborar el **modelo** del edificio, incluyendo la correcta especificación de sus **datos** (Actividad, Cerramientos, Aberturas, Iluminación, HVAC) y el ajuste de las **opciones del modelo**. Este paso es de gran importancia, pues las simulaciones del análisis de optimización se ejecutarán a partir del modelo base.
- 2. Ejecutar una simulación preliminar.** Una vez preparado el modelo base debe llevar a cabo una simulación estándar. Esta puede abarcar el periodo que se desee (lo cual también será tomado en cuenta para el análisis de optimización), pero siempre se debe solicitar resultados en intervalos Mensual y anual.
- 3. Definir los parámetros.** Una vez efectuada la simulación preliminar, desde la pantalla de Simulación puede acceder a la pestaña **Optimización**. Al hacerlo se abrirá el diálogo de **Parámetros de análisis de optimización**, donde puede definir los objetivos, restricciones y variables (también puede acceder a ese diálogo antes de efectuar la simulación preliminar desde el menú *Herramientas > Parámetros de análisis de optimización / paramétrico*).

**4. Definir las opciones de optimización.** Al iniciar el análisis de optimización se abre el diálogo **Optimización - Datos**, en el cual puede establecer las opciones de optimización, como las generaciones máximas y el tamaño de la población, entre otras. También puede acceder a este diálogo haciendo clic en el ícono **Actualizar cálculos**, en la barra de herramientas.

**5. Ejecutar el análisis de optimización.** Una vez establecidas las opciones puede comenzar el análisis de optimización haciendo clic en el botón **Iniciar**, en el mismo diálogo de Optimización - Datos. Es posible detener el análisis en cualquier momento, si lo considera pertinente.

**6. Revisar los resultados.** Una vez concluido el análisis de optimización, ya sea porque se alcanzó el número máximo de generaciones o porque se interrumpió manualmente, es posible revisar los resultados finales.

## Recomendaciones

En esta sección se incluyen algunas recomendaciones que pueden ayudarle a llevar a cabo los análisis de optimización de manera más eficiente y confiable.

### Simplificar el problema

A pesar de ser mucho más eficientes que otros métodos, como el análisis paramétrico, los análisis de optimización pueden requerir cientos o incluso miles de simulaciones. Esto puede hacer que se requiera mucho tiempo y recursos computacionales para poder concluirlos con éxito. Es posible minimizar este problema si aplica una o más de las siguientes recomendaciones.

**1. Utilice modelos geométricos simplificados.** Si simplifica el modelo geométrico hasta un nivel razonable, cuidando de no distorsionar excesivamente sus características, las simulaciones serán mucho más rápidas y por lo tanto el análisis de optimización podrá ser concluido en menos tiempo. Para ello puede aplicar estrategias como las siguientes:

- Reducir las zonas térmicas al mínimo, por ejemplo agrupando espacios con condiciones similares.
- Aplicar **multiplicadores de zona**. Por ejemplo, si el edificio tiene más de tres niveles, todos los niveles intermedios se pueden representar mediante uno sólo.
- Simplificar la configuración geométrica, por ejemplo reduciendo el número de superficies (muros, cubiertas, suelos).
- Representar el acristalamiento con el menor número posible de ventanas. Por ejemplo, en lugar de dibujar cuatro ventanas de 1 x 2 metros puede dibujar una sola ventana de 4 x 2 metros.

**2. Utilice periodos de simulación representativos.** Si el clima del sitio es muy regular a lo largo del año, es decir, no tiene estaciones bien diferenciadas, es posible llevar a cabo los análisis de optimización para un periodo representativo sin mucho riesgo de distorsionar los resultados. En climas con estaciones marcadas esta estrategia no es recomendable, pues las soluciones que son óptimas en un periodo pueden no serlo en otro. Por ejemplo, una optimización de “verano” puede indicar como óptimo un nivel de aislamiento mucho menor que una optimización de “invierno”.

**3. Divida el problema de optimización en dos o más partes.** Por ejemplo puede llevar a cabo una primera optimización con un modelo muy simplificado y muchas opciones de diseño, y luego, a partir de los resultados, hacer una optimización con un modelo más detallado pero menos opciones



de diseño. También podría separar las variables de diseño en dos o más grupos, por ejemplo primero optimizar el edificio y luego sus sistemas mecánicos.

**4. Use jEPlus Simulation Server o un servidor de simulaciones propio.** Esto le permitiría, por ejemplo, usar computadoras de alto desempeño y maximizar el número de simulaciones en paralelo. Si dispone de un servidor con muchos núcleos puede optar por incrementar tanto el tamaño de población como el número de tareas por lote, con lo cual más soluciones serán simuladas al mismo tiempo.

### Revisar la herencia de datos

El análisis de optimización funciona modificando las opciones de diseño en copias del modelo base, y este proceso se hace teniendo en cuenta el sistema de **herencia de datos**. En ese sentido, es necesario asegurarse de que la herencia de datos está correctamente configurada en el modelo base. Eso es fundamental para garantizar que las opciones de las variables de diseño establecidas en el análisis de optimización realmente tengan efecto. Por ejemplo, si la proporción acristalamiento-muro (WWR) se ha establecido directamente en el nivel de algún bloque, cualquier modificación de esa variable en el nivel edificio no tendrá efecto en los muros del bloque en cuestión. En el análisis de optimización esta situación podría llevar a la conclusión errónea de que la proporción acristalamiento-muro tiene poca o ninguna influencia.

### Trabajando con dispositivo de sombreado

Las variables de diseño como los **dispositivos de sombreado** (de ventana y local) solo serán tomadas en cuenta si se encuentran activadas en el modelo base. Un error común cometido por usuarios nuevos es incluir esas variables de diseño en el análisis de optimización sin haberlas activado en el modelo base, y la consecuencia es que los dispositivos de sombreado parecen no tener efecto alguno en los resultados.

## 10.2. Parámetros de optimización

Se puede acceder al diálogo de **Parámetros de Optimización/Paramétrico** desde el menú *Herramientas*, desde el ícono correspondiente en la barra de herramientas, y desde el vínculo disponible en el panel de **Información - Ayuda** (estando en la pantalla de resultados de **Simulación**). En dicho diálogo puede establecer los parámetros para el análisis de optimización, mediante tres pestañas distintas:

- **Objetivos.** Define los objetivos de optimización que serán empleados para encontrar las soluciones óptimas.
- **Restricciones.** Define límites o restricciones para descartar soluciones que no cumplen con un desempeño mínimo.
- **Variables de diseño.** Define los aspectos del edificio que pueden cambiar durante el análisis, así como las opciones de diseño correspondientes.

A continuación se describe con mayor detalle la información incluida en cada una de estas pestañas. Tome en cuenta que los datos correspondientes a las **Variables de diseño** también serán empleados en los análisis paramétricos.

**Nota:** Para llevar a cabo un análisis de optimización primero debe preparar el modelo correspondiente y efectuar una simulación con las opciones requeridas. Por eso si va a la pestaña de análisis **Simulación** sin haber ejecutado una simulación, y luego trata de ir a la pestaña **Optimización**, aparece una advertencia que indica que debe actualizar la simulación principal.

## Objetivos

En la pestaña **Objetivos** puede definir cómo será medida la calidad de las soluciones de diseño. Esto se hace definiendo uno o dos **objetivos de optimización**. Generalmente se define dos objetivos que pueden ser divergentes, e incluso contradictorios, por ejemplo “Minimizar horas de discomfort” y “Minimizar emisiones de carbono”.

Tenga en cuenta que el número de objetivos (uno o dos) cambia radicalmente las características del análisis. Con un solo objetivo el análisis consiste simplemente en encontrar la solución de diseño que mejor cumple con dicho objetivo, es decir, no hay un criterio de equilibrio o compensación entre dos objetivos distintos.

Para crear un nuevo objetivo haga clic en el vínculo **Añadir Objetivo**, disponible en el panel de información (a la derecha del diálogo). Recuerde que ese vínculo solo se encuentra disponible si hay menos de dos objetivos ya definidos, que es el número máximo. En el mismo panel dispone de vínculos para **Editar** o **Eliminar** objetivos existentes. En el diálogo que se abre al crear o editar un objetivo debe definir los siguientes parámetros:

### Nombre

Indique el nombre del objetivo, por ejemplo “Minimizar horas de discomfort”.

### Minimizar / Maximizar

Indique si desea minimizar o maximizar el valor del indicador de calidad, seleccionando una de las dos opciones de la lista desplegable:

**1-Minimizar.** El valor del indicador de calidad se debe minimizar.

**2-Maximizar.** El valor del indicador de calidad se debe maximizar.

### Indicador de optimización

Aquí puede seleccionar el indicador que define el objetivo de optimización. Para ello haga clic sobre el campo del comando, y luego seleccione uno de los componentes disponibles en la librería que aparece en el panel de Ayuda (a la derecha). Recuerde que debe hacer **dobles clic** sobre el componente para que este sea correctamente asignado. Opcionalmente, después de hacer clic sobre el campo del comando puede hacer clic sobre el símbolo de puntos suspensivos (...), con lo que se abrirá un diálogo con la misma librería.

## Restricciones

En la pestaña **Restricciones** puede establecer un límite superior o inferior a determinados indicadores del nivel de eficiencia del edificio. Por ejemplo puede establecer que “el número de

horas en discomfort debe ser inferior a 200” y que “el coste de construcción debe ser inferior a \$6,000,000”.

#### Notas:

1. El indicador de restricción puede ser el mismo que un indicador empleado como objetivo de optimización.
2. Al revisar resultados de optimización con restricciones es posible que encuentre algunos resultados que no respetan las restricciones, lo cual es normal. Sin embargo al avanzar el análisis verá que cada vez más soluciones respetan las restricciones, ya que el algoritmo de optimización favorece dichas soluciones al crear las nuevas generaciones.
3. Cuando emplea restricciones es posible que los resultados no converjan de manera tan clara y continua, en la curva de Pareto. Esto suele suceder porque DesignBuilder modela las restricciones como objetivos modificados. Por ejemplo, en un problema con dos objetivos de optimización y una restricción en realidad hay tres objetivos, por lo que se requeriría una gráfica tridimensional para ver correctamente el frente de Pareto. Dado que la gráfica de dispersión en DesignBuilder es bidimensional, en estos casos suele mostrar discontinuidades.

Para crear una nueva restricción haga clic en el vínculo **Añadir Restricción**, disponible en el panel de información (a la derecha del diálogo). En el mismo panel dispone de vínculos para **Editar** o **Eliminar** restricciones existentes. En el diálogo que se abre al crear o editar una restricción debe definir los siguientes parámetros:

#### Nombre

Indique el nombre de la restricción, por ejemplo “Horas de discomfort ASHRAE 55 < 200”.

#### Indicador de restricción

Aquí puede seleccionar el indicador que define la restricción. Para ello haga clic sobre el campo del comando, y luego seleccione uno de los componentes disponibles en la librería que aparece en el panel de Ayuda (a la derecha). Recuerde que debe hacer **dobles clics** sobre el componente para que este sea correctamente asignado. Opcionalmente, después de hacer clic sobre el campo del comando puede hacer clic sobre el símbolo de puntos suspensivos (...), con lo que se abrirá un diálogo con la misma librería.

#### Operador

Debe indicar si la restricción se refiere a un límite superior o inferior:

**1-Debe ser menor que.** El indicador de restricción debe tener un valor menor que el especificado en la casilla Valor (ver abajo).

**2-Debe ser mayor que.** El indicador de restricción debe tener un valor mayor que el especificado en la casilla Valor (ver abajo).

#### Valor

Ingresa el valor límite de la restricción, que será considerado como límite superior o inferior dependiendo de la opción seleccionada arriba.

## Unidades

Especifique las unidades del indicador de restricción. Este parámetro no afecta los cálculos, sino que se emplea para mostrar las unidades correspondientes en los resultados.

## Variables de diseño

En la pestaña **Variables de diseño** puede definir los aspectos del edificio que variarán durante el proceso de optimización, así como las opciones posibles para cada una de dichas variables. DesignBuilder ofrece un amplio rango de variables de diseño, de las cuales puede emplear un máximo de 10. Para las variables tipo “lista” debe seleccionar una cantidad específica de opciones.

Para crear una nueva variable de diseño haga clic en el vínculo **Añadir Variable**, disponible en el panel de información (a la derecha del diálogo). En el mismo panel dispone de vínculos para **Editar** o **Eliminar** variables existentes. En el diálogo que se abre al crear o editar una variable debe definir los siguientes parámetros:

### Nombre

Indique el nombre de la variable de diseño, por ejemplo “Proporción de acristalamiento”.

### Tipo de variable

Aquí puede seleccionar una de las variables de diseño. Para ello haga clic sobre el campo del comando, y luego seleccione uno de los componentes disponibles en la librería que aparece en el panel de Ayuda (a la derecha). Recuerde que debe hacer **dobles clics** sobre el componente para que este sea correctamente asignado. Opcionalmente, después de hacer clic sobre el campo del comando puede hacer clic sobre el símbolo de puntos suspensivos (...), con lo que se abrirá un diálogo con la misma librería.

**Nota:** En DesignBuilder v5 todas las variables de diseño están disponibles para ser seleccionadas, independientemente de las características del modelo base. En ese sentido debe tener cuidado de seleccionar las variables adecuadas, o de hacer los ajustes pertinentes al modelo. Por ejemplo, si en el modelo se ha establecido la ventilación natural **Programada**, seleccionar la variable de diseño “% External window opens” (que solo aplica para la ventilación natural **Calculada**) no tendrá efecto alguno en el análisis de optimización.

### Valor mínimo y Valor máximo

Estas opciones solo se encuentran disponibles cuando se ha seleccionado una variable de diseño numérica. Debe indicar un **Valor mínimo** y un **Valor Máximo** para las opciones de dicha variable. Por ejemplo, si ha seleccionado la variable de diseño numérica “Window to Wall %” y establece aquí un valor mínimo de 20 y un valor máximo de 80, entonces la proporción acristalamiento-muro puede ser del 20% al 80%.

### Intervalo (optimización)

Esta opción solo se encuentra disponible cuando se ha seleccionado una variable de diseño numérica. Es el intervalo con el que puede cambiar el valor de dicha variable. Siguiendo con el

ejemplo anterior, si ha seleccionado la variable “*Window to Wall %*” con un rango de 20 a 80%, y establece aquí un intervalo de 10, entonces en el análisis de optimización solo se considerarán las proporciones de acristalamiento-muro 20, 30, 40, 50, 60, 70 y 80%.

### Values (Lista de opciones)

Esta opción solo se encuentra disponible cuando se ha seleccionado una variable de diseño tipo lista, por ejemplo “*Construction template*”. Si hace clic en el campo de este comando, y luego en el símbolo de puntos suspensivos (...), se abrirá un diálogo en el que puede seleccionar diversos **componentes** o **plantillas**. Para ello debe activar las casillas correspondientes.

### Objetos destino

Esta opción permite seleccionar uno o más objetos del modelo en los que se aplicarán las variables de diseño. Si hace clic en el campo de este comando, y luego en el símbolo de puntos suspensivos (...), se abrirá un diálogo en el que puede seleccionar todo el edificio, o bien determinados bloques, zonas o superficies.

## 10.3. Opciones de optimización

Puede definir diversas opciones para regular cómo se llevará a cabo el análisis de optimización, así como la forma en que se visualizarán los resultados. Las opciones de optimización se establecen en el diálogo **Optimización Datos**, que se abre al iniciar o actualizar un análisis de optimización (en el segundo caso es necesario restaurar el análisis). Hay dos pestañas disponibles:

- General
- Administrador de simulaciones

**Nota:** Para llevar a cabo un análisis de optimización primero debe preparar el **modelo base** y ejecutar una simulación con resultados mensuales y anuales. Sólo entonces podrá abrir la pestaña de optimización y acceder al diálogo de opciones. Las simulaciones de optimización se ejecutarán considerando las opciones del modelo base, incluyendo el periodo de simulación, las opciones solares, etc.

### General

En esta pestaña se define principalmente las opciones de cálculo que serán empleadas por el algoritmo genético implementado en DesignBuilder. Estas opciones de cálculo son muy importantes para lograr un adecuado balance entre la precisión de los resultados, por un lado, y los recursos computacionales y el tiempo requeridos para concluir el análisis, por otro.

### Descripción del cálculo

Puede hacer una descripción del cálculo de optimización. La descripción será usada para identificar los resultados en la gráfica y en cualquier otro resultado asociado.

## Opciones de optimización

### Generaciones máximas

Este campo define el número máximo de **generaciones** que puede alcanzar el análisis de optimización, antes de darse por concluido. El valor predeterminado es 100, pero los valores típicos pueden abarcar un amplio rango (por lo general entre 50 y 500).

El número adecuado de generaciones máximas depende de la complejidad del análisis. Por ejemplo, mientras más variables y opciones de diseño existan, mayor deberá ser éste valor para garantizar que los resultados sean confiables. Sin embargo debe tener cuidado, pues un mayor número de generaciones exigirá más recursos computacionales y más tiempo para efectuar el análisis de optimización.

#### Notas:

1. Puede establecer un número elevado de generaciones, y luego interrumpir el proceso cuando considere que ha encontrado suficientes soluciones óptimas.
2. Cuando busca resultados de optimización muy precisos, y por lo tanto emplea un elevado número de generaciones, puede experimentar con **probabilidades de mutación** más elevadas para evitar la convergencia prematura.

### Tamaño de población inicial

Este parámetro define el número de **soluciones de diseño** que, como mínimo, serán incluidas en cada generación. En general, mientras más variables y opciones de diseño son consideradas en el análisis de optimización, mayor debe ser el tamaño de población.

**Nota:** Las nuevas soluciones de cada generación deben ser simuladas antes de iniciar la siguiente generación. Por lo tanto, si dispone de bastantes núcleos en su computadora, y requiere efectuar el análisis en el menor tiempo posible, un valor elevado de tamaño de población puede ser útil.

### Restricciones en gráfica

Esta opción solo está disponible cuando ha definido al menos una **restricción** como parte de los parámetros de optimización. Permite omitir en la gráfica de resultados las soluciones de diseño que no cumplen con las restricciones. Tiene las siguientes opciones:

- 1-Mostrar todos los puntos.** Se muestran los resultados de todas las soluciones de diseño simuladas, incluyendo aquellas que no cumplen con las restricciones.
- 2-Aplicar restricciones al frente de Pareto.** Las soluciones que no cumplen con alguna de las restricciones se omiten sólo en el frente de Pareto.
- 3-Aplicar restricciones a todos los puntos de la gráfica.** Las soluciones que no cumplen con alguna de las restricciones se omiten en toda la gráfica.

#### Notas:

1. Estas opciones no afectan los resultados en sí, sino solo la forma en que se muestran en la gráfica. La opción seleccionada se puede cambiar durante el proceso de simulación.
2. Más información sobre las restricciones en gráfica en la sección **Resultados de optimización**.

## Pausar si hay errores

Si activa esta casilla, el programa pondrá en pausa el proceso de simulación y emitirá un mensaje de alerta en cuanto hay una solución que arroje error al ser simulada. Por ejemplo, si en una solución de diseño las consignas de calefacción y refrigeración se superponen (esto es, la consigna de calefacción es mayor que la de refrigeración), se desplegará un mensaje como el siguiente: *Edificio 1 - Consigna de calefacción > Consigna de refrigeración: Bloque1:Zona1*.

Si una solución de diseño tiene una configuración no válida entonces se le penaliza, asignándole los máximos valores de los objetivos de desempeño (asumiendo que los objetivos se están minimizando). Esto produce una presión evolutiva que reduce la posibilidad de que soluciones similares aparezcan en futuras generaciones. En general errores como el descrito arriba no suponen un problema para el proceso de optimización en sí, pero otros errores sí pueden afectar los resultados. Entre las principales causas de error se encuentran las siguientes:

- Combinaciones no válidas de variables, como el ejemplo anterior en el que la consigna de calefacción es mayor que la de refrigeración. Este tipo de errores es identificado por DesignBuilder antes de efectuar la simulación.
- Errores en los datos de entrada que no pueden ser identificados por DesignBuilder antes de efectuar la simulación.
- Un error severo de EnergyPlus, por ejemplo por inestabilidad en la simulación.
- Una falla en la infraestructura de simulación, por ejemplo un error en la red cuando se emplea un servidor de simulaciones.

Una vez que haya confirmado la causa de cualquier error, puede desactivar esta opción y permitir que el análisis de optimización continúe. Las soluciones de diseño con algún error se muestran en rojo en la tabla de resultados.

## Opciones avanzadas

### Archivo de Pareto

Active esta opción si desea emplear el **archivo de Pareto** para sumar las soluciones previamente identificadas como las mejores a la población de cada generación. Las soluciones del archivo de Pareto no serán simuladas (ya han sido simuladas previamente), sino que competirán con las soluciones de la población inicial para conformar la siguiente generación. En general esta opción puede agilizar bastante el análisis, aunque también podría provocar su convergencia prematura y el estancamiento en óptimos locales (ver también punto siguiente).

### Tamaño máximo de población

Cuando se emplea el archivo de Pareto, la población puede crecer con cada nueva generación, conforme más soluciones óptimas se añaden al archivo. En ese caso puede especificar un límite máximo para el tamaño de la población, incluyendo tanto la **población inicial** como las soluciones del archivo de Pareto. El valor debe ser mayor al de población inicial (ver arriba). El valor predeterminado es 50, que generalmente funciona bien cuando el tamaño de población inicial es 20. En todo caso, tenga en cuenta que mientras mayor sea el tamaño máximo de población



respecto al de la población inicial más intenso será el efecto de emplear el archivo de Pareto, y por lo tanto mayor el riesgo de convergencia prematura.

### Tamaño del torneo

El algoritmo genético implementado en DesignBuilder emplea el “Operador de torneo” para seleccionar las mejores soluciones en cada generación. El **Tamaño del torneo** define el número de soluciones que conforman las muestras aleatorias tomadas en cada generación. De cada muestra aleatoria, la mejor solución será seleccionada para “reproducirse” en las fases siguientes. El valor predeterminado es 2, lo que significa que cada muestra aleatoria será de dos soluciones.

### Tasa de cruce

Esta tasa define la probabilidad relativa (en comparación con la probabilidad de mutación individual) de que una nueva solución sea creada mediante el “cruce” de otras soluciones. Por ejemplo, si la tasa de cruce es 1.0 y la probabilidad de mutación individual es 0.4, hay un 71% ( $1.0/1.4$ ) de probabilidad de que la nueva solución sea creada por cruce, y un 29% ( $0.4/1.4$ ) de probabilidad de que sea creada por mutación. El valor recomendado suele ser entre 0.6 y 1.0, siendo 1.0 el predeterminado.

### Probabilidad de mutación individual

Es importante evitar la convergencia prematura del análisis de optimización, especialmente cuando éste se basa en un frente de Pareto que puede ser incompleto o poco preciso, sobre todo en las primeras fases. La mutación individual ayuda a mantener diversidad en la población y a explorar mejor el espacio de búsqueda completo, al permitir que nuevas soluciones sean creadas a partir de la mutación aleatoria de las existentes. Los valores bajos de probabilidad de mutación individual (por ejemplo 0.2) pueden ayudar a una más rápida convergencia, evitando perder tiempo explorando partes no óptimas del espacio de búsqueda. Los valores altos (por ejemplo 0.8) reducen el riesgo de convergencia prematura y ayudan a tener resultados más precisos, pero pueden hacer más tardado el análisis. El valor predeterminado es 0.4, que puede ser adecuado en la mayoría de los casos.

### Sobrescribir probabilidad predeterminada de mutación bit a bit

Active esta opción si desea sobrescribir el valor predeterminado de probabilidad de mutación bit a bit. El valor predeterminado es  $1/nbits$ , donde *nbits* es el número total de bits en el cromosoma, que a su vez es la suma de los bits de cada variable. Para las variables numéricas el número de bits corresponde a la longitud de codificación numérica, mientras que para las variables de lista es la longitud de codificación de listas.

### Probabilidad de mutación bit a bit

Si ha activado la opción **Sobrescribir probabilidad predeterminada de mutación bit a bit**, entonces debe indicar aquí el nuevo valor de probabilidad. El valor máximo es 0.5 y el mínimo es 0.01, siendo el predeterminado 0.2.

## Administrador de simulaciones

Los análisis de optimización requieren cientos o incluso miles de simulaciones para lograr resultados con un buen nivel de precisión. DesignBuilder ofrece un administrador de simulaciones para llevar a cabo esa tarea de la manera más eficiente posible.

**Nota:** En las versiones actuales la opción **Usar administrador de simulaciones** se encuentra activada de manera predeterminada y no es posible desactivarla.

## Servidor

El único servidor incluido de manera predeterminada es el *localhost*, lo cual significa que se empleará el Administrador de simulaciones instalado en la propia computadora. Esta herramienta se instala junto con el programa, por lo que no es necesario hacer una instalación adicional.

Empleando el servidor *localhost* puede iniciar múltiples simulaciones y luego seguir trabajando con DesignBuilder u otros programas. Incluso puede cerrar DesignBuilder y las simulaciones continuarán sin problema. Si la computadora se pone en modo suspensión o hibernación las simulaciones se detendrán también, pero se reiniciarán en el mismo punto cuando la computadora se active de nuevo. Si la computadora se apaga durante las simulaciones éstas se perderán, y será necesario reiniciar de cero al encenderla de nuevo.

De manera alternativa, puede establecer otro servidor con el cual esté conectado en red. Para que otros servidores aparezcan en la lista desplegable debe seguir las instrucciones indicadas en la sección **Administrador de simulaciones con servidor en red**. Una ventaja adicional de usar el administrador de simulaciones con un servidor externo es que puede apagar su computadora sin interrumpir el proceso (aunque deberá estar conectado a la red para iniciar las simulaciones y para recuperar los resultados). Y obviamente, mientras más potente sea dicho servidor más rápido podrá concluir las simulaciones.

**Nota:** Puede adquirir un servidor de alto desempeño, listo para ejecutar simulaciones con EnergyPlus y JEPlus en **EnSimS**.

## Método de servidor de EnergyPlus

Puede elegir una de las siguientes opciones:

**EnergyPlus.** Es la opción predeterminada. En este caso EnergyPlus se ejecuta directamente, ya sea en la propia computadora o en el servidor de la red.

**JEPlus.** Seleccione esta opción si tiene una cuenta del servicio **JESS en línea** y desea ejecutar las simulaciones a través de JEPlus y el servidor JESS.

JESS, o Servidor de Simulaciones JEPlus, es un sistema informático que permite ejecutar simulaciones de manera remota en una red de computadoras de elevado rendimiento. **JESS en línea** es un servicio ofrecido por la empresa **EnSimS** para ejecutar simulaciones en la nube a través del sistema JESS.

## Sobrescribir número predeterminado de tareas por lote

Active esta opción si desea sobrescribir el **número predeterminado de tareas por lote**, por ejemplo si requiere ver resultados de optimización conforme se van ejecutando las simulaciones.

### Número de tareas por lote

Si activó la opción anterior, entonces puede ingresar un número específico de tareas por lote para controlar la cantidad de simulaciones que serán ejecutadas antes de poder ver los resultados. Puede ingresar un valor bajo, por ejemplo 2, para ver los resultados de las simulaciones prácticamente conforme se van ejecutando. Esto puede ser útil para revisar con mayor frecuencia las simulaciones de modelos complejos, pero puede evitar que saque el máximo provecho de los núcleos de su computadora (ver siguiente nota).

**Nota:** Establecer un número bajo de tareas por lote puede ser útil para revisar con mayor frecuencia la evolución de análisis complejos. Sin embargo, para sacar el mayor provecho de la computación paralela se recomienda no activar la opción **Sobrescribir número predeterminado de tareas por lote**, o bien ingresar aquí un valor alto, nunca menor que el **Tamaño de población inicial** (o el **Tamaño máximo de población**, si está empleando el archivo de Pareto).

## 10.4. Resultados de optimización

Los resultados de optimización se pueden ver en el mismo diálogo **Optimización - Datos**, conforme las simulaciones se llevan a cabo, o bien en la pestaña **Optimización** de la pantalla de resultados de **Simulación**, después de que el análisis ha concluido o se ha detenido. El programa ofrece dos recursos principales para visualizar y analizar los resultados:

- Una gráfica de dispersión
- Una tabla dinámica

En las siguientes secciones se hace una descripción del uso y aplicación de estos elementos de visualización de los resultados de optimización.

### Gráfica de dispersión

Cuando se emplean dos objetivos de desempeño, la gráfica de dispersión muestra un conjunto de puntos que representan todas las soluciones de diseño simuladas en el proceso de optimización. Los valores del primer objetivo de desempeño se muestran en el **eje X**, mientras que los del segundo objetivo de desempeño se muestran en el **eje Y**. Los puntos en la gráfica se identifican con diferentes colores, de acuerdo a su situación en el proceso de optimización.

Cuando el análisis de optimización se encuentra en proceso:

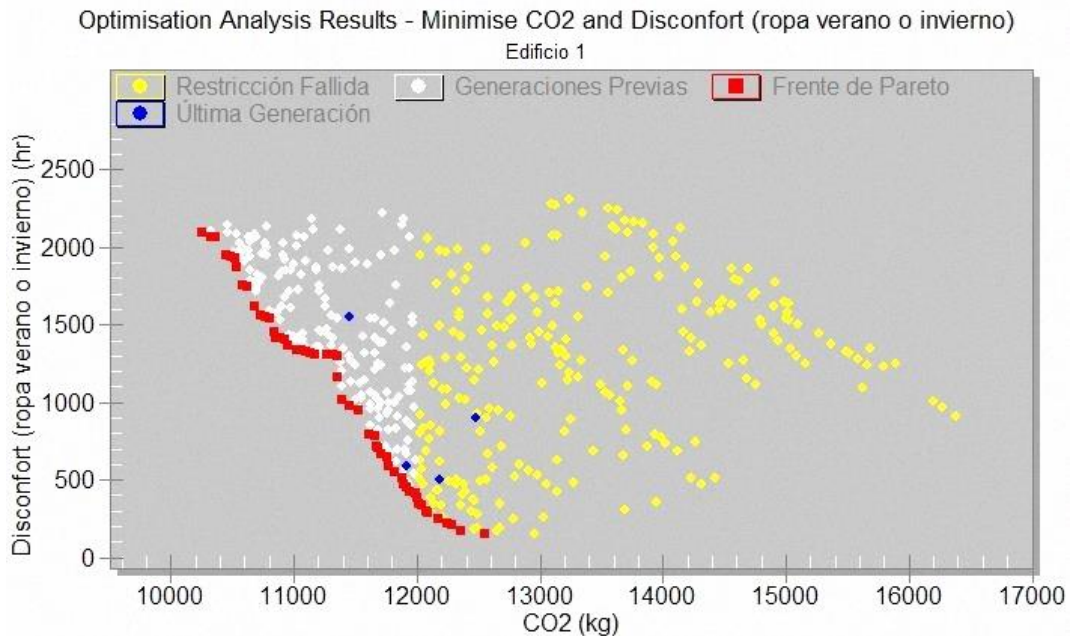
- Las soluciones ubicadas en el **frente de Pareto** se muestran en **rojo**. Se trata de las soluciones “no dominadas” por ninguna otra solución, y que por lo tanto se pueden considerar “óptimas”.
- Las soluciones que forman parte de la **última generación**, y que no pertenecen al frente de Pareto, se muestran en **azul**.

- Las soluciones que forman parte de las **generaciones previas**, y que no pertenecen al frente de Pareto, se muestran en **gris**.

Cuando el análisis de optimización ha concluido o se ha detenido:

- Las soluciones ubicadas en el **frente de Pareto** se muestran en **rojo**. Se trata de las soluciones “no dominadas” por ninguna otra solución, y que por lo tanto se pueden considerar “óptimas”.
- Las soluciones que forman parte de las **generaciones previas**, y que no pertenecen al frente de Pareto, se muestran en **gris**.

**Nota:** Si se coloca el cursor sobre cada uno de los puntos en la gráfica, se despliega una leyenda con los valores específicos de los objetivos de desempeño.



*Ejemplo de gráfica de dispersión con todos los puntos del frente de Pareto.*

### Visualización de restricciones en la gráfica

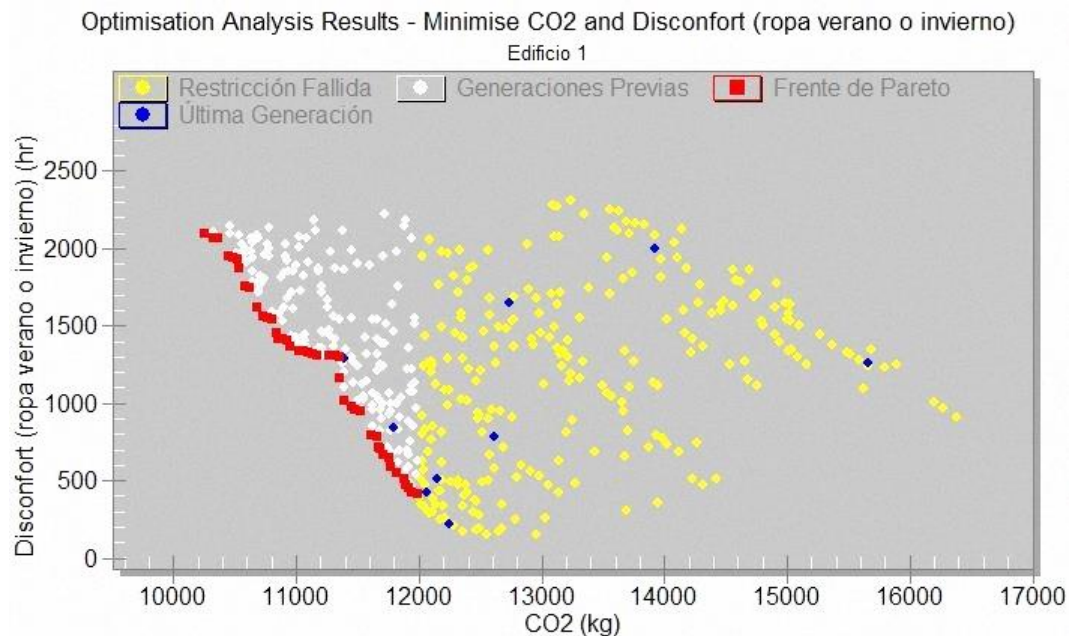
Cuando el análisis de optimización incluye una o más restricciones, es posible visualizar en la gráfica de dispersión cuales soluciones de diseño no cumplen con dichas restricciones. Para controlar esta función puede ajustar la opción **Restricciones en gráfica**, disponible en el dialogo **Optimización · Datos** (cuando el análisis está en proceso) y en el panel **Opciones de visualización** (cuando el análisis ha concluido o se ha detenido):

**1-Mostrar todos los puntos.** Se muestran los resultados de todas las soluciones de diseño simuladas, incluyendo aquellas que no cumplen con las restricciones. Las soluciones que no cumplen las restricciones, y que forman parte de las generaciones previas, ya no se muestran en gris sino en **amarillo**.

**2-Aplicar restricciones al frente de Pareto.** Las soluciones que pertenecen al frente de Pareto, pero que no cumplen con las restricciones, ya no se muestran en rojo sino en **amarillo**, cuando pertenecen a las generaciones previas, o en **azul**, cuando pertenecen a la última generación.

**3-Aplicar restricciones a todos los puntos de la gráfica.** Todas las soluciones que no cumplen con alguna de las restricciones se omiten en la gráfica de dispersión.

**Nota:** Estas opciones no afectan los resultados en sí, sino solo la forma en que se muestran en la gráfica. La opción seleccionada se puede cambiar durante el proceso de simulación.



*Ejemplo de gráfica de dispersión en la que las soluciones que no cumplen las restricciones han sido omitidas en el frente de Pareto.*

### Gráfica de dispersión con un solo objetivo

Cuando se emplea un solo objetivo de desempeño en el análisis de optimización, la gráfica de dispersión muestra la evolución de dicho objetivo para cada iteración. Dado que en este caso no hay un proceso de balance y compensación entre dos objetivos distintos, solo la solución más óptima se muestra en la gráfica, resaltada en **verde**.

### Tabla dinámica

La tabla dinámica permite ver información detallada sobre las soluciones de diseño que han sido simuladas durante el proceso de optimización. Además de la identificación numérica de la simulación (o iteración) y la generación de cada solución de diseño, la tabla dinámica ofrece los siguientes datos:

**Estatus.** En esta columna se muestra el estatus de las soluciones de diseño, incluyendo las siguientes opciones:

- **Soluciones óptimas.** Son las soluciones de diseño que se ubican en el frente de Pareto, y por lo tanto se pueden considerar óptimas. Estas soluciones se resaltan con las celdas en verde.

- **Restricción fallida.** Son las soluciones que no han logrado cumplir con alguna de las restricciones impuestas. Estas soluciones se resaltan con las celdas en amarillo, y obviamente solo pueden aparecer si el análisis de optimización incluye **Restricciones**.
- **Error de cálculo.** Son soluciones que no se han podido simular, y por lo tanto no tienen resultados válidos. Estas soluciones se resaltan con los textos en rojo y solo pueden aparecer en la tabla (no en la gráfica de dispersión).
- **Celda vacía.** Son el resto de soluciones de diseño simuladas durante el proceso de optimización, las cuales no pertenecen a alguna de las categorías anteriores.

**Variables de diseño.** Estas columnas muestran las opciones de diseño correspondientes a cada una de las variables de diseño incluidas en el análisis de optimización. El número de columnas y el nombre del encabezado de la columna varían dependiendo del número y tipo de variables. Por ejemplo, en la imagen de abajo aparecen tres variables de diseño: *Window to Wall %*, *Cooling setpoint temperature* y *Heating setpoint temperature*.

**Objetivos de optimización.** En estas columnas se muestran los valores correspondientes a los objetivos de optimización que han sido calculados para cada una de las soluciones de diseño. Pueden ser una o dos columnas dependiendo del número de objetivos. En la gráfica de abajo, por ejemplo, se muestran resultados de dos objetivos de desempeño: *CO<sub>2</sub>* y *Discomfort*.

Drag a column header here to group by that column.							
Estatus	Iteración /	Generaci...	Window to Wall %	Cooling setpoint t...	Heating setpoint t...	CO2 (kg)	Discomfort (ropa vera...
	1170	61	20.000	24.600	22.000	11876.029	506.5000
Error de cálculo	1171	61	46.000	23.000	23.000	1000000000...	8761.0000
	1172	61	20.000	24.600	22.000	11876.029	506.5000
<b>Diseños Óptimos</b>	<b>1173</b>	<b>61</b>	<b>20.000</b>	<b>25.800</b>	<b>22.000</b>	<b>11548.061</b>	<b>864.5000</b>
	1174	61	20.000	24.600	22.000	11876.029	506.5000
	1175	61	20.000	24.600	22.000	11876.029	506.5000
Restricción fallida	1176	61	80.000	23.400	22.000	15893.385	1187.0000

*Ejemplo de tabla dinámica con la información y resultados del análisis de optimización.*

## Interacción con la tabla

La tabla dinámica tiene dos funciones que permiten analizar la información con mayor flexibilidad:

1. Cuando se hace clic con el cursor sobre una solución de diseño (uno de los puntos) en la **gráfica de dispersión**, los datos correspondientes a dicho punto se muestran y se resaltan con las celdas en rojo en la tabla dinámica. De esa manera es posible, por ejemplo, explorar de manera rápida los datos correspondientes a las soluciones ubicadas en el frente de Pareto.
2. Puede seleccionar con el cursor cualquiera de los encabezados de columna de la tabla dinámica, y arrastrarlo al campo que tiene la leyenda "Drag a column header here to group by that column" (ubicado justo arriba de la tabla). De esa manera las filas serán agrupadas y ordenadas de acuerdo a los valores de la columna seleccionada. Por ejemplo, si hace esta operación con el encabezado Estatus, los datos se organizarán en cuatro grupos: las soluciones identificadas como diseños óptimos (frente de Pareto), las soluciones con alguna restricción fallida, las soluciones en las que ha habido un error de cálculo y las soluciones estándar (celdas en blanco).



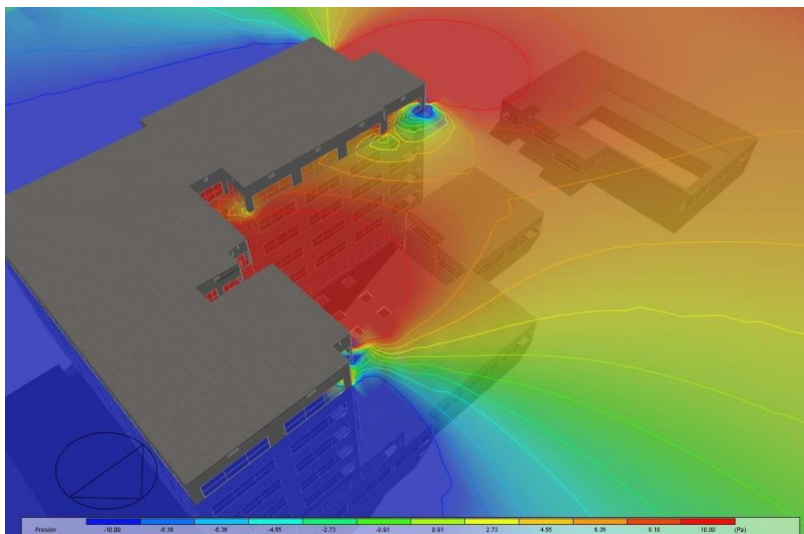
## 11. Análisis CFD

La **dinámica de fluidos computacional** (CFD, por sus siglas en inglés) es un campo de análisis que agrupa diversos métodos numéricos para calcular de manera detallada la temperatura, la velocidad y otras propiedades de los fluidos, como el aire y el agua, en un determinado dominio espacial. Cuando se aplican a los edificios, las simulaciones CFD pueden proporcionar valiosa información sobre las condiciones ambientales en cualquier punto del espacio interior o exterior. Para ello es necesario definir las condiciones de contorno del dominio CFD, las cuales pueden incluir la influencia de aspectos como el clima, las ganancias de calor internas y el funcionamiento de los sistemas HVAC.

### 11.1. Introducción al análisis CFD

#### Tipos de análisis CFD: externos e internos

El módulo CFD de DesignBuilder se puede emplear para llevar a cabo análisis tanto externos como internos. Los análisis CFD **externos** permiten predecir el efecto de los vientos locales en las superficies exteriores de los edificios y en los espacios adyacentes, principalmente en lo que respecta a la velocidad y presión del aire. Esa información puede ser útil para evaluar el confort de las personas en los espacios exteriores, para mejorar la ventilación natural a partir de la ubicación de las aberturas, y para determinar la mejor posición de las rejillas de entrada y salida de aire de los sistemas HVAC, entre otros aspectos. De hecho, este tipo de análisis permite calcular coeficientes de presión de viento detallados, que luego se pueden emplear en la simulación de la ventilación natural con EnergyPlus.

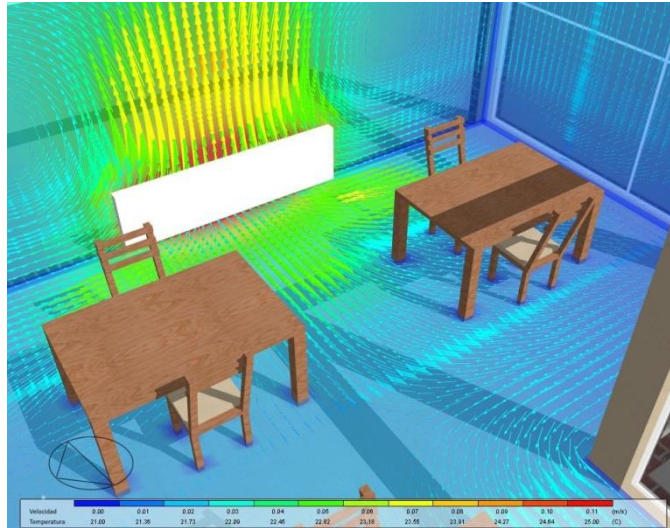


*Ejemplo de análisis CFD externo – Resultados de presión de viento*

Los análisis CFD **internos**, por otro lado, permiten predecir la velocidad, presión y temperatura del aire, entre otros parámetros ambientales, en cualquier punto del interior de los edificios. También permiten calcular la “antigüedad” y la efectividad de renovación del aire, parámetros que influyen en las condiciones de habitabilidad. En resumen, esta información puede ser útil para evaluar la eficiencia de las estrategias de climatización pasiva y de la configuración de los sistemas HVAC,



sobre todo en lo que respecta a su efecto sobre el confort percibido por las personas en el interior de los edificios.



*Ejemplo de análisis CFD interno – Confort de los ocupantes*

## Creación del modelo geométrico para análisis CFD

El módulo CFD emplea el mismo **modelo 3D** usado por los otros módulos del programa. Eso significa que, si se ha creado un modelo 3D para hacer simulaciones con EnergyPlus, por ejemplo, el mismo modelo se puede emplear para llevar a cabo simulaciones CFD. Sin embargo, para optimizar las simulaciones CFD y evitar problemas de convergencia se recomienda en primera instancia revisar la sección [Criterios geométricos de la malla CFD](#).

Por otro lado, si desea desarrollar un modelo 3D desde cero, exclusivamente para un análisis CFD, debe remitirse a la sección [Modelado de edificios](#). También es importante tener en cuenta que hay algunos elementos del modelo 3D que solo afectan a las simulaciones CFD, y no a los cálculos con otros módulos, como es el caso de los [montajes](#) y los [bloques de componente](#) creados en el nivel Bloque.

## Niveles del modelo y análisis CFD

Los análisis CFD internos se pueden llevar a cabo en los niveles Edificio, Bloque y Zona. Los cálculos se pueden efectuar también para varias zonas ubicadas en diferentes bloques, siempre y cuando dichas zonas hayan sido [agrupadas](#) mediante alguno de los mecanismos ofrecidos por el programa. Los análisis CFD externos, por otro lado, solo se pueden llevar a cabo en el nivel Sitio.

El nivel en el que se está cuando se inicia un análisis CFD determina tanto el tipo de análisis (interno o externo) como la extensión del dominio CFD. Por ejemplo, si se está en el nivel Edificio el dominio abarcará todas las zonas del edificio; si se está en el nivel Bloque el dominio abarcará todas las zonas del bloque; y si se está en el nivel zona el dominio sólo abarcará la zona actual.

## Flujo de trabajo con el módulo CFD

En términos generales, el desarrollo de simulaciones CFD con DesignBuilder implica estas fases:

1. **Creación del modelo geométrico** en la pestaña Modelo de la pantalla de Edición. Como se ha dicho, es el mismo modelo que se emplea en los demás módulos (Visualización, Simulación, Iluminación Natural, HVAC, etcétera).
2. **Definición de las condiciones de contorno** en la pestaña de datos CFD y/o en el diálogo *Herramientas > Condiciones de contorno CFD*. Desde ése diálogo también es posible **importar condiciones de contorno** a partir de simulaciones con EnergyPlus.
3. **Definición de los parámetros de malla** en el diálogo que se abre al ir a la pantalla CFD. Si se está en el nivel Sitio el diálogo que se abre corresponde a un análisis CFD externo, mientras que si está en el nivel Edificio, Bloque o Zona el diálogo que se abre corresponde a un análisis CFD interno.
4. **Definición de las opciones de cálculo** en el diálogo que se abre al iniciar las simulaciones (por ejemplo al hacer clic en *Iniciar cálculos CFD* en el panel de Información).
4. **Ejecución y monitorización de las simulaciones** en el mismo diálogo en el que se definen las opciones de cálculo.
5. **Generación de resultados**, como Planos de resultados o Isolíneas 3D, en la pantalla de resultados CFD.

En los siguientes apartados haremos una descripción de los principales procedimientos y criterios aplicados en cada una de estas fases.

### 11.2. Condiciones de contorno CFD

En las simulaciones CFD cada una de las ecuaciones de las variables dependientes requiere valores apropiados en los contornos del dominio espacial, los cuales son de gran importancia para obtener resultados válidos. Esos valores se conocen como **condiciones de contorno**.

La definición de las condiciones de contorno para los **análisis CFD externos** es bastante simple, ya que se trata de cálculos isotérmicos y por lo tanto solo es necesario establecer el nivel de exposición del edificio al viento, así como la velocidad y dirección del viento. Los **análisis CFD internos**, por otro lado, no son isotérmicos y por lo tanto suelen ser bastante más complejos. Este tipo de análisis requieren definir las condiciones de contorno asociadas a las superficies del modelo y a otros elementos tales como difusores de aire y rejillas de extracción. En ciertos casos también se requiere definir las condiciones de contorno asociadas a montajes que representan, por ejemplo, personas y aparatos. En resumen, los **análisis CFD internos** pueden incluir tres categorías de condiciones de contorno, las cuales se describen más adelante:

- Condiciones de contorno de los **cerramientos opacos** y las **aberturas** del modelo.
- Condiciones de contorno establecidas mediante **elementos superficiales CFD**.
- Condiciones de contorno asociadas a **bloques de componente y montajes**.

## Cerramientos opacos y aberturas

Las condiciones de contorno CFD asociadas a los cerramientos opacos y las aberturas son principalmente las **temperaturas superficiales**, que aplican para ambos componentes, y los **caudales de aire** entrantes y salientes, que aplican solo para las aberturas (cuando se desea incluir la ventilación natural en los análisis CFD).

De manera predeterminada los caudales de aire asignados a las aberturas del modelo son nulos, por lo que es necesario definir esos caudales para poder incluir la ventilación natural. Por lo que respecta a las temperaturas superficiales, al crear un modelo a todos los cerramientos opacos y las aberturas se les asigna un valor predeterminado, que también se puede modificar posteriormente.

Las condiciones de contorno asociadas a los cerramientos y las aberturas se pueden revisar y editar en la pestaña de datos CFD, bajo el encabezado **Ajustes CFD Predeterminados**. En ese caso se puede hacer uso del sistema de herencia jerárquica de datos de DesignBuilder, al menos en lo que respecta a las temperaturas superficiales. Estas condiciones de contorno también se pueden revisar y editar, en ocasiones de manera más eficiente, mediante el **Editor de condiciones de contorno CFD**. En todo caso es muy importante que el usuario verifique que los valores de las temperaturas superficiales y de los caudales de aire sean adecuados antes de llevar a cabo los análisis CFD.

Por otro lado, es importante resaltar que DesignBuilder ofrece una potente función para implementar análisis CFD con mayor facilidad y precisión. Se trata de la posibilidad de efectuar una simulación con EnergyPlus y luego **importar las condiciones de contorno** de los cerramientos y las aberturas a los dominios. Con este mecanismo es incluso posible calcular caudales de aire a través de ventanas, rejillas o huecos, si la simulación se efectúa con la opción de ventilación natural **Calculada**.

## Elementos superficiales CFD

Los **elementos superficiales CFD** permiten representar difusores de aire, rejillas de extracción, o áreas con una temperatura o un flujo de calor. Estos elementos se dibujan estando en el nivel Superficie y activando el comando **Dibujar elemento superficial CFD** en el panel de Información, en la barra de herramientas o en el menú *Editar > Dibujar*. Luego se puede emplear el mismo procedimiento de trazo que se usa para dibujar otras aberturas, como puertas y ventanas.

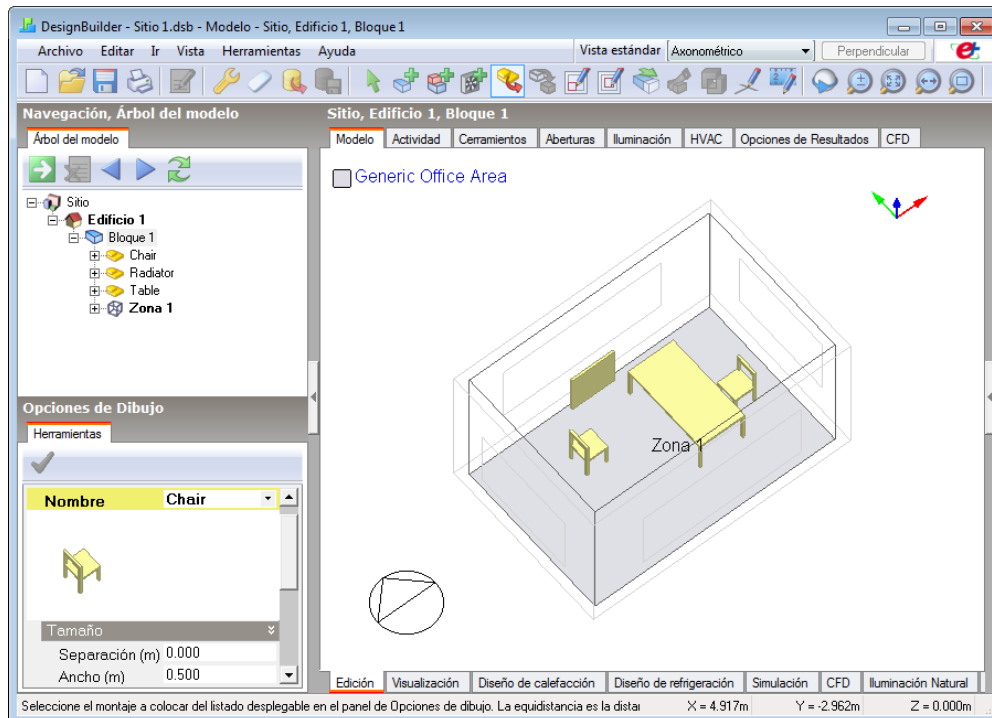
El tipo de contorno CFD, así como sus valores correspondientes, se definen en el panel de **Opciones de dibujo** justo antes de crear el elemento superficial. Sin embargo, también es posible revisar y editar esa información en la pestaña de datos CFD, de preferencia yendo al nivel específico de cada elemento superficial. Por otro lado, también es posible revisar y editar la información mediante el **Editor de condiciones de contorno CFD**, al menos en lo que respecta a las temperaturas y los caudales de aire.

### Notas:

1. Los elementos superficiales CFD no tienen efecto en las simulaciones con EnergyPlus.
2. Las condiciones de contorno asociadas a los elementos superficiales CFD no se pueden importar de las simulaciones con EnergyPlus, por lo que es necesario editarlas manualmente.

## Bloques de componente y montajes

Los **bloques de componente** y los **montajes** se pueden emplear en los análisis CFD, tanto externos como internos, para representar elementos que **obstruyen los flujos de aire**. En los análisis de CFD internos se pueden emplear, además, para representar elementos con una **temperatura** o **flujo de calor**, incluyendo la posibilidad de modelarlos como objetos no sólidos (asumiendo que el aire puede moverse a través de ellos).



*Un grupo de montajes en una zona térmica, representando mobiliario y un radiador térmico.*

DesignBuilder ofrece una pequeña biblioteca de montajes que permite incluir personas, muebles y otros objetos en el modelo. Algunos de esos montajes tienen propiedades CFD predefinidas, que luego pueden ser modificadas. Por ejemplo, los montajes de ocupante (*Occupant*) tienen asignado un flujo de calor convectivo de 56 Watts. De manera similar, los montajes de radiador (*Radiator*) tienen asignada una temperatura superficial de 75 °C. Es posible crear montajes personalizados y agregarlos a la biblioteca de montajes.

El tipo de contorno CFD, así como sus valores correspondientes, se definen en el momento de crear el montaje. Sin embargo, también es posible revisar y editar esa información en la pestaña de datos CFD, de preferencia yendo al nivel específico de cada montaje o de los bloques que lo constituyen. Por otro lado, también es posible revisar y editar la información mediante el **Editor de condiciones de contorno CFD**, al menos en lo que respecta a las temperaturas.

### Notas:

1. Los bloques de componente y los montajes creados en el nivel Bloque no tienen efecto en las simulaciones con EnergyPlus.

2. Las condiciones de contorno asociadas a bloques de componente y montajes no se pueden importar de las simulaciones con EnergyPlus, por lo que es necesario editarlas manualmente.

## Crear elementos superficiales CFD

Los elementos superficiales CFD se dibujan en DesignBuilder de la misma manera que las **aberturas y sub-superficies**, pero permiten modelar elementos que solo son útiles para los análisis CFD, tales como rejillas difusoras y de extracción, áreas de flujo de calor, entre otros. En esta sección se describen las opciones y parámetros asociados a los elementos superficiales CFD.

**Nota:** A diferencia de las aberturas, los bordes de los polígonos que conforman los límites CFD no pueden coincidir con los bordes de los cerramientos en los que se ubican. Debe haber una distancia de al menos 0.1m entre dichos bordes.

Después de ir a la superficie correspondiente y activar la herramienta **Dibujar elemento superficial CFD** puede seleccionar el **Tipo de contorno** en el panel de Opciones de dibujo. Para las superficies con cualquier orientación (muros, cubiertas, etc.) se encuentran disponibles las siguientes opciones:

- 1-Difusor.** Difusor de aire de impulsión del sistema HVAC.
- 4-Rejilla de extracción.** Rejilla de extracción de aire del sistema HVAC.
- 5-Temperatura.** Superficie a la que se le puede asignar una temperatura específica.
- 6-Flujo de calor.** Superficie a la que se le puede asignar un flujo de calor específico.

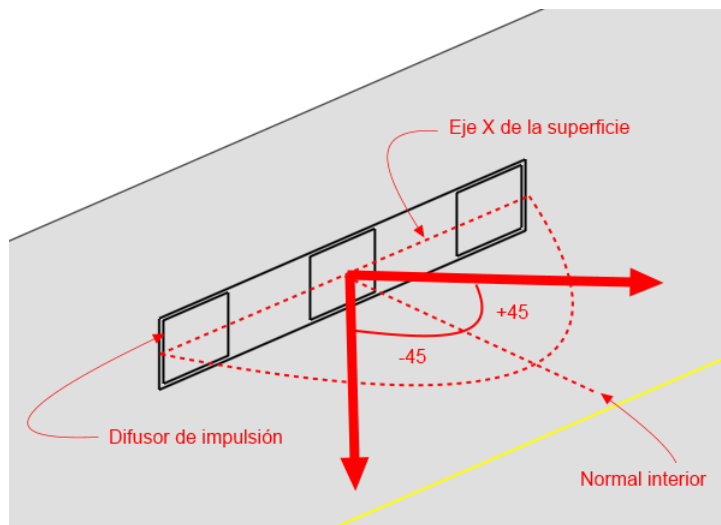
Para las superficies horizontales (cubiertas, techos, etc.) se dispone adicionalmente de los siguientes tipos de contorno CFD:

- 2-Difusor de cuatro vías.** Difusor de aire de impulsión del sistema HVAC, con flujos en cuatro direcciones.
- 3-Difusor de dos vías.** Difusor de aire de impulsión del sistema HVAC, con flujos en dos direcciones.

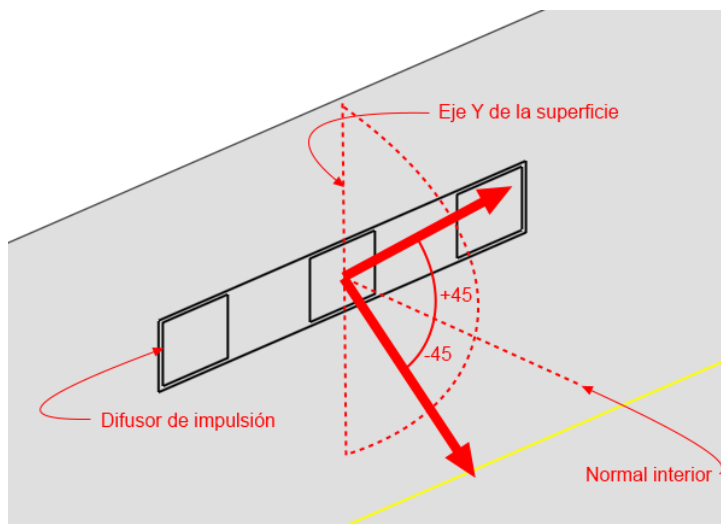
Dependiendo del tipo de contorno CFD seleccionado se deberá definir adicionalmente los parámetros que se describen a continuación.

### Difusor

- **Temperatura de límite.** Temperatura del aire justo en la salida del difusor (°C).
- **Caudal.** Tasa de impulsión de aire (l/s).
- **Angulo de descarga X.** Define la dirección de descarga, sobre el **eje X** de la superficie, mediante un ángulo medido desde la normal interior de dicha superficie. Viendo la superficie en forma frontal, desde el interior de la zona, cuando la dirección de descarga se orienta hacia la derecha el ángulo es positivo, mientras que si se orienta hacia la izquierda es negativo. Un ángulo de °0 indica una dirección de descarga perpendicular a la superficie.



- **Ángulo de descarga Y.** Define la dirección de descarga, sobre el **eje Y** de la superficie, mediante un ángulo medido desde la normal interior de dicha superficie. Viendo la superficie en forma frontal, desde el interior de la zona, cuando la dirección de descarga se orienta hacia arriba el ángulo es positivo, mientras que si se orienta hacia abajo es negativo. Un ángulo de 0° indica una dirección de descarga perpendicular a la superficie.

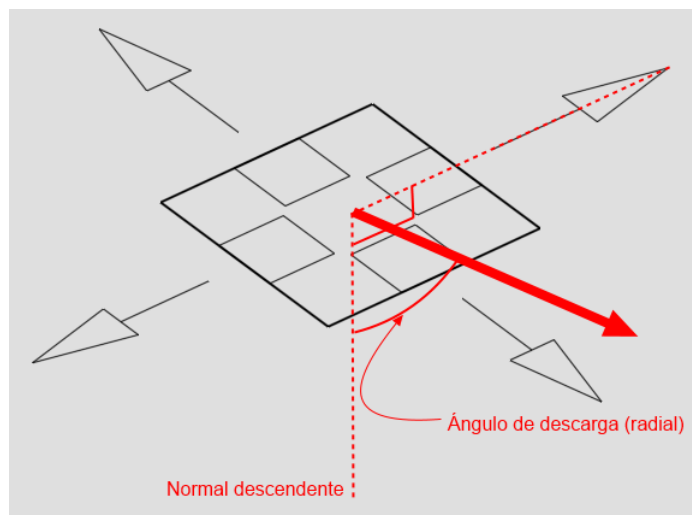


- **Velocidad mínima de descarga.** Es la velocidad mínima de descarga de aire requerida justo en la salida del difusor. Si el difusor es suficientemente pequeño para lograr una velocidad de descarga igual o superior al valor indicado aquí, se modelará con una sola salida de aire. En ese caso la velocidad de descarga final se calcula a partir del caudal y el área del difusor ( $\text{Velocidad} = \text{Caudal} / \text{Área}$ ). Por otro lado, si el difusor es tan grande que no se logra la velocidad mínima indicada aquí, entonces se modelará mediante un cierto número de salidas de aire. En este caso el área de las salidas de aire se calcula a partir del caudal y la velocidad mínima de descarga ( $\text{Área} = \text{Caudal} / \text{Velocidad mínima}$ ), considerando que cada salida puede tener una dimensión máxima de 0.20 x 0.20m. En cualquier caso, la velocidad de descarga final se muestra en la pestaña CFD, estando en el nivel del límite correspondiente.

**Nota:** La velocidad mínima de descarga es un parámetro importante, ya que la combinación de la velocidad de impulsión y el ángulo de descarga del difusor determina en gran medida los patrones de flujo de aire en el espacio.

### Difusor de cuatro vías

- **Temperatura de límite.** Temperatura del aire justo en la salida del difusor (°C).
- **Caudal.** Tasa de impulsión de aire (l/s).
- **Ángulo de descarga del difusor.** Los difusores de 4 vías contienen 4 salidas de aire, una en cada borde del difusor. El valor indicado aquí define el ángulo de descarga de cada salida, medido desde la normal descendente de la superficie. Dicho en otras palabras, el ángulo se aplica en forma radial a cada una de las cuatro salidas.

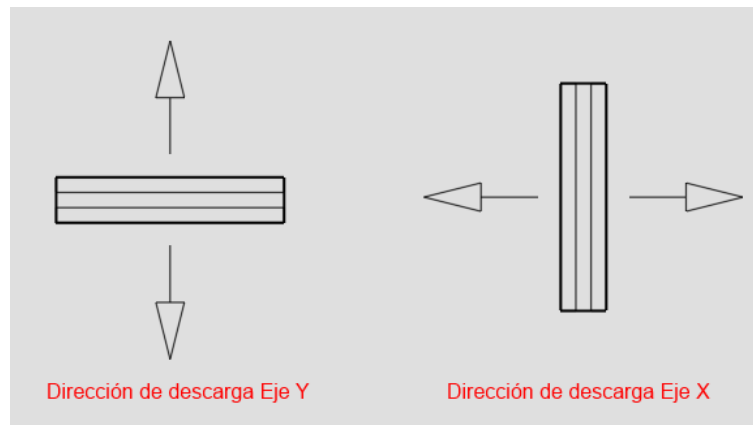


- **Velocidad mínima de descarga.** Es la velocidad mínima de descarga de aire requerida justo en la salida del difusor. El área de cada una de las cuatro salidas de aire del difusor se determina a partir del caudal y la velocidad mínima de descarga ( $\text{Área} = \text{Caudal} / \text{Velocidad mínima}$ ). Si la superficie del difusor es demasiado pequeña y no puede albergar las cuatro salidas de aire, considerando su área calculada, entonces se aumenta la velocidad de descarga de acuerdo a los parámetros indicados ( $\text{Velocidad} = \text{Caudal} / \text{Área}$ ). La velocidad de descarga final se muestra en la pestaña CFD, estando en el nivel del contorno correspondiente.

### Difusor de dos vías

- **Temperatura de límite.** Temperatura del aire justo en la salida del difusor (°C).
- **Caudal.** Tasa de impulsión de aire (l/s).
- **Ángulo de descarga del difusor.** Los difusores de 2 vías contienen 2 salidas de aire, ubicadas en bordes contrarios (ver Dirección de descarga). El valor indicado aquí define el ángulo de descarga de cada salida, medido desde la normal descendente de la superficie. Dicho en otras palabras, el ángulo se aplica en forma radial a cada una de las dos salidas (ver imagen de Difusor de cuatro vías).
- **Dirección de descarga del difusor de dos vías.** Permite definir el eje general del modelo en cuya dirección se orientarán las dos salidas de aire del difusor.





- **Velocidad mínima de descarga.** Es la velocidad mínima de descarga de aire requerida justo en la salida del difusor. El área de cada una de las dos salidas de aire del difusor se determina a partir del caudal y la velocidad mínima de descarga ( $\text{Área} = \text{Caudal} / \text{Velocidad mínima}$ ). Si la superficie del difusor es demasiado pequeña y no puede albergar las dos salidas de aire, considerando su área calculada, entonces se aumenta la velocidad de descarga de acuerdo a los parámetros indicados ( $\text{Velocidad} = \text{Caudal} / \text{Área}$ ). La velocidad de descarga final se muestra en la pestaña CFD, estando en el nivel del límite correspondiente.

### Rejilla de extracción

- **Caudal.** Tasa de extracción de aire (l/s).

### Temperatura

- **Temperatura de límite.** Es la temperatura constante que se asignará al límite CFD (°).

### Flujo de calor

- **Flujo de calor (sólo fracción convectiva).** Es la tasa constante de flujo de calor que se asignará al límite CFD (W/m²).

## Inserción y creación de montajes

Los **bloques de componente** y los **montajes** se pueden emplear en los análisis de CFD, tanto externos como internos, para representar elementos que obstruyen los flujos de aire. En los análisis de CFD internos se pueden emplear, además, para representar elementos con temperatura o flujo de calor, incluyendo la posibilidad de modelarlos como objetos no sólido, de tal manera que el aire puede moverse a través de ellos.

DesignBuilder ofrece una pequeña biblioteca de **montajes** que permite incluir personas, muebles y otros objetos en el modelo. Algunos de esos montajes tienen condiciones de contorno predefinidas, que luego pueden ser modificadas. Por ejemplo, los montajes de ocupante (*Occupant*) tienen asignado un flujo de calor convectivo de 56 Watts. De manera similar, los montajes de radiador (*Radiator*) tienen asignada una temperatura superficial de 75 °C. Es posible crear nuevos montajes personalizados y agregarlos a la biblioteca de montajes, como se explica más abajo.

## Insertar montajes

Para insertar un montaje es necesario ir al nivel Edificio (si el análisis CFD es externo) o Bloque (si el análisis CFD es interno). Una vez en uno de esos niveles debe activar el comando **Posicionar montaje** en la barra de herramientas, en el menú *Editar*, o en el panel de *Información*.

Una vez activado el comando Posicionar montaje, puede ir al panel de **Opciones de dibujo** y seguir este procedimiento:

1. Seleccione el montaje requerido mediante la lista desplegable del campo Nombre. Aquí aparecen los montajes de la biblioteca predeterminada de DesignBuilder, los montajes creados en el modelo y los montajes importados.
2. Indique la separación, que es la distancia entre el plano de referencia del montaje y el plano del modelo seleccionado para posicionarlo.
3. Edite las dimensiones o los factores de escala si desea modificar el tamaño del montaje.
4. Haga clic en una superficie del modelo para posicionar el montaje. La dirección del montaje se ajustará automáticamente a la orientación de la superficie.
5. Mueva el cursor y haga nuevamente clic para definir la rotación del montaje y concluir la inserción del montaje. Si el montaje se intersecta con cualquier otro objeto en el modelo entonces no podrá ser insertado.

## Crear montajes y añadirlos a la biblioteca de Montajes

DesignBuilder permite al usuario crear sus propios montajes y agregarlos a la biblioteca de Montajes para usarlos en proyectos posteriores. El procedimiento recomendado es el siguiente:

**a)** Estando en el nivel Edificio o Bloque, dibuje los **bloques de componente** que serán incluidos en el montaje. No importa en cuál de los dos niveles se crea el montaje, pues luego será posible insertarlo en cualquiera de ellos.

**b)** Active el comando **Añadir montaje a la biblioteca**, en la barra de herramientas o desde el menú *Editar*.

**c)** En el panel de **Opciones de dibujo** asigne un nombre único al montaje y defina el Modo de creación. Hay tres opciones disponibles:

**1-Remplazar bloques con el montaje.** Los bloques de componente seleccionados se eliminan y son sustituidos por el montaje.

**2-Conservar bloques.** Los bloques de componente seleccionados permanecen en el modelo sin ser alterados.

**3-Eliminar bloques.** Los bloques de componente seleccionados se eliminan una vez creado el montaje, y no son sustituidos por el mismo.

**d)** Mueva el cursor sobre el modelo para seleccionar el plano que será usado como referencia para insertar el montaje posteriormente. Al pasar el cursor por los diferentes planos estos se resaltan en amarillo, y al hacer clic en uno de ellos queda seleccionado.

**e)** En el panel de Opciones de dibujo, bajo el encabezado Ajustes CFD predeterminados, seleccione el **Tipo de contorno térmico**. Hay tres opciones:

**1-Ninguno.** De manera predeterminada los bloques de componente que constituyen el montaje no actúan como contorno térmico.

**2-Temperatura.** De manera predeterminada los bloques de componente que constituyen el montaje representan condiciones de contorno CFD, en este caso definidas mediante una **temperatura superficial**. También puede definir el valor predeterminado de temperatura.

**3-Flujo de calor.** De manera predeterminada los bloques de componente que constituyen el montaje representan condiciones de contorno CFD, en este caso definidas mediante un **flujo de calor**. También puede definir el valor predeterminado de flujo de calor.

Tenga en cuenta que el tipo de contorno térmico y su valor correspondiente funcionarán como ajustes predeterminados en el nivel del montaje, y se heredarán a los bloques que constituyen el montaje. Sin embargo, no sobrescribirán los ajustes hechos en el nivel de cada bloque de componente.

**f)** Haga clic con el cursor sobre el montaje. Al hacerlo el montaje será creado y añadido a la biblioteca de montajes, y por lo tanto podrá agregarlo cuantas veces requiera al modelo.

## Exportar e importar bibliotecas de montaje

Si desea **exportar** los montajes creados en el modelo, con el fin de compartirlos y/o usarlos en otros proyectos, vaya al menú *Archivo > Exportar > Exportar biblioteca de montajes*. La biblioteca de montajes se guardará como un archivo con extensión ASL. Para **importar** en otro proyecto las bibliotecas de montajes que haya creado debe ir al menú *Archivo > Importar > Importar biblioteca de montajes*, y luego seleccionar el archivo correspondiente.

## Pestaña de datos CFD

Esta pestaña forma parte de los datos del modelo, pero se ha incluido en esta sección del manual de ayuda debido a que los datos que contiene aplican exclusivamente para los análisis CFD. Aquí se pueden definir manualmente las **condiciones de contorno** requeridas para llevar a cabo simulaciones con el módulo CFD. Hay tres tipos de condiciones de contorno, los cuales están disponibles en esta pestaña dependiendo del nivel u objeto en el que se encuentre:

- Condiciones de contorno de los propios **cerramientos y aberturas** del modelo, como las temperaturas superficiales y los caudales de aire por ventilación natural.
- Condiciones de contorno establecidas mediante **elementos superficiales CFD**, que se dibujan de la misma manera que las aberturas y pueden representar difusores de aire, rejillas de extracción, o áreas con una temperatura o flujo de calor.
- Condiciones de contorno asociadas a **bloques de componente y montajes**, que pueden representar una temperatura superficial o un flujo de calor.

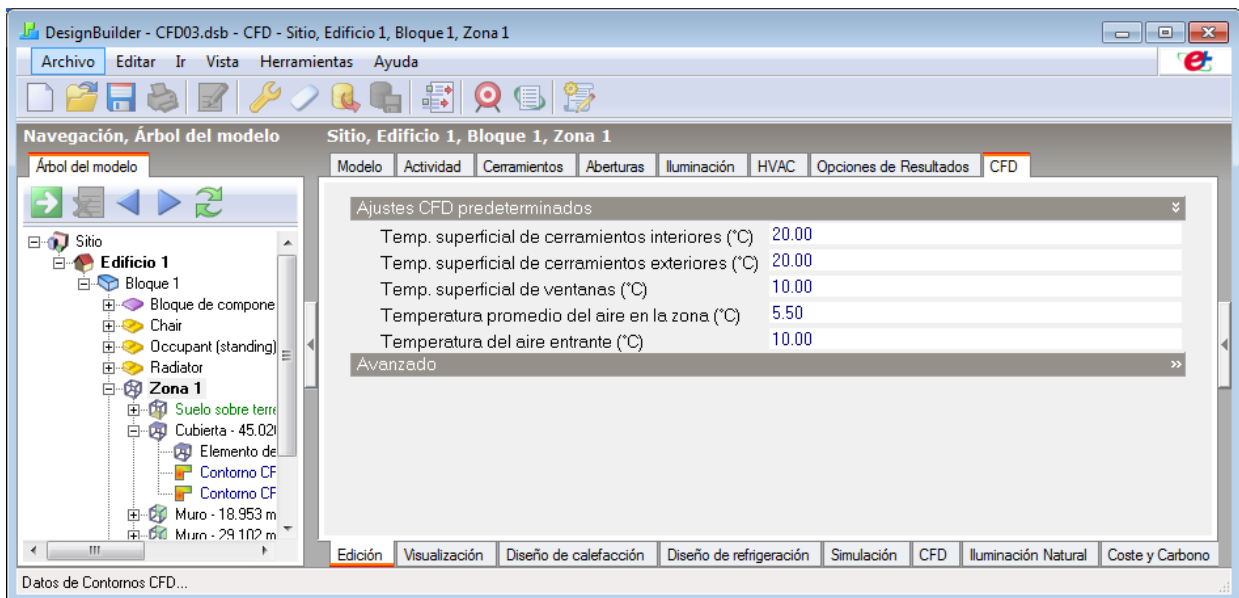
En las siguientes secciones se detalla cada uno de los parámetros relacionados con los tres tipos de condiciones de contorno CFD. Recuerde que estos datos no afectan las simulaciones llevadas a cabo con EnergyPlus.

**Notas:**

1. Gran parte de los datos explicados aquí se pueden editar de manera más eficiente mediante el **Editor de condiciones de contorno CFD**, al cual se puede acceder desde el menú Herramientas. En ese mismo diálogo es posible importar condiciones de contorno generadas mediante simulaciones previas con EnergyPlus.
2. Si ha importado datos de condiciones de contorno de una simulación con EnergyPlus, dichos datos aparecerán en los niveles Superficie y Abertura.

## Condiciones de contorno de cerramientos y aberturas

Esta categoría abarca las condiciones de contorno asociadas a los **cerramientos opacos** y las **aberturas** del modelo. La mayoría de estos datos se heredan desde el nivel Edificio hasta el nivel correspondiente, ya sea Zona, Superficie o Abertura.



### Temperatura superficial de cerramientos interiores

Es la temperatura superficial asignada a los cerramientos internos del edificio (particiones, suelos internos y techos), incluyendo las puertas y sub-superficies ubicadas en esos cerramientos. Se puede establecer desde el nivel Edificio hasta el nivel Superficie.

### Temperatura superficial de cerramientos exteriores

Es la temperatura superficial asignada a la parte interior de los cerramientos externos del edificio (muros, cubiertas y suelos exteriores), incluyendo las puertas y sub-superficies ubicadas en esos cerramientos. Se puede establecer desde el nivel Edificio hasta el nivel Superficie.

### Temperatura superficial de ventanas

Es la temperatura asignada a las superficies de las ventanas, tanto exteriores como interiores. Se puede establecer desde el nivel Edificio hasta el nivel Abertura.

## Temperatura promedio del aire en la zona

Es la temperatura promedio asignada al aire en la zona. Se puede establecer desde el nivel Edificio hasta el nivel Zona. Este parámetro aún no se usa en las simulaciones CFD, pero se planea usarlo en el futuro para garantizar que se consideran las mismas ganancias de calor convectivo tanto en esas simulaciones como en las de EnergyPlus.

## Temperatura del aire entrante

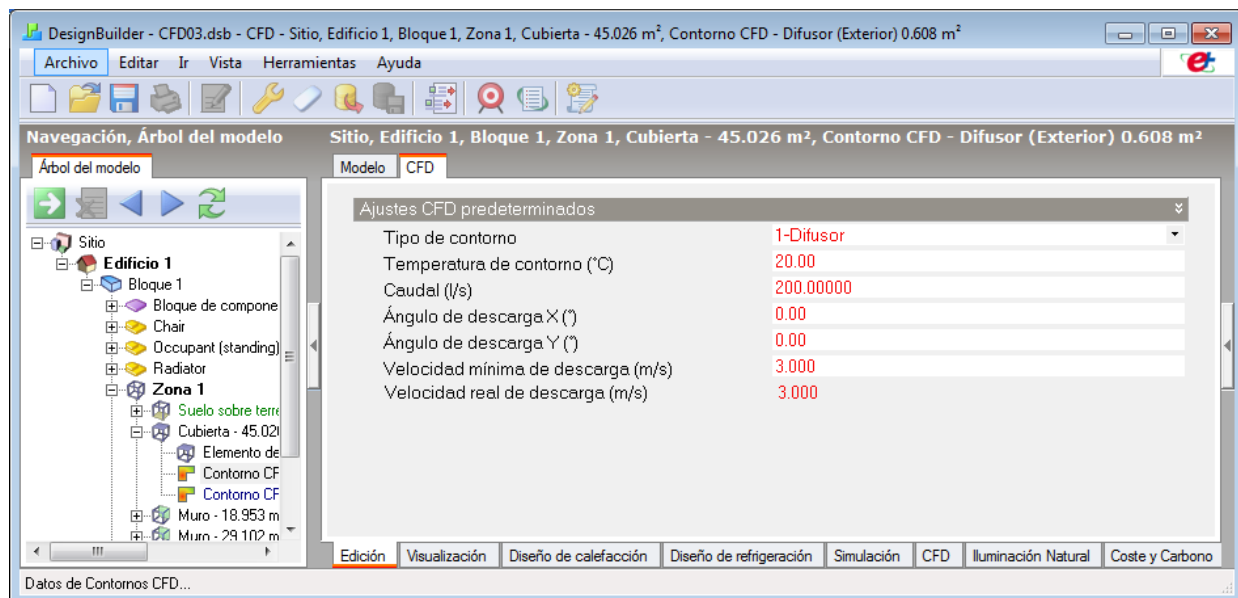
Es la temperatura asignada al aire que ingresa al espacio a través de ventanas, rejillas, puertas y huecos, cuando se considera la ventilación natural en las simulaciones CFD. Se puede establecer desde el nivel Edificio hasta el nivel Abertura.

## Caudal entrante y Caudal saliente

Son los caudales de aire que entran y salen a través de ventanas, rejillas, puertas y huecos, cuando se considera la ventilación natural en las simulaciones CFD. Estos parámetros solo se pueden definir en el nivel Abertura.

## Condiciones de contorno de elementos superficiales CFD

Esta categoría abarca las condiciones de contorno definidas mediante elementos superficiales CFD, los cuales se dibujan de la misma manera que las aberturas. En general se recomienda acceder a estos datos, y de ser necesario modificarlos, en el nivel del elemento superficial correspondiente.



## Tipo de contorno

Puede definir el **tipo de contorno** asignado al elemento superficial CFD. Para todos los cerramientos opacos del modelo se encuentran disponibles las siguientes opciones:

**1-Difusor.** Difusor de aire de impulsión del sistema HVAC.

**4-Rejilla de extracción.** Rejilla de extracción de aire del sistema HVAC.

**5-Temperatura.** Superficie a la que se le puede asignar una temperatura.

**6-Flujo de calor.** Superficie a la que se le puede asignar un flujo de calor.

Para las cubiertas y techos se dispone además de otros dos tipos de contorno CFD:

**2-Difusor de cuatro vías.** Difusor de aire de impulsión del sistema HVAC, con flujos en cuatro direcciones.

**3-Difusor de dos vías.** Difusor de aire de impulsión del sistema HVAC, con flujos en dos direcciones.

## Temperatura de contorno

Puede representar dos parámetros. Si el tipo de contorno es *Difusor* (opciones 1, 2 y 3), representa la temperatura del aire justo en la salida del difusor. Si el tipo de contorno es *5-Temperatura*, entonces representa la temperatura asignada al elemento superficial CFD.

## Caudal

Si el tipo de contorno es *1-Difusor*, *2-Difusor de cuatro vías* o *3-Difusor de dos vías*, representa el caudal del aire de impulsión asignado al difusor. Si el tipo de contorno es *4-Rejilla de extracción*, entonces representa el caudal del aire extraído.

## Ángulo de descarga X

Aplica solo para el tipo de contorno *1-Difusor*. Define la dirección de descarga sobre el eje X de la superficie, mediante un ángulo medido desde la normal interior de dicha superficie. Viendo el elemento superficial frontalmente desde el interior de la zona, cuando la dirección de descarga se orienta hacia la derecha el ángulo es positivo, mientras que si se orienta hacia la izquierda es negativo. Un ángulo de  $0^\circ$  indica una dirección de descarga perpendicular a la superficie.

## Ángulo de descarga Y

Aplica solo para el tipo de contorno *1-Difusor*. Define la dirección de descarga sobre el eje Y de la superficie, mediante un ángulo medido desde la normal interior de dicha superficie. Viendo el elemento superficial frontalmente desde el interior de la zona, cuando la dirección de descarga se orienta hacia arriba el ángulo es positivo, mientras que si se orienta hacia abajo es negativo. Un ángulo de  $0^\circ$  indica una dirección de descarga perpendicular a la superficie.

## Ángulo de descarga del difusor

Aplica solo para los tipos de contorno *2-Difusor de cuatro vías* y *3-Difusor de dos vías*, que únicamente se pueden ubicar en cubiertas y techos. Define el ángulo de descarga todas las salidas (dos o cuatro, dependiendo del tipo de difusor), medido desde la normal descendente de la superficie. Dicho en otras palabras, el ángulo se aplica en forma radial a cada una de las salidas disponibles.

## Dirección de descarga de difusor dos vías

Aplica solo para el tipo de contorno *3-Difusor de dos vías*. Permite definir el eje geométrico en cuya dirección se orientarán las dos salidas de aire del difusor.

## Velocidad mínima de descarga

Aplica para los tipos de contorno *1-Difusor*, *2-Difusor de cuatro vías* y *3-Difusor de dos vías*. Es la velocidad mínima de descarga de aire requerida justo en la salida del difusor. Su efecto depende del tipo de difusor:

- a) Tipo de contorno *1-Difusor*. Si el difusor es suficientemente pequeño para lograr una velocidad de descarga igual o superior al valor indicado aquí, se modelará con una sola salida de aire. En ese caso la velocidad de descarga real se calcula a partir del caudal y el área del difusor ( $Velocidad = Caudal / \text{Área}$ ). Por otro lado, si el difusor es tan grande que no se logra la velocidad mínima indicada aquí, entonces se modelará mediante un cierto número de salidas de aire. En este caso el área de las salidas de aire se calcula a partir del caudal y la velocidad mínima de descarga ( $\text{Área} = Caudal / Velocidad\ mínima$ ), considerando que cada salida puede tener una dimensión máxima de 0.20 x 0.20m.
- b) Tipos de contorno *2-Difusor de cuatro vías* y *3-Difusor de dos vías*. Estos tipos de difusores se modelan con cuatro o dos elementos de impulsión de aire, respectivamente. El área de cada uno de esos elementos se determina combinando el caudal de aire de impulsión con la velocidad mínima de descarga.

### Notas:

- 1. La velocidad mínima de descarga es un parámetro importante, ya que en conjunto con los ángulos de descarga de los difusores determina en gran medida los patrones de flujo de aire en el espacio.
- 2. DesignBuilder solo puede garantizar las velocidades de descarga mínimas en difusores ubicados en superficies alineadas con alguno de los tres ejes geométricos (X, Y o Z).

## Velocidad real de descarga

Aplica para los tipos de contorno *1-Difusor*, *2-Difusor de cuatro vías* y *3-Difusor de dos vías*. Es la velocidad real de descarga de aire, resultante de la relación entre el caudal de aire y el área final de los elementos de impulsión.

## Flujo de calor

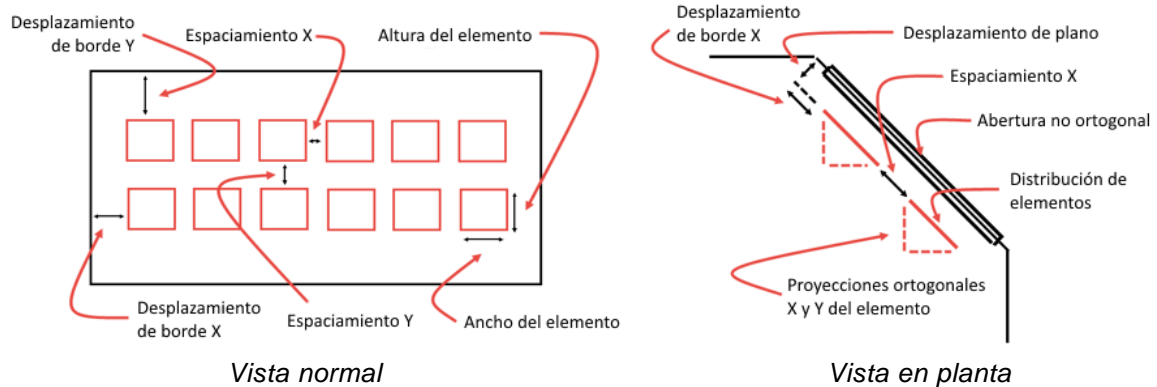
Aplica solo para el tipo de contorno *6-Flujo de calor*. Representa el flujo de calor asignado al elemento superficial CFD.

## Ajustes de contornos no ortogonales

Los contornos CFD para ventilación que no son ortogonales respecto a la malla requieren un tratamiento especial para minimizar los problemas asociados a un número insuficiente de celdas en las proximidades de los elementos superficiales CFD, principalmente el potencial estancamiento de los flujos de aire. Dicho tratamiento implica la creación automática de un conjunto de elementos a



lo largo del plano del contorno CFD, los cuales luego son proyectados sobre los planos X, Y y Z para conformar elementos ortogonales. Las siguientes figuras ilustran los parámetros involucrados:



Los parámetros se pueden definir en los niveles Edificio, Bloque y Zona, así como en el nivel Superficies de las superficies no ortogonales. En este caso aplica también el mecanismo de herencia jerárquica de datos de DesignBuilder.

### Ancho del elemento

El valor predeterminado de 1.0 significa que cualquier abertura con una dimensión igual o menor a 1.0 metros tendrá un elemento proyectado (distancia máxima desde la abertura de 0.9m, con un desplazamiento de 0.2m). Estos valores generalmente producen resultados razonables sin comprometer la estabilidad del cálculo.

### Altura del elemento

Aplica el mismo criterio que para el **Ancho del elemento**.

### Desplazamiento de plano

El desplazamiento de plano se emplea para alejar el contorno CFD de la superficie madre, de tal manera que quede inmerso en el espacio del dominio CFD. La razón de este parámetro es que en ciertos casos, dependiendo de la resolución de la malla CFD, el algoritmo que identifica las celdas sólidas puede generar un conflicto entre algunas celdas sólidas y los elementos superficiales, lo que podría ocasionar el estancamiento de los flujos de aire.

### Espaciamento X y Y

Distancia entre las celdas en las direcciones X y Y.

### Desplazamiento de borde X y Y

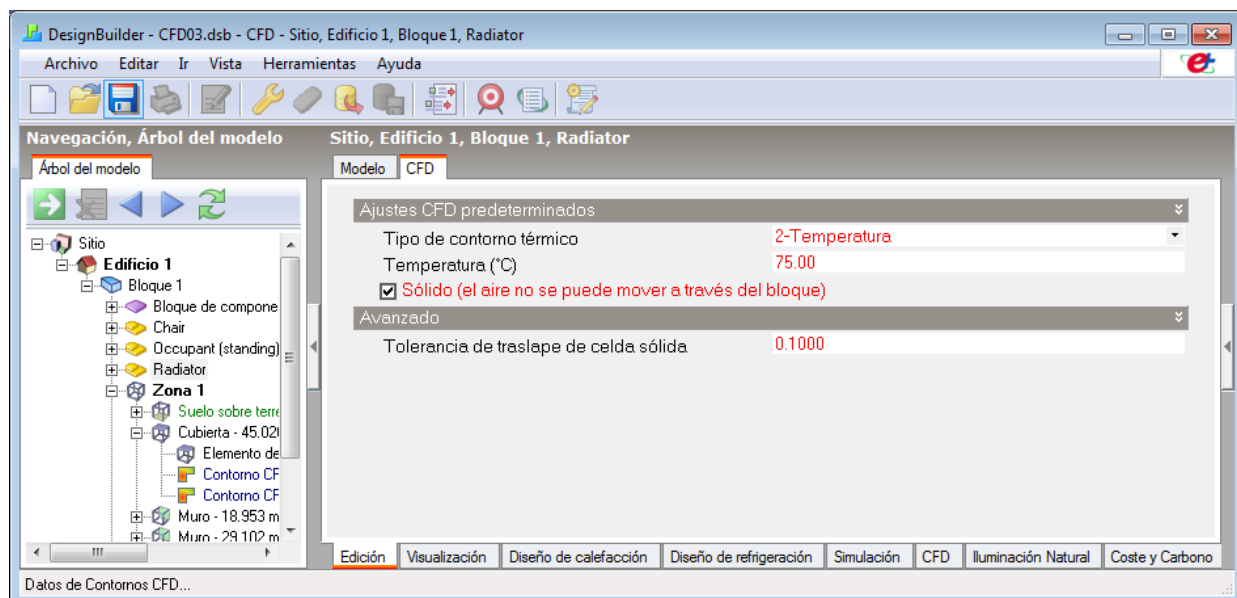
Distancia entre el borde del elemento superficial CFD y la primera celda, en las direcciones X y Y.

## Condiciones de contorno de bloques y montajes

Esta categoría abarca las condiciones de contorno definidas mediante **bloques de componente** y **montajes** dibujados en el nivel Bloque. En general se recomienda acceder a estos datos, y de ser necesario modificarlos, en el nivel del bloque de componente o montaje correspondiente.

Algunas condiciones de contorno de los **bloques de componente** se heredan desde los niveles Edificio y Bloque, pero para garantizar que las propiedades sean las correctas se recomienda ir al nivel específico del bloque de componente.

Para revisar y editar las condiciones de contorno de los **montajes**, también en la pestaña de datos CFD, es necesario ir al nivel del montaje, o bien de los bloques de componente que lo conforman. Las propiedades CFD establecidas para un montaje se heredan automáticamente a los bloques de componente que lo conforman, pero cada uno de esos bloques puede tener propiedades CFD específicas. Por otro lado, es importante tener en cuenta que las propiedades CFD se definen por “tipo de montaje”. Por ejemplo, si en el modelo hay varios montajes “*Occupant*”, y en uno de ellos se modifican las propiedades CFD, los cambios se aplicarán automáticamente a todas las demás instancias del mismo montaje.



### Tipo de contorno térmico

Puede definir el **tipo de contorno térmico** asignado al bloque de componente o montaje:

- 1-Ninguno.** Los bloques de componente y los montajes no actúan como contorno térmico.
- 2-Temperatura.** Los bloques de componente y los montajes representan condiciones de contorno CFD, en este caso definidas mediante una temperatura superficial.
- 3-Flujo de calor.** Los bloques de componente y los montajes representan condiciones de contorno CFD, en este caso definidas mediante un flujo de calor.

## Temperatura

Si ha seleccionado el tipo de contorno térmico *2-Temperatura*, puede especificar aquí la temperatura que será asignada a las superficies del bloque de componente o montaje. Esta temperatura se considera constante, es decir, sin variaciones en el tiempo.

## Flujo de calor (solo parte convectiva)

Si ha seleccionado el tipo de contorno térmico *3-Flujo de calor*, puede especificar aquí el flujo de calor que será asignado a las superficies del bloque de componente o montaje. Se asume que dicho flujo es exclusivamente la parte convectiva del flujo de calor total. La parte convectiva se puede calcular multiplicando el flujo de calor total por la **fracción convectiva**. Por ejemplo, si se está modelando una persona y asumimos que el flujo de calor total de dicha persona es de 108 W, y que la fracción convectiva es 0.5, la porción convectiva asignada al montaje será 56 W. Este flujo se considera constante, es decir, sin cambios en el tiempo.

En el caso de los montajes, el flujo de calor de los bloques de componente que los conforman puede ser tratado de dos maneras distintas, dependiendo de si dichos bloques heredan los datos de del nivel montaje o no:

- a) Cuando los bloques de componente heredan los datos del montaje al que pertenecen, en el nivel bloque de componente aparece el mismo valor de flujo de calor (con texto normal). Sin embargo, DesignBuilder no usa ese valor directamente, sino que considera que son para el montaje en su conjunto. El valor real para el bloque de componente resultará de reducir el valor global de acuerdo al ratio entre el volumen del bloque de componente y el volumen del montaje en su totalidad.
- b) Cuando el valor de flujo de calor se ingresa directamente en el nivel del bloque de componente, dicho valor es tomado directamente por DesignBuilder, distribuyendo el flujo de calor equitativamente en todas sus superficies. En este caso el valor de flujo de calor se muestra en rojo.

## Sólido (el aire no se puede mover a través del objeto)

Si se selecciona la casilla, el bloque o montaje será considerado como sólido y por lo tanto como una obstrucción al flujo del aire. En ocasiones es conveniente asignar una temperatura o un flujo de calor al bloque o montaje, pero dejar desactivada esta casilla para considerar que no representa una obstrucción al flujo del aire, por ejemplo, si estamos modelando un radiador de aletas o tubos.

## Avanzado

### Tolerancia de traslape de celda sólida

Este parámetro avanzado ofrece cierto control sobre la identificación de las celdas de la malla CFD que se considerarán adosadas a un montaje, y que por lo tanto se considerarán sólidas (asumiendo que el bloque o ensamble en sí se considera sólido).

La tolerancia de traslape es una fracción entre 0 y 1. El algoritmo empleado para identificar las celdas sólidas hace un barrido de abajo hacia arriba en el dominio CFD, creando en cada bloque o montaje un plano a la altura de cada centro de celda. Luego hace una verificación de las

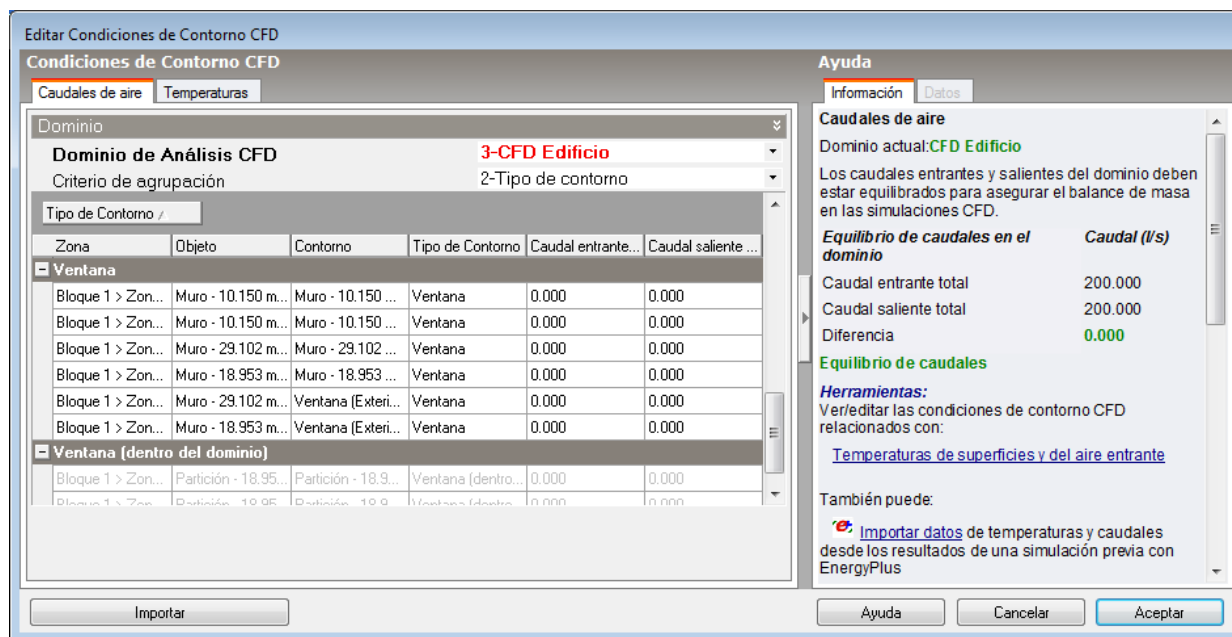
intersecciones resultantes entre las celdas y el objeto, en planta. Si la relación entre el área intersectada de la celda y el área total de la celda es mayor que el valor establecido aquí, entonces la celda se considera sólida.

## Editor de condiciones de contorno CFD

Si bien es posible revisar y editar las condiciones de contorno CFD desde la pestaña de datos CFD, esa tarea se puede hacer de manera más eficiente mediante el **Editor de condiciones de contorno CFD**. Dicho editor, que se puede abrir desde el menú *Herramientas*, o bien desde el panel de *Información* cuando se está en la pestaña de datos CFD (interfaz en modo aprendizaje) permite, entre otras cosas:

- Verificar y establecer las temperaturas superficiales asignadas a los cerramientos opacos y las aberturas del modelo.
- Verificar y establecer las temperaturas y flujos de calor asignados a los elementos superficiales CFD del modelo.
- Verificar y establecer los caudales de aire asignados a los difusores y a las rejillas de extracción, que forman parte del sistema de climatización mecánica.
- Verificar y establecer los caudales de aire asociados a la ventilación natural a través de ventanas, puertas, rejillas y huecos.
- Comprobar que los caudales totales de aire entrante y saliente se encuentren en equilibrio, lo cual es una condición indispensable para poder efectuar simulaciones CFD. Si no se da dicho equilibrio, es posible forzarlo de manera automática ajustando el caudal en un elemento seleccionado.

Adicionalmente, lo que constituye una de las funciones más potentes del módulo CFD de DesignBuilder, el editor permite importar las condiciones de contorno de los cerramientos y aberturas del modelo a partir de los resultados de una simulación previa con EnergyPlus.



## Dominio de análisis CFD

Con este comando puede seleccionar el dominio de análisis CFD:

- La **opción 0** (cero) corresponde al nivel actual, ya sea Edificio, Bloque o zona.
- La **opción 1** corresponde al nivel Edificio.
- Las **opciones 2** en adelante corresponden a los dominios de análisis CFD previamente establecidos.

Esto facilita la edición de las condiciones de contorno para dominios específicos, incluyendo el balance de caudales de aire en cada uno de esos dominios.

## Criterio de agrupación

Es posible seleccionar un **criterio de agrupación** de los datos, con el objeto de facilitar la exploración y edición de los mismos:

- 1-Ninguno.** Las condiciones de contorno se muestran en una lista simple, sin criterio de agrupación.
- 2-Tipo de contorno.** Los datos se agrupan de acuerdo al tipo de contorno, por ejemplo extracción, difusor, temperatura, o ventana.
- 3-Zonas y superficies.** Las condiciones de contorno se agrupan primero por zona y luego por superficie

En ocasiones la agrupación por tipo de contorno puede ser confusa, por lo que en esos casos se recomienda emplear otra de las opciones.

## Edición de condiciones de contorno

El dialogo del editor tiene dos pestañas, **Caudales de aire** y **Temperaturas**. A continuación se describe los parámetros que se pueden editar en cada una de esas pestañas.

### Caudales de aire

Estando en esta pestaña es posible revisar y editar los **caudales de aire** entrantes y salientes asociados a las aberturas (ventanas, puertas, rejillas y huecos), los difusores (todos los tipos) y las rejillas de extracción. Recuerde que cada uno de estos elementos debería tener un caudal entrante o un caudal saliente, pero nunca los dos al mismo tiempo.

### Equilibrio de caudales

En el panel de Información, a la derecha del diálogo, se muestra la verificación del equilibrio de los caudales entrantes y salientes en el dominio (condición necesaria para los cálculos CFD). Cuando hay alguna diferencia entre los caudales el valor de dicha diferencia se muestra en rojo. Entonces puede hacer manualmente los ajustes necesarios, o bien puede seleccionar una de las condiciones de contorno y luego hacer clic en el comando **Equilibrar caudales mediante elemento seleccionado**.

## Temperaturas

En esta pestaña es posible revisar y editar las temperaturas de las condiciones de contorno correspondientes. Hay una columna (Temperatura) para las **temperaturas superficiales**, y otra (Temperatura del aire) para las **temperaturas del aire que ingresa a la zona**. Estas últimas solo aplican para aberturas y difusores.

**Nota:** Si no existe caudal de aire a través de un elemento, entonces no es posible editar el valor de la temperatura del aire que ingresa a la zona.

### Temperatura promedio del aire en la zona

Es la temperatura promedio asignada al aire en la zona. Este parámetro aún no se usa en las simulaciones CFD, pero se planea usarlo en el futuro para garantizar que se consideran las mismas ganancias de calor convectivo tanto en esas simulaciones como en las de EnergyPlus.

### Temperatura exterior

Es la temperatura del aire exterior. Actualmente se usa solo como referencia.

## Importar condiciones de contorno de EnergyPlus

Es posible importar las condiciones de contorno de los cerramientos y aberturas del modelo a partir de los resultados de una **simulación previa** con EnergyPlus. Esto incluye las **temperaturas superficiales** de los cerramientos opacos, las aberturas y las sub-superficies, así como los **caudales de aire** entrante y saliente a través de ventanas, rejillas, puertas y huecos (cuando se ha empleado la opción de ventilación natural Calculada). Se trata de una función de gran utilidad, ya que permite definir los análisis CFD de manera fácil y consistente.

Para efectuar la importación de datos, después de hacer una **simulación adecuada** con EnergyPlus (ver abajo), puede hacer clic en el botón **Importar datos**, en la parte inferior izquierda del diálogo, o en el vínculo disponible en el panel de Información. Al hacerlo se abre un diálogo en el que debe definir los siguientes parámetros:

- **Intervalo.** Es el intervalo de datos a importar. Actualmente solo es posible importar datos en intervalo horario.
- **Tiempo (hora), Día y Mes.** Estos parámetros definen el momento exacto, dentro del periodo de simulación, del que serán extraídos los datos. La selección de ese momento es muy importante, ya que condiciona en gran medida las características del análisis CFD y los resultados que serán obtenidos. Por eso se recomienda explorar con detenimiento los resultados obtenidos con EnergyPlus antes de importar los datos.

**Nota:** Los datos importados serán los de la última simulación con EnergyPlus, y abarcan todos los resultados disponibles para el edificio, independientemente del alcance del dominio actual.

## Simulando con EnergyPlus para análisis CFD

Para los análisis CFD, DesignBuilder permite importar condiciones de contorno desde una simulación previa con EnergyPlus, incluyendo las siguientes:

- **Temperaturas superficiales** de los cerramientos opacos (por ejemplo muros, particiones, cubiertas, suelos.), las aberturas (ventanas, puertas, rejillas) y las sub-superficies.
- **Caudales de aire** entrante y saliente a través de ventanas, rejillas, puertas y huecos (cuando se ha empleado la opción de ventilación natural Calculada).

Sin embargo, es importante que las simulaciones con EnergyPlus cumplan con las características adecuadas para que los resultados sean útiles en los análisis CFD. La siguiente es una lista de los principales pasos y recomendaciones para desarrollar dichas simulaciones:

1. Si el análisis CFD incluye la ventilación natural, entonces debe efectuar la simulación con la opción de ventilación natural **Calculada**, teniendo cuidado de hacer los ajustes adecuados al modelo. En este caso la opción de ventilación natural **Programada** no es útil, pues no permite calcular caudales de aire a través de aberturas individuales.
2. Debido a que los cálculos CFD no consideran caudales de aire por infiltración, es recomendable desactivar la casilla Infiltración en la pestaña de datos de Cerramientos. Esto permitirá conseguir más fácilmente el equilibrio de los caudales entrantes y salientes, condición necesaria para los análisis CFD, además de agilizar la simulación con EnergyPlus. Sin embargo, para las simulaciones de invierno es posible que sea necesario incluir la infiltración si ésta tiene un impacto significativo en el desempeño térmico del edificio.
3. Debe desactivar la opción del modelo **Agrupar ventanas similares en una superficie**, para garantizar que se obtendrán datos de todas las ventanas existentes en el modelo.
4. Active la generación de resultados de simulación que son necesarios para los análisis CFD, en la pestaña de **Opciones de resultados**:
  - Almacenar resultados de superficies
  - Almacenar resultados de aberturas y sub-superficies
  - Temperatura superficial interior
  - Caudal de aire entrante
  - Caudal de aire saliente

Se recomienda solicitar estos resultados sólo para el nivel que tendrá incidencia en el análisis CFD, ya sea el nivel Edificio o el nivel de un Bloque o Zona específicos, de tal manera que no se generen resultados innecesarios que solo incrementarían el tamaño del archivo DesignBuilder. Para ello, ANTES de activar los resultados indicados arriba debe ir al nivel correspondiente.

5. Una vez realizados los pasos anteriores, efectúe la simulación con EnergyPlus para el periodo adecuado (en este caso generalmente no se recomienda hacer simulaciones anuales) solicitando resultados en intervalo horario o sub-horario. Luego verifique que los resultados son acordes con lo que se esperaría para el periodo simulado.
6. Revise los resultados horarios para identificar el momento adecuado para el análisis CFD, tomando en cuenta las condiciones ambientales en las zonas, las temperaturas superficiales y los caudales de aire. Por ejemplo, se recomienda revisar que los caudales del aire se mueven en la dirección adecuada.
7. Prepare el modelo para el análisis CFD, incluyendo el posicionamiento y definición de los bloques de componente, los montajes y los elementos superficiales requeridos. Se recomienda revisar que el calor convectivo total asociado a las ganancias internas consideradas en la



simulación coincida con el calor convectivo total considerado en el análisis CFD (modelado mediante los bloques de componente, montajes y elementos superficiales).

8. En el **Editor de condiciones de contorno CFD** importe los datos obtenidos con la simulación, haga los demás ajustes requeridos (por ejemplo equilibrar los caudales de aire) y proceda con los cálculos CFD. Es recomendable que los resultados CFD coincidan razonablemente bien con los resultados de EnergyPlus.

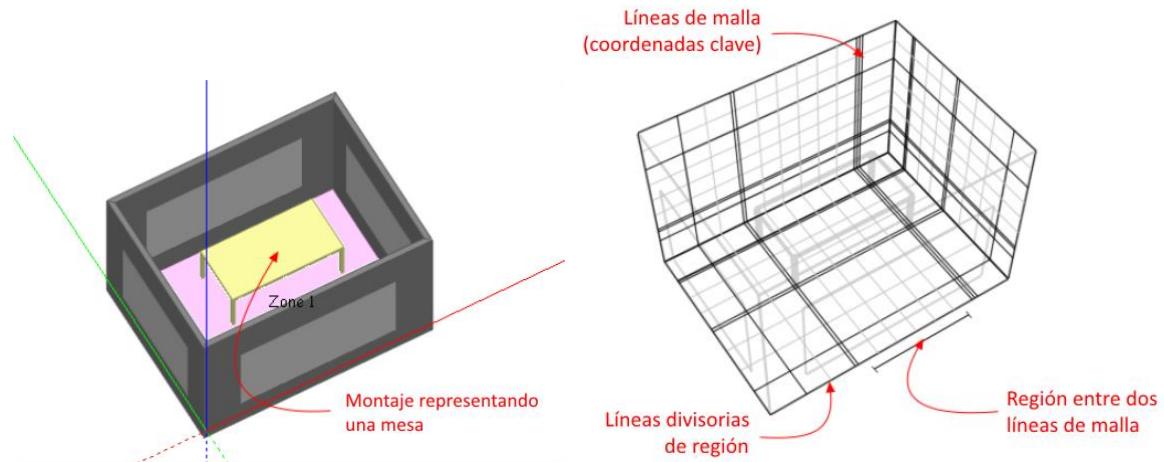
**Nota:** Si bien EnergyPlus calcula los caudales de aire a través de aberturas internas, DesignBuilder los ignora en los análisis CFD y los calcula con un método más preciso, tomando en cuenta las presiones y velocidades del aire. Eso significa que los caudales de aire a través de aberturas internas calculados por el módulo CFD no coincidirán exactamente con los caudales calculados por EnergyPlus. En cambio, los caudales de aire a través de aberturas exteriores son siempre respetados por el módulo CFD.

### 11.3. Criterios geométricos de la malla CFD

El método CFD de DesignBuilder requiere primero establecer un **dominio**, el cual abarca el espacio o espacios que serán incluidos en el análisis. Luego el dominio se divide en un cierto número de celdas adyacentes no traslapadas, conocidas en conjunto como **malla de volumen finito**, de acuerdo a los siguientes criterios:

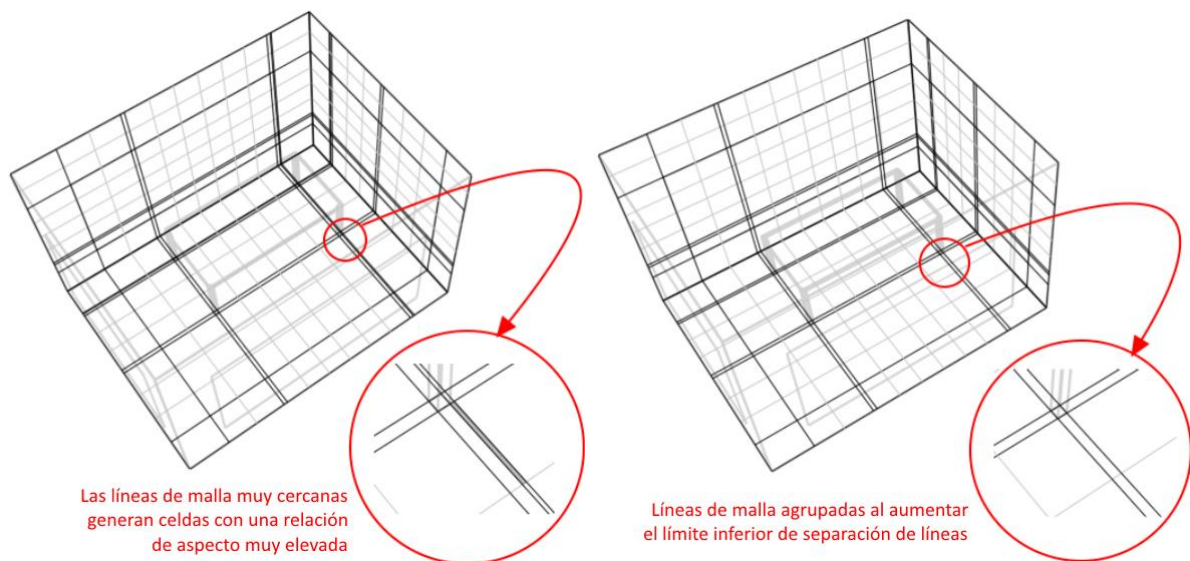
- La malla de volumen finito se genera automáticamente en el momento de iniciar un análisis CFD, pero algunas de sus características se pueden **editar** posteriormente.
- Para crear la malla el programa primero identifica todos los vértices de los objetos contenidos en el modelo, y desde esos vértices genera un conjunto de coordenadas clave. Las coordenadas clave, también conocidas como **líneas de maya**, se proyectan en el dominio siguiendo los ejes X, Y y Z.
- Al área entre dos líneas de malla se le denomina **región de malla**. Cada región de malla se subdivide a su vez mediante un conjunto de líneas, separadas por una **distancia de espaciamiento**, para terminar de generar las celdas que conformarán la malla de volumen finito.
- La malla empleada por el módulo CFD de DesignBuilder es Cartesiana, rectilínea y no-uniforme. Eso significa que las líneas de la malla son siempre paralelas a los principales ejes geométricos (X, Y y Z), y que el espaciamiento entre ellas puede ser irregular.

La siguiente imagen la malla de volumen finito generada para un espacio simple que contiene una mesa. En este caso se ha empleado un valor de espaciamiento de 0.3 metros. Se puede observar como los vértices de las ventanas también generan líneas de malla.

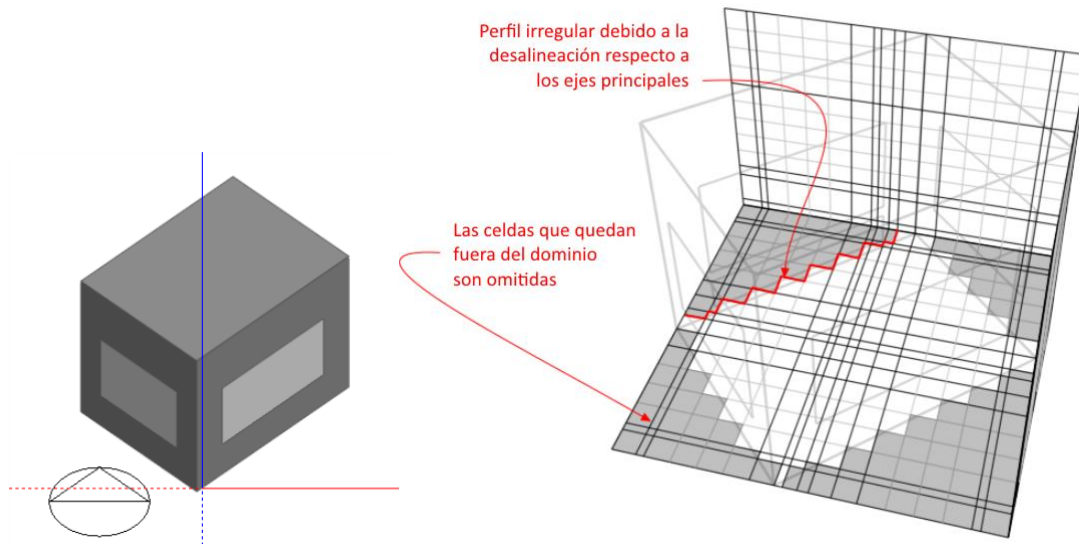


De manera predeterminada las regiones de malla son subdivididas empleando un valor de espaciamiento tan cercano como sea posible al valor establecido por el usuario. En el ejemplo anterior se observa que los vértices de la mesa generan regiones de malla bastante estrechas, aunque dentro de un rango razonable. Sin embargo se debe tener en cuenta que las regiones muy estrechas generan celdas con una relación de aspecto elevada, lo cual puede llevar a soluciones CFD inestables y no convergentes. Un gran número de líneas de malla puede además producir mallas muy complejas, aumentando considerablemente el tiempo de simulación y los recursos computacionales requeridos. Debido a los dos puntos anteriores es importante evitar, en la medida de lo posible, montajes muy detallados y/o complejos en los modelos.

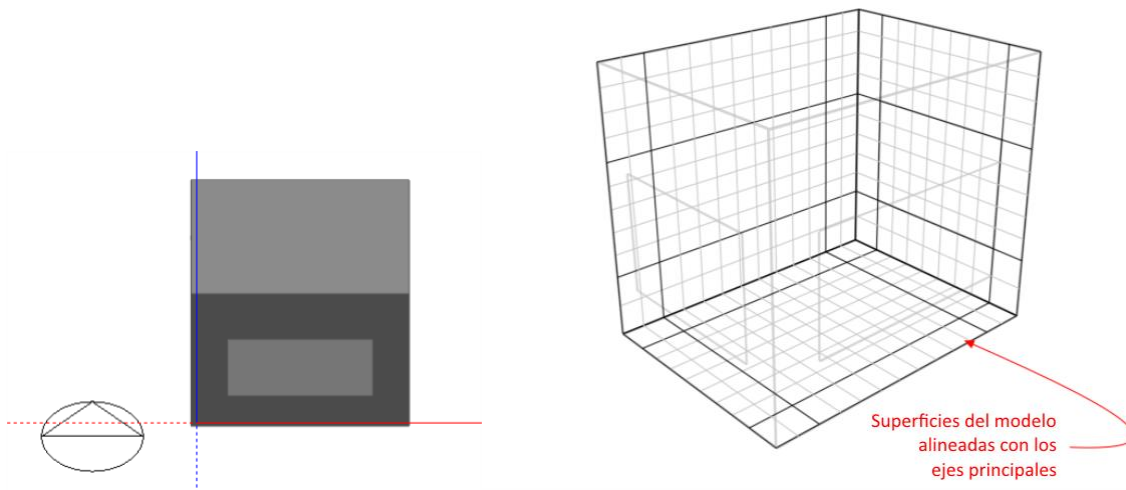
Si no es posible evitar regiones de malla muy estrechas, las líneas de malla adyacentes se pueden agrupar cuando quedan por debajo de un **límite inferior de separación de líneas**. Ese valor se especifica en el diálogo **Nuevo análisis CFD**. Siguiendo el mismo ejemplo de arriba, si la mesa se ubica muy cerca del borde de la ventana podría producir regiones de malla demasiado estrechas. Este problema se puede evitar creando un nuevo análisis y aumentando el límite inferior de separación de líneas. De esa manera, las líneas que quedan a una distancia inferior al valor especificado se omiten y se generan celdas menos estrechas.



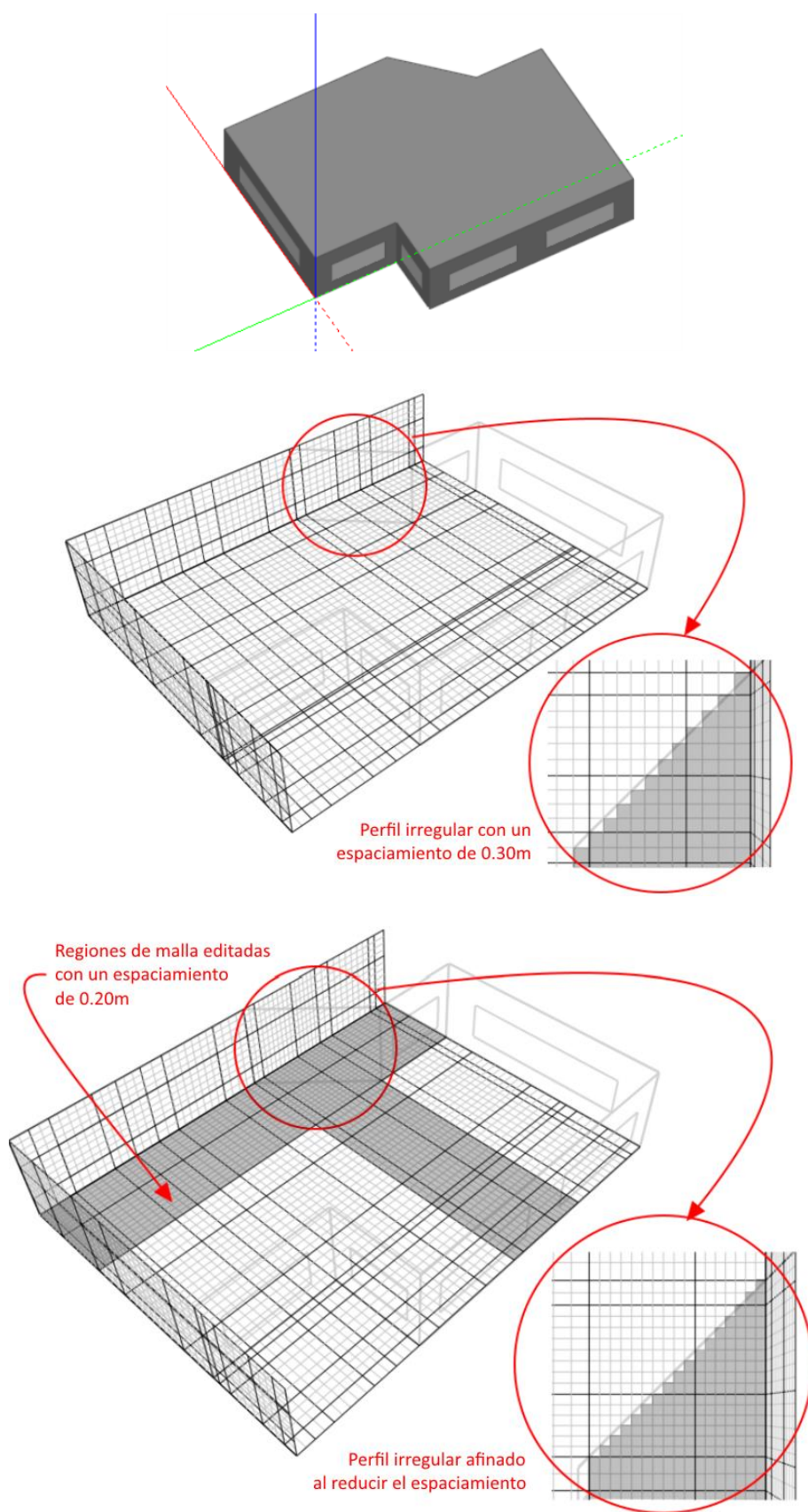
Otro criterio geométrico importante es que, dada la naturaleza estrictamente rectilínea de la malla de volumen finito, cuando hay elementos geométricos irregulares (por ejemplo no alineados con los ejes principales) las celdas que quedan parcialmente fuera del dominio son excluidas. Esto puede generar un efecto de “sierra” en los planos de resultados CFD, como se aprecia en el siguiente ejemplo en el que el modelo se encuentra rotado 45° respecto a los ejes geométricos:



Para evitar esta situación, una primera estrategia es rotar el modelo de tal manera que las superficies del modelo coincidan con los ejes geométricos, como se muestra en las siguientes imágenes. En este caso ya no hay perfiles irregulares:



Sin embargo, en ocasiones esta solución no es suficiente, sobre todo cuando la geometría del modelo es irregular. En esos casos es posible mejorar la precisión de los bordes irregulares empleando la herramienta **Editar malla CFD** para reducir el espaciamiento de las líneas de subdivisión de la malla en las regiones en las que hay una geometría irregular. Las siguientes imágenes ilustran este recurso:



## 11.4. Iniciar los análisis CFD

En esta sección se explican los procedimientos para iniciar los análisis CFD, tanto externos como internos, así como los ajustes básicos correspondientes. Una vez iniciado un análisis, y antes de ejecutar las simulaciones CFD, es posible hacer algunos ajustes más detallados, por ejemplo [editar la malla CFD](#) o [definir puntos de monitoreo](#). También es importante revisar la sección correspondiente al [Administrador de análisis CFD](#), que permite iniciar nuevos análisis, o bien abrir o eliminar análisis existentes.

### Iniciar un análisis CFD externo

Para iniciar un **análisis CFD externo** es necesario ir al nivel Sitio (estar en cualquier otro nivel inferior llevaría a iniciar un análisis CFD interno), y luego hacer clic en la pestaña de análisis CFD. A continuación se describen los parámetros necesarios para definir el nuevo análisis.

#### Nombre

Especifique el nombre del análisis CFD externo. Este nombre es importante para identificar los diferentes análisis que haga en un mismo modelo, y para cargar los resultados CFD correspondientes.

#### Tipo de malla

En los análisis CFD externos es posible seleccionar los siguientes tipos de malla:

**1-No uniforme.** DesignBuilder trata de establecer una malla uniforme, de acuerdo al valor de **Espaciamiento predeterminado**, pero admite excepciones para garantizar que las líneas de la malla coincidan con los bordes del modelo. Para ello se generan variaciones en la configuración



de la malla, a partir del valor de **Límite inferior de separación de líneas**. Esta es la opción predeterminada para los análisis CFD externos, y la única para los análisis CFD internos.

**2-Uniforme.** La malla se define mediante celdas cubicas de dimensiones fijas, de acuerdo al valor de **Espaciamiento de malla**, por lo que las líneas de la malla pueden no coincidir con los bordes del modelo. Esta opción se recomienda para modelos muy grandes y/o complejos, ya que garantiza mejor la convergencia de los cálculos CFD.

## Espaciamiento de malla

Cuando se emplea el tipo de malla *1-No uniforme*, DesignBuilder dividirá las diferentes regiones de la malla CFD tratando de respetar este valor, con el objeto de generar el conjunto de celdas de la malla. El valor será ajustado, sin embargo, para que la malla se adapte a los bordes del modelo. Cuando se emplea el tipo de malla *2-Uniforme* (solo en análisis de CFD externos), la malla se generará ajustándose a este valor, sin tomar en cuenta los bordes del modelo.

## Límite inferior de separación de líneas

Un problema común cuando se crea la malla CFD es la generación de celdas con una elevada relación de aspecto, las cuales pueden provocar problemas de estabilidad y convergencia. Con el objeto de evitar este problema, las líneas de malla que se encuentran muy próximas entre sí se pueden unificar. Para ello se emplea el parámetro **Límite inferior de separación de líneas**. Las líneas de malla que se encuentran a una distancia igual o menor a este valor serán omitidas para unificar las celdas adyacentes.

## Viento

### Velocidad

Especifique la **velocidad libre** del viento, en m/s. Se considera una velocidad libre medida a 10 metros sobre el nivel del terreno.

### Dirección

Especifique la **dirección de la cual proviene el viento**, mediante un ángulo medido desde el norte en sentido de las manecillas del reloj. El valor predeterminado es 270°, que indica que el viento proviene del oeste.

### Exposición

Especifique el nivel de exposición del edificio al viento, eligiendo una de las siguientes opciones de la lista desplegable:

**1-Campo abierto.** Muy expuesto.

**2-Suburbano.** Medianamente expuesto.

**3-Urbano.** Poco expuesto.

La velocidad libre del viento (ver arriba) se ajusta en el dominio de acuerdo a la altura sobre el nivel del terreno y las características del sitio, mediante una aproximación empírica. Los perfiles de

viento empleados por DesignBuilder se calculan mediante la siguiente fórmula (obtenida de ASHRAE Fundamentals “Airflow around buildings”):

$$U_{(h)} = U_{met} \left( \frac{\delta_{met}}{h_{met}} \right)^{a_{met}} \left( \frac{h}{\delta} \right)^a$$

Dónde:

$U_{(h)}$  = Velocidad del viento (m/s) a la altura  $h$  (m)

$U_{met}$  = Velocidad del viento medida a 10m sobre el nivel del terreno

$\delta_{met}$  = Espesor de la capa de aire meteorológica del sitio

$a_{met}$  = Exponente para el sitio meteorológico

$h_{met}$  = Medición de altura meteorológica (10m)

$h$  = Altura sobre el nivel del terreno (m)

La siguiente tabla muestra los valores de exponente y espesor de la capa de aire, para los diferentes niveles de exposición al viento:

Exposición	a	$\delta$ (m)
Campo abierto	0.14	270
Suburbano	0.22	370
Urbano	0.33	460

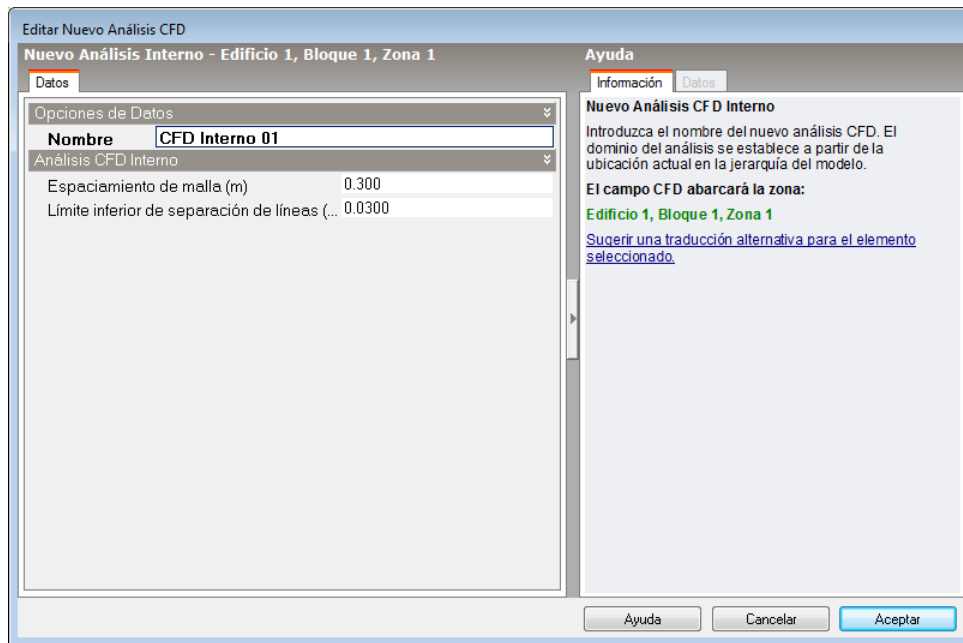
## Factores del dominio

Puede modificar los factores de **longitud**, **anchura** y **altura** que definen la extensión del dominio CFD. Estos factores se multiplican por las dimensiones generales del modelo para establecer el volumen de aire exterior que será incluido en el análisis CFD. Los factores predeterminados son 3.0 para la longitud y la anchura, y 2.0 para la altura. Esos valores implican que el dominio será tres veces más grande que el modelo en longitud y anchura, y dos veces en altura.

## Iniciar un análisis CFD interno

Para iniciar un análisis CFD interno es necesario estar en el nivel Edificio, Bloque o Zona, y luego hacer clic en la pestaña de análisis CFD. Al hacerlo se abre el diálogo Nuevo análisis interno. A continuación se describen los parámetros necesarios para definir el nuevo análisis.





### Nombre

Especifique el nombre del análisis CFD interno. Este nombre es importante para identificar los diferentes análisis que haga en un mismo modelo, y para cargar los resultados CFD correspondientes.

### Espaciamiento de malla

DesignBuilder dividirá las diferentes regiones de la malla CFD tratando de respetar este valor, con el objeto de generar el conjunto de celdas de la malla. El valor será ajustado, sin embargo, para que la malla se adapte a los bordes del modelo.

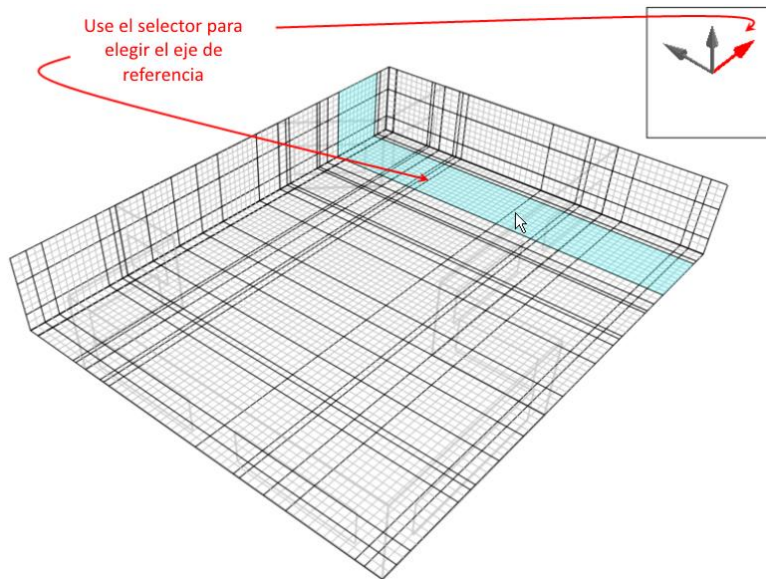
### Límite inferior de separación de líneas

Un problema común cuando se crea la malla CFD es la generación de celdas con una elevada relación de aspecto, las cuales pueden provocar problemas de estabilidad y convergencia. Con el objeto de evitar este problema, las líneas de malla que se encuentran muy próximas entre sí se pueden unificar. Para ello se emplea el parámetro **Límite inferior de separación de líneas**. Las líneas de malla que se encuentran a una distancia igual o menor a este valor serán omitidas para unificar las celdas adyacentes.

## 11.5. Editar malla CFD

Una vez se ha establecido el nuevo análisis, y antes de iniciar los cálculos, es posible editar la malla CFD generada automáticamente. Para ello es necesario activar la herramienta **Editar malla CFD**, desde el panel de Ayuda, la barra de herramientas o el menú *Herramientas*. Cuando se selecciona la herramienta, el edificio se muestra en modo alámbrico, mientras que las líneas que definen las regiones de la malla se muestran en gris oscuro y las líneas que definen las celdas CFD se muestran en gris claro. Si se pasa el cursor por las diferentes regiones estas se resaltan

en cian, y al hacer clic sobre una de ellas la región queda seleccionada y resaltada en rosa. Para seleccionar regiones asociadas a otro eje geométrico, éste se puede activar en el **Selector de eje** que aparece en la parte superior derecha de la pantalla.



Una vez seleccionada una región CFD, en el panel Opciones (debajo del árbol del modelo) aparece la pestaña **Editar malla CFD**. Ahí es posible definir los siguientes parámetros:

## Operación

Puede seleccionar una de las siguientes operaciones a efectuar:

- 1-Editar región.** Permite cambiar el método de espaciamiento de la región seleccionada.
- 2-Insertar región.** Permite insertar una nueva coordenada dentro de la región seleccionada, en un punto específico, para generar una región adicional.
- 3-Eliminar región.** Esta opción solo aparece se selecciona una región previamente insertada (ver opción 2), y permite eliminar dicha región.

## Coordenadas inicial y final

Estos campos, que no se pueden modificar, indican la coordenada inicial y la coordenada final de la región seleccionada. Pueden servir como referencia, por ejemplo, para insertar nuevas regiones en el dominio CFD.

## Nueva coordenada

Si se selecciona la opción **2-Insertar región** aparece este campo, que le permite especificar el punto de la coordenada que definirá la región a insertar. El punto predeterminado es el centro entre las coordenadas inicial y final de la región. Puede indicar un valor distinto, pero recuerde que este debe ubicarse siempre entre dichas coordenadas inicial y final.

## Método de espaciamento

Si se selecciona la opción *1-Editar región* o *2-Insertar región* es posible seleccionar uno de los siguientes métodos de espaciamento para generar las celdas CFD:

**1-Ninguno.** La región no se subdivide en celdas.

**2-Uniforme.** La región se divide en un número determinado de celdas, cuya dimensión será lo más cercana posible a la Dimensión de espaciamento (ver abajo).

**3-Ley potencial incremento.** La separación de cada línea de subdivisión de la malla se **incrementa**, desde el inicio de la región, mediante una potencia de espaciamento. La coordenada de cada línea de subdivisión se define mediante la siguiente ecuación:

$$x_i = L * (i/n)^{\text{potencia}} + x_s$$

Dónde:

$x_i$  = Coordenada de la línea de subdivisión  $i$

$i$  = Índice de la línea de subdivisión, contado desde el inicio de la región

$L$  = Longitud de la región

$n$  = Número de subdivisiones

$x_s$  = Coordenada del inicio de la región

**4-Ley potencial decremento.** La separación de las líneas de subdivisión de la malla se **reduce**, desde el inicio de la región, mediante una potencia de espaciamento. La coordenada de cada línea de subdivisión se define mediante la siguiente ecuación:

$$x_i = L * [1 - (i/n)^{\text{potencia}}] + x_s$$

Dónde:

$x_i$  = Coordenada de la línea de subdivisión  $i$

$i$  = Índice de la línea de subdivisión, contado desde el inicio de la región

$L$  = Longitud de la región

$n$  = Número de subdivisiones

$x_s$  = Coordenada del inicio de la región

**5-Ley potencial simetría.** La separación de las líneas de subdivisión se **reduce simétricamente**, desde el centro de la región, mediante una potencia de espaciamento. La coordenada de cada línea de subdivisión se define mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Si } i \leq n/2, \text{ entonces: } x_i = L/2 * (2i/n)^{\text{potencia}} + x_s$$

$$\text{Si } i \geq n/2, \text{ entonces: } x_i = L/2 * [2 - (2i/n)^{\text{potencia}}] + x_s$$

Dónde:

$x_i$  = Coordenada de la línea de subdivisión  $i$

$i$  = Índice de la línea de subdivisión, contado desde el inicio de la región

$L$  = Longitud de la región

$n$  = Número de subdivisiones

$x_s$  = Coordenada del inicio de la región

## Dimensión de espaciamento

Si seleccionó el método de espaciamento *2-Uniforme*, puede indicar aquí la separación predeterminada de las líneas de subdivisión.

## Potencia de espaciamento

Si seleccionó uno de los métodos de espaciamento mediante ley potencial, puede indicar aquí la potencia empleada para determinar la separación de las líneas de subdivisión.

## Número de divisiones

Si seleccionó uno de los métodos de espaciamento mediante ley potencial, puede indicar aquí el número de divisiones que será aplicado a la región.

**Importante:** Después de hacer cualquiera de los ajustes anteriores es necesario hacer clic en el ícono Aplicar cambios: ✓

## Restablecer malla CFD

Si ha editado la malla CFD puede regresarla a su estado inicial mediante la herramienta **Restablecer malla CFD**. El comando se activa haciendo clic en el ícono correspondiente en la barra de herramientas, o bien desde el menú *Herramientas*.

## Información de malla CFD

Si desea revisar las propiedades de la malla CFD puede emplear la herramienta **Mostrar información de la malla CFD**, haciendo clic en el ícono correspondiente en la barra de herramientas, o bien desde el menú *Herramientas*. Al hacerlo se abre un diálogo que muestra el número de celdas en cada eje geométrico, la relación de aspecto máxima encontrada, la memoria requerida y la memoria disponible. Si la relación de aspecto máxima encontrada es mayor a 50 (valor máximo permitido), o si la memoria disponible es inferior a la memoria requerida, el dialogo indicará que la malla CFD no cumple con los requerimientos.

Estadísticas de la Malla	
Descripción	Datos
Número de Celdas en X	23
Número de Celdas en Y	18
Número de Celdas en Z	15
Relación de Aspecto Máxima	11.612
Memoria Requerida (MB)	0.8
Memoria Disponible (MB)	1916.1
Cumple con los requerimientos:	SI

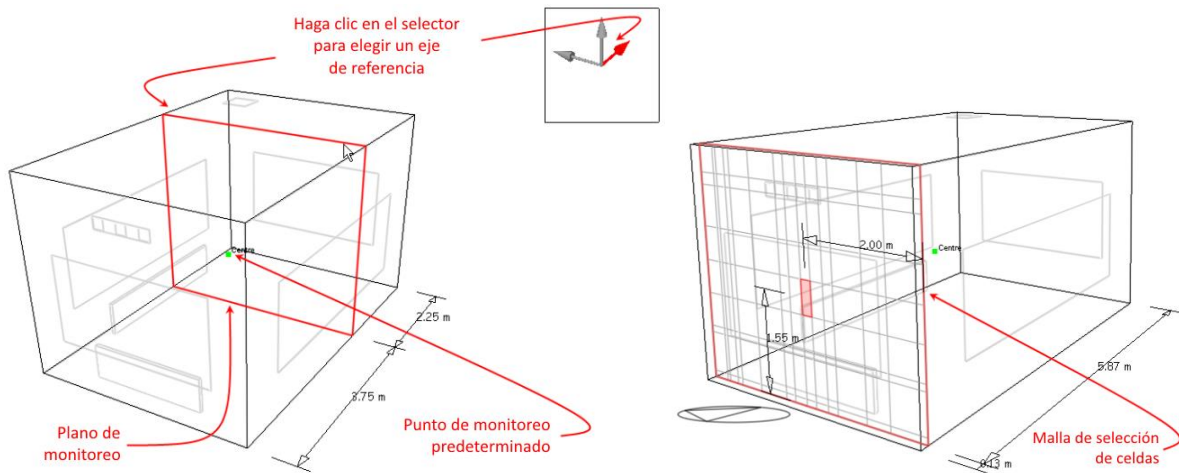
## 11.6. Definir puntos de monitoreo CFD

El proceso de simulación CFD es iterativo y se considera completo una vez se ha alcanzado la convergencia. El principal indicador de convergencia es que las ecuaciones de diferencias finitas de todas las celdas sean resueltas con los valores actuales de las variables dependientes. Sin

embargo, en ciertos casos es conveniente monitorear también los cambios de las variables dependientes en puntos específicos dentro del dominio CFD, para identificar cuándo se estabilizan. De hecho, suele ser aceptable dar por concluida la simulación CFD cuando se han estabilizado las variables dependientes, incluso si los residuales no han alcanzado sus valores de terminación.

Cuando se inicia un proyecto CFD, automáticamente se crea un punto de monitoreo que se ubica en el centro del dominio. Sin embargo la herramienta **Definir puntos de monitoreo CFD** permite establecer hasta 10 celdas de la malla CFD en las cuales monitorear las variaciones de las variables dependientes.

Después de activar dicha herramienta, ya sea desde la barra de herramientas o el menú *Herramientas*, en el dominio CFD se activa un **plano de monitoreo**, que es perpendicular al eje geométrico actualmente seleccionado (X, Y o Z) y se puede desplazar a lo largo de dicho eje. Puede fijar el plano de monitoreo moviendo el cursor hasta encontrar la posición deseada y luego haciendo clic con el ratón. A continuación, si mueve el cursor sobre el plano de monitoreo, puede seleccionar una de las celdas existentes haciendo nuevamente clic con el ratón. Una vez seleccionada la celda, que queda resaltada en rojo, en el panel Celda (debajo del árbol del modelo) debe especificar un nombre y luego hacer clic en el ícono **Aplicar cambios**. El nuevo punto de monitoreo se habrá agregado al dominio CFD.



Puede eliminar o cambiar el nombre de un punto de monitoreo existente si selecciona su plano correspondiente, y luego la celda en la que se ubica. Entonces en el panel Celda se muestran las opciones que se describen a continuación.

## Operación

Puede seleccionar una de las siguientes opciones de la lista desplegable:

**1-Actualizar nombre.** Permite modificar el nombre del punto de monitoreo seleccionado, para facilitar su identificación.

**2-Eliminar punto.** Permite eliminar el punto de monitoreo seleccionado.

## Nombre del punto

Este campo aparece solo si ha seleccionado la opción *1-Actualizar nombre*. Puede ingresar un nombre que le ayude a identificar fácilmente el punto de monitoreo.

### Notas:

1. No olvide que debe hacer clic en el ícono **Aplicar cambios** para concluir las operaciones indicadas arriba.
2. Puede cancelar las operaciones indicadas arriba presionando la tecla **Escape (Esc)**, o bien seleccionando otra de las herramientas disponibles.

## 11.7. Opciones de cálculo CFD

Para iniciar la simulación CFD, una vez estando en la pantalla de análisis correspondiente, debe activar el comando **Iniciar cálculos CFD**, en el panel de Información, o el ícono **Actualizar cálculos** en la barra de herramientas.

Si al iniciar el cálculo se identifica algún problema con la generación de la malla CFD, entonces se abrirá el diálogo **Información de malla CFD**, mostrando el error. Hay tres errores posibles:

- **La relación de aspecto excede el límite.** En ese caso debe eliminar el análisis CFD actual y crear uno nuevo, reduciendo el espaciamiento de celdas predeterminado y/o aumentando el límite inferior de separación de líneas.
- **La memoria requerida excede la memoria disponible.** Debe eliminar el análisis actual y crear uno nuevo, aumentando el espaciamiento de celdas predeterminado y/o simplificando el problema en términos geométricos (por ejemplo reducir el número de montajes).
- **Flujo desequilibrado.** El caudal de aire especificado para los difusores no es igual al caudal especificado para las rejillas de extracción, o bien los caudales de aire que entran y salen a través de aberturas no coinciden. En este caso debe editar los caudales para lograr el balance de flujos.

Si no se encuentra algún error en la malla CFD, entonces se abre el diálogo **Opciones de cálculo**. Este tiene dos secciones principales: el panel de Opciones de cálculo y las gráficas de Residuos y monitoreo. A continuación se describen ambos elementos.

## Opciones de cálculo

### Descripción del cálculo

Bajo este encabezado se muestra el nombre del análisis actual. No es posible modificar este dato en el diálogo.

### Modelo de turbulencia

Puede elegir uno de los siguientes modelos de turbulencia:

- 1-**Viscosidad efectiva constante.** Se trata de un método muy simple, en el que la viscosidad molecular de las ecuaciones Navier-Stokes se reemplaza por una viscosidad efectiva constante

(generalmente entre 100 y 1000). Este modelo no puede simular turbulencias locales ni el transporte de turbulencia, pero es menos demandante y más estable que el modelo k-e.

**2-K-e.** Este es uno de los modelos de turbulencia más usados y validados. Pertenece al grupo de modelos conocidos como RANS (*Reynolds Averaged Navier-Stokes*), que implican reemplazar la velocidad instantánea de las ecuaciones de energía y Navier-Stokes con un componente promedio fluctuante. Las ecuaciones resultantes dan lugar a términos adicionales conocidos como tensiones de Reynolds y flujos de calor turbulentos. Las tensiones de Reynolds se reemplazan con términos que involucran velocidades instantáneas, donde las viscosidades moleculares son sustituidas por viscosidades efectivas. En las ecuaciones de energía se efectúan sustituciones similares. La viscosidad efectiva es la suma de la viscosidad molecular y una viscosidad turbulenta, que se deriva de la energía cinética de turbulencia y la tasa de disipación de energía cinética de turbulencia. Los términos K y  $\epsilon$  se derivan de ecuaciones diferenciales parciales que a su vez se derivan de manipulaciones de las ecuaciones Navier-Stokes.

## Método de discretización

Puede elegir uno de los siguientes métodos de discretización:

**1-Barlovento.** El proceso de cálculo implica reemplazar las ecuaciones diferenciales parciales por ecuaciones diferenciales finitas. Para ello se usa la formulación de la serie de Taylor, que produce un conjunto de ecuaciones diferenciales centrales. Aunque este método es físicamente realista en términos de difusión, no lo es en términos de convección, debido a su naturaleza unidireccional (las condiciones barlovento afectan a las condiciones sotavento, pero no a la inversa). El método barlovento calcula el término convectivo asumiendo que el valor de la variable dependiente en una celda es igual al valor en la parte barlovento de la interface de dicha celda.

**2-Híbrido.** Se trata de un método más demandante que el de barlovento, en términos computacionales, pero reduce la difusión numérica cuando hay valores altos del número  $Pe$ .

**3-Ley potencial.** Éste método suele ser más preciso que el híbrido, pero es aún más demandante en términos computacionales.

## Iteraciones

Puede establecer el **número máximo de iteraciones externas**, es decir, las que se producen en el bucle externo de cálculo iterativo (ver sección [Solución de problemas de convergencia](#)). La simulación CFD se dará por concluida cuando se alcance este valor, aun cuando no se haya logrado la convergencia.

## Isotérmico

Si selecciona esta casilla se asumirá que la temperatura es uniforme en todo el dominio CFD, y la ecuación de energía no será considerada en el cálculo.

## Transferencia superficial de calor

Si no se ha seleccionado la casilla Isotérmico, puede establecer una de las siguientes opciones respecto a la **Definición de los coeficientes de transferencia**:



**1-Calculados.** Los coeficientes de transferencia superficial de calor son calculados por el programa, mediante una función, si se ha seleccionado el modelo de turbulencia k-e.

**2-Definidos por el usuario.** En este caso es posible definir manualmente los coeficientes de transferencia superficial de calor para techos, muros y suelos. La transferencia de calor se calcula a partir de los coeficientes especificados, el área superficial de las celdas y la diferencia de temperatura entre la superficie y las celdas adyacentes.

## Coeficientes de transferencia superficial de calor

Si ha seleccionado la opción *2-Definidos por el usuario*, puede ingresar aquí los coeficientes de transferencia superficial de calor para techos, muros y suelos.

## Condiciones iniciales

En algunos casos es posible agilizar los cálculos CFD si se establecen unas condiciones iniciales cercanas a las que se espera obtener al final. En esta sección puede indicar las velocidades iniciales del aire en los ejes X, Y y Z, así como la temperatura inicial del aire en el dominio.

## Celda de monitoreo

En esta sección puede seleccionar la celda de monitoreo, así como la variable dependiente asociada a dicha celda que será mostrada en la **gráfica de monitoreo** (ver abajo), en el panel de información. Las siguientes son las variables dependientes disponibles:

- 1-Componente de velocidad X
- 2-Componente de velocidad Y
- 3-Componente de velocidad Z
- 4-Temperatura
- 5-Turbulencia KE
- 6-Tasa de disipación de turbulencia KE
- 7-Presión

## Gráfica de residuales

Los residuales son un indicador de cuanto se acercan los cálculos a la convergencia. Se trata de medidas del “error” total que aún queda en la solución. En esta sección puede seleccionar la masa y las variables dependientes cuyos residuales serán mostrados en la gráfica **Residuales**, en el panel de información:

- Masa
- Velocidad en el eje X
- Velocidad en el eje Y
- Velocidad en el eje Z
- Temperatura
- Turbulencia KE
- Tasa de disipación de turbulencia KE

La masa es un parámetro similar a las variables dependientes, pero se obtiene mediante un balance de masa con ecuación de continuidad en cada celda del dominio. El residual de masa es el indicador más importante para saber si el cálculo se acerca a la convergencia.

Los residuales no tienen unidades, y son normalizados para facilitar la comparación entre diferentes variables (ver sección **Residual de terminación**, más abajo).

**Nota:** Es importante usar también los puntos de monitoreo (ver arriba), ya que en conjunto con los residuales ofrecen un indicador más confiable del grado de convergencia.

## Controles de variable dependiente

Algunos modelos CFD podrían no alcanzar la convergencia con los valores de los parámetros de control predeterminados, en cuyo caso es necesario hacer cambios en el encabezado **Controles de variable dependiente**.

Los cálculos CFD involucran un esquema iterativo anidado, en el que las ecuaciones de la variable dependiente se resuelven de manera iterativa dentro de un bucle iterativo externo global (ver sección **Appendix - CFD Calculations and Convergence**). Los parámetros en este encabezado permiten controlar los cálculos iterativos internos de la variable dependiente.

### Iteraciones internas

Es el número de iteraciones empleadas en el cálculo de la variable dependiente.

### Paso de tiempo falso

El conjunto de ecuaciones de diferencias finitas se formula como una ecuación transitoria, aunque los cálculos representan esencialmente un instante en el tiempo. La razón de esta formulación es que el término transitorio funciona como un método de relajación muy eficaz, que puede retardar el cambio en las variables dependientes con el fin de lograr una solución más estable. El paso de tiempo falso es el intervalo de tiempo utilizado en el término pseudo-transitorio de la ecuación de la variable dependiente. Para los flujos con convección forzada, se calcula automáticamente un paso de tiempo falso “presumiblemente” óptimo para las velocidades. Sin embargo, para los flujos con convección normal se emplea un valor predeterminado de 0.2. La reducción del paso de tiempo falso permite ralentizar el cambio en la variable dependiente, lo cual puede ser útil para evitar soluciones inestables.

### Factor de relajamiento

Este parámetro se emplea en el método de relajación para permitir que solo una parte del valor calculado en la iteración actual sea asignada a la variable dependiente. Sin embargo, el método del paso de tiempo falso es el que se recomienda generalmente para lograr el relajamiento adecuado.

### Residual de terminación

El bucle de cálculo iterativo externo se repite hasta que las ecuaciones de diferencias finitas en todas las celdas son satisfechas por los valores actuales de las variables dependientes correspondientes, punto en el que se considera que el esquema ha convergido. El residual de la

variable dependiente es la cantidad residual máxima para la ecuación de balance en todas las celdas del dominio. Se considera que la solución ha convergido para cada variable dependiente cuando el residual es menor que el residual de terminación.

## Botones de control

El diálogo de opciones de cálculo CFD incluye una serie de botones, en la parte inferior, para controlar el inicio, pausa y terminación de los cálculos:

**Iniciar.** Con este botón se inicia el cálculo CFD (o se reinicia, en caso de que el cálculo haya sido puesto en pausa previamente).

**Pausa.** Con ese botón se pone en pausa el cálculo CFD. De esa manera el diálogo de opciones de cálculo se puede cerrar temporalmente para revisar los resultados parciales.

**Continuar.** Después poner en pausa el cálculo, con este botón se puede continuar el cálculo a partir del punto en el que se dejó.

**Restaurar.** Después poner en pausa el cálculo, con este botón se puede restaurar el proceso para empezar nuevamente desde cero. Por ejemplo si la solución muestra inestabilidad, y ha puesto en pausa el cálculo para cambiar el valor de paso de tiempo falso, entonces debe restaurar el cálculo.

## Gráficas de residuales y monitoreo

Las gráficas de residuales y monitoreo, disponibles en el diálogo de Opciones de cálculo CFD, permiten supervisar el progreso de las simulaciones CFD. De esa manera es posible verificar si los cálculos se dirigen hacia la convergencia o si es necesario hacer ajustes a las opciones de cálculo. La siguiente imagen muestra gráficas de residuales y monitoreo en las que se aprecia que el cálculo ha alcanzado la convergencia.

### Gráfica de residuales

La gráfica de residuales puede mostrar los residuales de masa, así como los residuales de cada una de las variables dependientes. Estos valores se actualizan al final de cada iteración del bucle de cálculo externo. Los elementos a mostrar en la gráfica se pueden seleccionar en el encabezado

**Gráfica de residuales** del diálogo de Opciones de cálculo CFD.

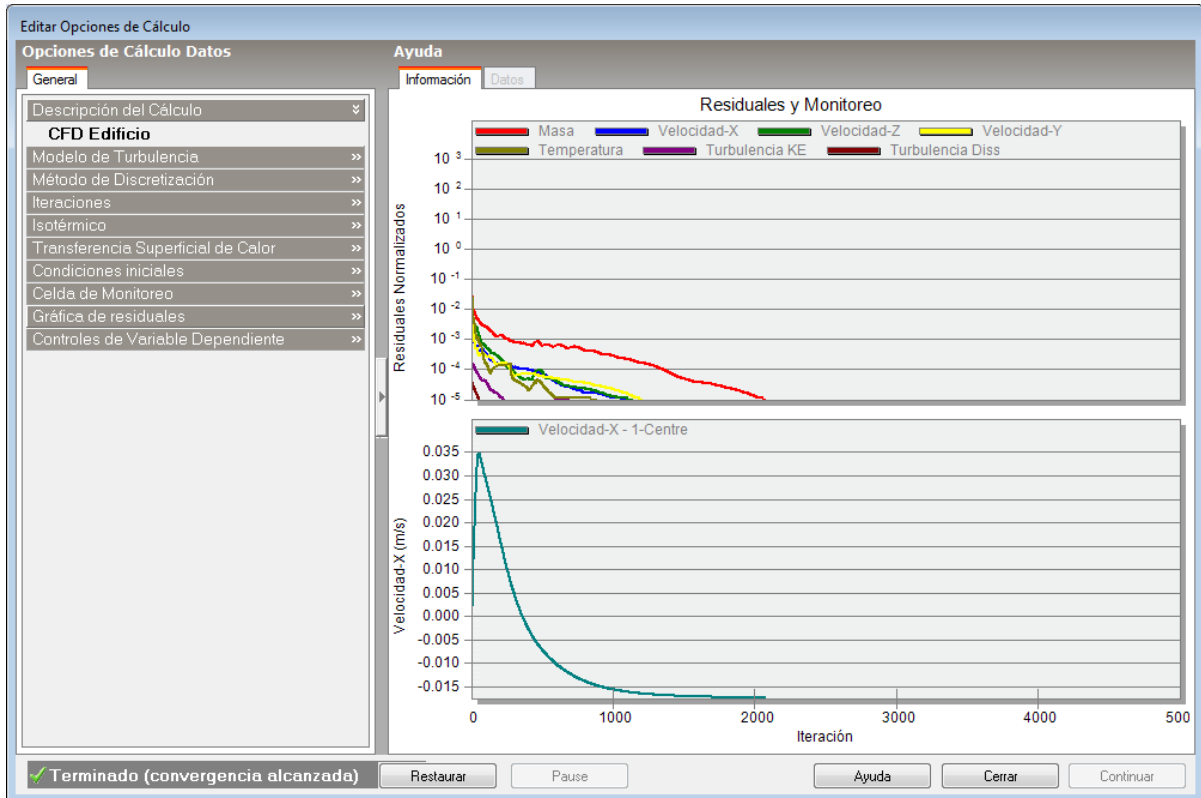
Puede emplear la gráfica de residuales para supervisar la convergencia general de la solución y para determinar si es necesario tomar alguna medida de corrección. Sin embargo, debe tomar en cuenta que los residuales pueden fluctuar bastante durante el proceso de cálculo, especialmente al inicio, por lo que para tener una idea razonablemente buena sobre la convergencia general debe esperar a tener varios cientos de iteraciones. Si después de esas iteraciones nota que los residuales siguen fluctuando de manera marcada, o incluso que se incrementan, es posible que requiera detener el cálculo y hacer ajustes (ver sección [Solución de problemas de convergencia](#)).

### Gráfica de monitoreo

La gráfica de monitoreo muestra la variación de una de las variables dependientes en una determinada celda de monitoreo (ver sección [Definir puntos de monitoreo CFD](#)). Tanto la celda

de monitoreo como la variable dependiente a mostrar se seleccionan en el encabezado **Celda de monitoreo** del diálogo de Opciones de cálculo CFD.

Las variaciones en la celda de monitoreo son un buen indicador de que tanto la solución se acerca a la convergencia. Por lo general, cuando el valor se estabiliza y permanece prácticamente el mismo después de muchas iteraciones, significa que la solución tiene un buen nivel de convergencia.



## 11.8. Solución de problemas de convergencia

Generalmente los ajustes predeterminados de DesignBuilder en las Opciones de cálculo, así como en la definición de la malla CFD, permiten un buen nivel de convergencia. Sin embargo, en algunos casos es necesario hacer ciertos ajustes para adaptar el cálculo a problemas específicos.

### Paso de tiempo falso de las velocidades

Si los residuales fluctúan de manera marcada, o claramente divergen, en muchos casos el problema se puede resolver reduciendo el **paso de tiempo falso** de los componentes de velocidad. El procedimiento recomendado es reducir progresivamente a la mitad el valor de paso de tiempo falso, hasta que se logre una solución más estable.

Debe tener en cuenta que reducir el paso de tiempo falso produce un efecto de “amortiguamiento” que mejora la estabilidad de la solución, pero a la vez incrementa el tiempo total de simulación. Por eso solo debe emplear esta estrategia cuando los residuales divergen de manera clara o muestran oscilaciones de gran amplitud. Por otro lado, si la solución no parece aproximarse a la

convergencia, pero las oscilaciones de los residuales son más o menos constantes, quizá es mejor reestructurar el modelo eliminando obstrucciones innecesarias y alineando correctamente los componentes y montajes repetitivos, de tal manera que se reduzca el número de líneas de la maya.

## Modelos de turbulencia

En algunos casos es muy difícil, si no imposible, que la solución alcance la convergencia con el modelo estándar de convergencia K-ε. Una situación especialmente problemática es cuando el análisis CFD involucra flujos de aire de muy baja velocidad y los procesos de difusión son dominados por los de convección. Cuando eso sucede las velocidades pueden fluctuar en torno a un valor promedio y producir inestabilidad. En estos casos reducir el paso de tiempo falso no suele ser de ayuda, sino que quizá requiera introducir condiciones de contorno CFD adicionales (por ejemplo ocupantes) para incrementar los flujos y mejorar la estabilidad de la solución. En todo caso debe tener cuidado que el modelo sea razonablemente realista.

De manera alternativa, puede optar por emplear el modelo de turbulencia de **viscosidad efectiva constante**, con un multiplicador de viscosidad o un valor de viscosidad de turbulencia relativamente altos. Sin embargo, debe tener en cuenta que esto introduce artificialmente un nivel más elevado de difusión en los flujos. También debe considerar que el modelo de viscosidad efectiva constante no puede modelar el transporte de turbulencia.

## Interpretación de datos sobre residuales

Si los residuales han llegado a un nivel bastante bajo, y las variables de monitoreo permanecen prácticamente constantes, puede asumir que la solución es suficientemente buena a pesar de que se muestre el mensaje de convergencia no alcanzada. El mensaje se muestra incluso si los residuales están un poco por arriba de los valores de terminación, pero estos valores no deben tomarse como estrictamente obligatorios.

# 11.9. Resultados CFD

Después de completar o poner en pausa los cálculos CFD, es posible generar resultados en la pantalla de **Resultados CFD**. Al mismo tiempo, en el panel de **Opciones de visualización** se activarán los controles que permiten seleccionar y configurar dichos resultados. En esta sección se describen los procedimientos involucrados.

## Generar planos de resultados

En DesignBuilder el mecanismo principal para visualizar resultados CFD es la generación de **planos de resultados**. Este mecanismo permite seleccionar uno o más planos alineados con los ejes geométricos (X, Y o Z) en los que se mostrarán los resultados seleccionados. El procedimiento general para generar planos de resultados es el siguiente:

1. Activar la herramienta **Añadir/borrar planos de resultados CFD**, desde el panel de Información, la barra de herramientas o el menú Herramientas.
2. Una vez activada la herramienta, en la pantalla del modelo 3D se despliega un **marco de selección** de color verde, el cual se mueve en la dirección del eje geométrico activo. Puede

cambiar el eje de referencia haciendo clic en alguno de los vectores del **Selector** que aparece en la parte superior derecha de la pantalla:



3. Una vez seleccionado el eje de referencia debe mover el cursor sobre el modelo hasta ubicar el marco de selección en la posición deseada, y luego hacer clic izquierdo para concretar la generación del plano. Las cotas dinámicas que se despliegan al mover el marco le pueden ayudar a ubicarlo con mayor precisión.

**Nota:** Los resultados que se mostrarán en el plano dependen de los ajustes actuales en el panel de **Opciones de visualización**, que se explican más adelante.

### Borrar planos de resultados

El procedimiento para borrar planos de resultados es prácticamente idéntico al que se sigue para generarlos, salvo que en este caso debe mover el marco de selección hasta hacerlo coincidir con el plano de resultados que desea eliminar (con lo cual el marco se torna de color rojo) y después hacer clic izquierdo. Recuerde que con esta acción se borran los planos de resultados, pero no los resultados CFD en sí, que permanecen en el modelo.

También puede borrar simultáneamente todos los planos de resultados que haya generado previamente, mediante el comando **Borrar todos los planos de resultados** que se encuentra disponible en el panel de Ayuda y en el menú Herramientas.

## Opciones de visualización de resultados CFD

Después de concluida (o puesta en pausa) una simulación CFD es posible visualizar los resultados CFD, que se muestran principalmente mediante isolíneas (líneas de igual valor a través de un plano de resultados o del dominio 3D) y bandas de color. En el caso de la variable *Velocidad*, también es posible generar vectores que indican la dirección y velocidad del aire. Los parámetros disponibles en el panel de **Opciones de visualización** permiten seleccionar los resultados a visualizar, así como controlar en cierta medida la forma en que serán visualizados.

### Ajustes de las variables

Bajo el encabezado **Ajustes de las variables** se encuentra un conjunto de parámetros que permiten modificar, en cierta medida, la forma en que se visualizarán los resultados CFD. Recuerde que los cambios hechos en este encabezado se pueden anular mediante el comando **Restablecer ajustes de variables CFD**, disponible en el panel de Ayuda y en el menú Herramientas.

### Rango general

Aquí se definen los valores **mínimo** y **máximo** del rango de valores en la escala de color, de acuerdo al tipo de variable. Esto permite, por ejemplo, hacer énfasis en una determinada parte de los resultados, o hacer más visibles los cambios de las variables a través del dominio CFD. El

programa define los valores mínimo y máximo predeterminados, a partir de los resultados de cálculo. Tenga en cuenta que si selecciona un rango de valores que está fuera del rango de los resultados los planos tendrán un color uniforme, pareciendo que no hay variaciones en el dominio.

## Isolíneas

El rango de valores definido en el punto anterior se distribuye de manera predeterminada en 12 isolíneas, cada una de ellas asociada a un color de la escala. Aquí puede modificar el valor específico de cada isolínea, o incluso eliminar isolíneas de los planos de resultados si lo considera necesario para mejorar su visualización.

**Nota:** Estos parámetros solo afectan a las isolíneas, no a las bandas de color.

## Parámetros de vectores de velocidad

Bajo el encabezado de la variable *Velocidad* hay dos ajustes adicionales para los **vectores de velocidad**. Cabe señalar que los vectores de velocidad se muestran en los planos de resultados como flechas que, además de una determinada dirección (hacia donde se mueve el aire), tienen un color y una longitud que se relacionan con la velocidad (que tan rápido se mueve el aire).

### **Velocidad máxima en vectores**

Este parámetro permite establecer la **velocidad máxima** que será representada en los **vectores de velocidad**. Los vectores que superen esta velocidad se mostrarán translúcidos en los planos de resultados, lo que permite reducir el impacto visual de los vectores excesivamente largos.

### **Factor de escala de vectores**

El **factor de escala** permite modificar la dimensión de los vectores en relación con su magnitud de velocidad. Por ejemplo, factores de escala de 1.0, 5.0 y 10.0 significan que un vector que tiene una longitud de 1.0m en el modelo representa magnitudes de velocidad de 1.0, 0.2 y 0.1 m/s, respectivamente. Dicho de otra manera, con factores de escala de 1.0, 5.0 y 10.0 una velocidad de 1.0 m/s será representada por vectores con una longitud de 1.0, 5.0 y 10.0m, respectivamente.

## Variables en planos de resultados

Bajo este encabezado puede seleccionar las variables que serán mostradas en los planos de resultados, incluyendo vectores (solo *Velocidad*), isolíneas y bandas de color. Puede agregar en un plano de resultados todas las variables que desee, aunque generalmente se recomienda incluir solo unas pocas para facilitar la visualización e interpretación de los datos. Después de efectuar una simulación CFD estándar, las siguientes variables se encuentran disponibles:

- *Vectores de velocidad*
- *Isolíneas de velocidad*
- *Isolíneas de temperatura de bulbo seco*
- *Isolíneas de presión*
- *Bandas de velocidad*
- *Bandas de temperatura*
- *Bandas de presión*



Si después de la simulación CFD se hacen **cálculos de confort** (ver abajo) las siguientes variables también estarán disponibles:

- *Isolíneas de Voto Medio Predicho*
- *Isolíneas de Porcentaje de Personas en Discomfort*
- *Isolíneas de temperatura radiante media*
- *Isolíneas de temperatura operativa*
- *Bandas de Voto Medio Predicho*
- *Bandas de Porcentaje de Personas en Discomfort*
- *Bandas de temperatura radiante media*
- *Bandas de temperatura operativa*

Si adicionalmente se hacen cálculos de Antigüedad Media Local del Aire (AMLA) se dispondrá de las variables *Isolíneas de antigüedad del aire* y *Bandas de antigüedad del aire*.

## Isolíneas 3D

Las isolíneas 3D son similares a las de los planos de resultados, pero se muestran para todo el dominio espacial CFD. Esto permite visualizar la distribución de los valores de una variable en todo el espacio analizado. Las variables que se pueden seleccionar son las mismas que se indican en el punto anterior, pero en este caso solo es posible seleccionar una variable a la vez.

## Cálculos de confort CFD

Después de efectuar una simulación CFD, DesignBuilder permite efectuar cálculos adicionales para generar datos relacionados con el nivel de confort en el dominio analizado. Estos cálculos se basan en el modelo de **Fanger** y se llevan a cabo para cada celda de la malla CFD, considerando la temperatura y velocidad del aire en conjunto con la temperatura de las superficies que delimitan el espacio.

**Nota:** Tenga en cuenta que en las versiones actuales del programa, al efectuar los cálculos de confort CFD no se toma en cuenta la radiación solar directa a través de las ventanas, ni la radiación producida por el equipamiento de zona.

Para iniciar los **cálculos de confort CFD** puede activar el comando correspondiente que se encuentra disponible en el panel de Información, en la barra de herramientas o en el menú Herramientas. Recuerde que este comando no estará disponible a menos que previamente haya efectuado una simulación CFD.

## Opciones de cálculo de confort CFD

Una vez activado el comando **Cálculos de confort CFD**, se abre un diálogo en el que es posible definir algunos parámetros

### Tasa metabólica

Aquí puede definir la tasa metabólica empleada en los cálculos de confort CFD. El valor adecuado dependerá de la actividad, edad y género del ocupante promedio. Por otro lado, si está

reproduciendo condiciones derivadas de una simulación previa con EnergyPlus es importante que indique aquí la misma tasa metabólica empleada en dicha simulación. El valor predeterminado es 0.90 met.

### Nivel de vestimenta

Puede definir el nivel de vestimenta empleado en los cálculos de confort CFD. El valor predeterminado es 1.0 Clo, que representa la vestimenta típica de invierno (en el interior de los edificios). Sin embargo, si está reproduciendo condiciones derivadas de una simulación previa con EnergyPlus es importante que especifique aquí el nivel adecuado. Tenga en cuenta que en las simulaciones con EnergyPlus se usan dos niveles distintos de vestimenta, para verano (0.5 Clo) e invierno (1.0 Clo), por lo que debe considerar la época del año a la que corresponde el análisis.

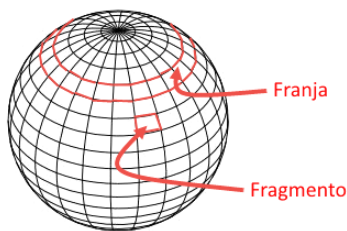
### Humedad relativa

El módulo CFD de DesignBuilder no calcula la humedad relativa (HR), por lo que debe definir ese parámetro manualmente para los cálculos de confort CFD. De manera similar a los puntos anteriores, si está reproduciendo condiciones derivadas de una simulación previa con EnergyPlus es importante que copie aquí el valor de humedad relativa calculado con ese módulo. El valor predeterminado es 50%.

### Número de segmentos de esfera (para TRM)

Indique el número de segmentos de esfera empleado para calcular la temperatura radiante media (MRT) como parte de los cálculos de confort CFD. Los valores posibles son 8, 24 y 32. Mientras mayor sea el número de segmentos más precisos serán los resultados de TRM, especialmente en espacios con geometría compleja, pero también se incrementará el tiempo de cálculo.

Los cálculos de la TRM se llevan a cabo generando una esfera en el centro de cada celda, empleando un determinado número de “franjas” y “fragmentos”:



$$\text{Número de franjas} = \text{Número de segmentos} / 2$$

$$\text{Número de fragmentos} = \text{Número de segmentos} * \text{Número de franjas}$$

Durante el proceso de cálculo se proyecta un haz desde el centro de cada esfera, pasando por el centro de cada fragmento de la esfera, y luego llegando hasta la primera superficie del modelo con la que puede impactar (considerando superficies de cerramientos, bloques de componente y montajes). Entonces la temperatura de dicha superficie se asigna al fragmento correspondiente. Finalmente, la TRM se calcula sumando todas las contribuciones de área/temperatura en la esfera.

## Resultados de confort CFD

Después de efectuados los cálculos de confort CFD, los siguientes resultados estarán disponibles (ver también la sección [Opciones de visualización de resultados CFD](#)):

**Voto Medio Predicho (VMP).** De acuerdo a las ecuaciones del modelo Fanger, siguiendo el estándar ISO 7730.

**Porcentaje de Personas en Discomfort (PPD).** De acuerdo a las ecuaciones del modelo Fanger, siguiendo el estándar ISO 7730.

**Temperatura radiante media (TRM).** Calculada de acuerdo al procedimiento explicado arriba.

**Temperatura operativa (TO).** Promedio entre la temperatura del aire y la TRM.

## Cálculos de antigüedad y efectividad de renovación del aire

Además de los cálculos CFD estándar, y los cálculos de confort asociados, DesignBuilder permite calcular dos parámetros que pueden ser útiles para medir la calidad del aire en el interior de los edificios, así como para evaluar la eficiencia de la ventilación: la **Antigüedad Media Local del Aire** (AMLA) y la **Eficiencia de Renovación del Aire** (ERA). A continuación se explica con mayor detalle ambos conceptos.

### Antigüedad media local del aire (AMLA)

La antigüedad del aire en una determinada región espacial es el tiempo promedio transcurrido desde que las moléculas de aire ubicadas en dicha región ingresaron al edificio. Se trata de un parámetro que permite medir, al menos hasta cierto punto, la calidad del aire en el interior de los edificios. Mientras mayor sea la antigüedad del aire en una región espacial, mayor la posibilidad de que se trate de viciado.

DesignBuilder permite calcular la antigüedad media local del aire AMLA después de que se ha efectuado una simulación CFD estándar. Para iniciar este cálculo puede activar el comando **Calcular antigüedad del aire**, ya sea desde el panel de Información, la barra de herramientas o el menú Herramientas. Al hacerlo se abre un dialogo en el que puede:

- Ajustar dos parámetros relacionados con el cálculo: las *Iteraciones máximas* y el *Error terminal*. El mismo dialogo permite.
- Iniciar o cancelar el cálculo.
- Monitorizar el progreso del cálculo, incluyendo el número de iteraciones y el error residual.

Como se indica en el diálogo, es necesario que los cálculos CFD previos hayan alcanzado un buen nivel de convergencia, así como que haya aire exterior ingresando al espacio (ventilación natural o mecánica), para que el cálculo de la AMLA sea exitoso. Una vez concluido el cálculo, el mismo diálogo indica si éste se puede considerar válido o no.

Las imágenes de abajo muestran las dos situaciones posibles. En el primer caso las condiciones no han sido adecuadas, por lo que se han efectuado todas las iteraciones posibles sin lograr la convergencia, y se ha obtenido un error residual muy elevado. La "X" indica que el cálculo no se

considera válido. En el segundo caso se ha llegado al error terminal sin efectuar todas las iteraciones posibles, por lo que el cálculo se considera válido.

The screenshot shows the 'LMA Calculations' dialog box. At the top, there is an information icon and a text box that reads: 'Tenga en cuenta que los cálculos principales de CFD deben haber convergido razonablemente bien para que se alcance la convergencia global. También es necesario que al dominio se introduzca algo de aire exterior, ya sea mediante ventilación natural o mediante difusores de impulsión.' Below this, the 'Parámetros' section contains two input fields: 'Iteraciones máximas' set to 5000 and 'Error terminal' set to 0.00100. The 'Progreso' section shows a progress bar for 'Iteraciones' that is almost full (green), and the 'Error residual' is 43.515625000000. A blue 'X' icon is next to the progress bar. At the bottom, there are three buttons: 'Iniciar', 'Cancelar', and 'Cerrar'.

The screenshot shows the 'LMA Calculations' dialog box. At the top, there is an information icon and a text box that reads: 'Tenga en cuenta que los cálculos principales de CFD deben haber convergido razonablemente bien para que se alcance la convergencia global. También es necesario que al dominio se introduzca algo de aire exterior, ya sea mediante ventilación natural o mediante difusores de impulsión.' Below this, the 'Parámetros' section contains two input fields: 'Iteraciones máximas' set to 5000 and 'Error terminal' set to 0.00100. The 'Progreso' section shows a progress bar for 'Iteraciones' that is partially full (green), and the 'Error residual' is 0.000976562500. A green checkmark icon is next to the progress bar. At the bottom, there are three buttons: 'Iniciar', 'Cancelar', and 'Cerrar'.

**Nota:** Al iniciar el cálculo de la AMLA se elimina cualquier resultado previo de confort. En ese sentido, los cálculos de confort CFD deben realizarse después del cálculo de la AMLA.

## Efectividad de renovación del aire (ERA)

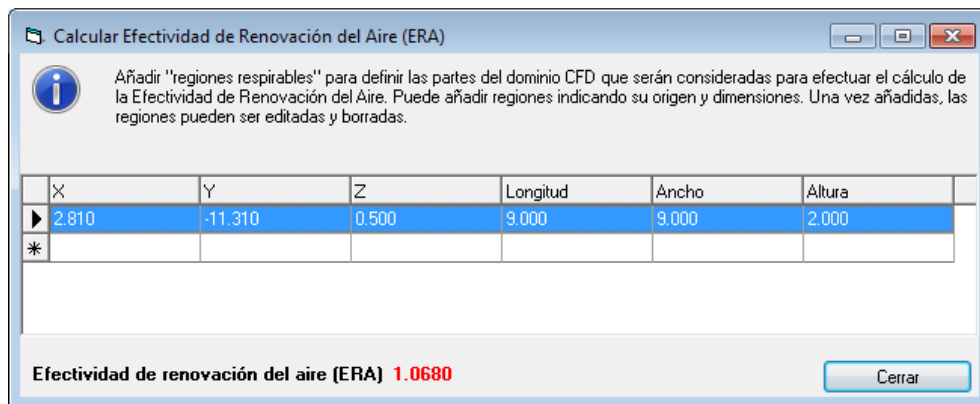
La **efectividad de renovación del aire** (ERA) se determina dividiendo la antigüedad que tendría el aire en la zona si fuera completamente homogéneo (o mezclado) por la antigüedad del aire en las regiones espaciales en las que los ocupantes respiran. Debido a que la antigüedad que tendría el aire en la zona si fuera completamente homogéneo se puede considerar idéntica a la antigüedad promedio del aire que sale de la zona, también es posible determinar la ERA dividiendo la antigüedad del aire saliente por la antigüedad del aire en las regiones “respirables”.

En términos prácticos, la ERA equivale a la tasa efectiva de ventilación en la región respirable dividida por la tasa de ventilación que tendría la zona si el aire estuviera perfectamente mezclado y se tuviera la misma cantidad de aire exterior. Un patrón deficiente de flujo entre las rejillas de impulsión y extracción de aire, por ejemplo, incrementaría la antigüedad del aire en la zona y haría

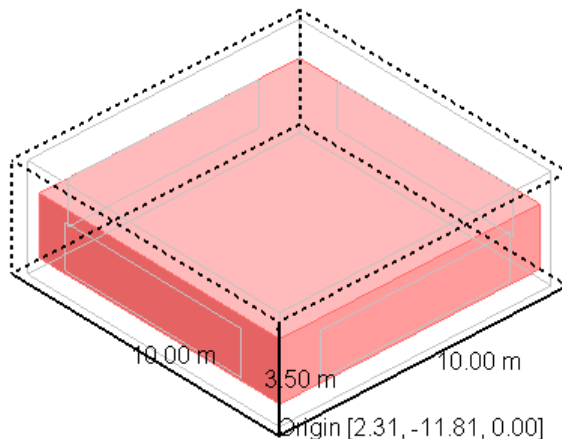
que la ERA sea menor a 1.0. Una mezcla perfecta del aire haría que la ERA sea igual (o casi) a 1.0. Finalmente, ventilar con mayor eficiencia en las regiones respirables haría que la ERA sea mayor a 1.0.

DesignBuilder permite calcular la ERA después de haber calculado la antigüedad media local del aire. Para iniciar el cálculo puede activar el comando **Calcular ERA**, ya sea desde el panel de Información, la barra de herramientas o el menú Herramientas. Al hacerlo se abre un diálogo en el que puede añadir regiones “respirables” indicando sus coordenadas de origen y sus dimensiones (debe tener cuidado de que estas regiones no hagan contacto con las superficies del modelo). Una vez que se ha creado al menos una región respirable, el programa calcula y despliega automáticamente la ERA.

La siguiente imagen muestra el diálogo de cálculo de la Efectividad de Renovación del Aire, ya con una región respirable creada. En la parte inferior del diálogo aparece el valor de ERA calculado (en este caso 1.068). Recuerde que después de ingresar las coordenadas de origen y las dimensiones de la región debe hacer clic en el símbolo de asterisco para que la misma quede creada. Luego puede añadir más regiones.



En la imagen de abajo se observa una zona de dominio CFD, con sus coordenadas de origen y sus dimensiones. Esta información puede servir como referencia para especificar las coordenadas de origen y las dimensiones de las regiones respirables. Recuerde que dichas regiones no deben hacer contacto con las superficies del modelo.



## 11.10. Administrador de análisis CFD

El **administrador de análisis CFD** permite crear nuevos proyectos CFD en el mismo modelo, abrir alguno de los existentes y eliminar proyectos que ya no se requieran. Puede abrir el administrador desde la barra de herramientas o desde el menú *Archivo > CFD*. El diálogo también se abre automáticamente cuando no hay aún análisis CFD, va a la pestaña CFD y cancela la creación de un nuevo proyecto.

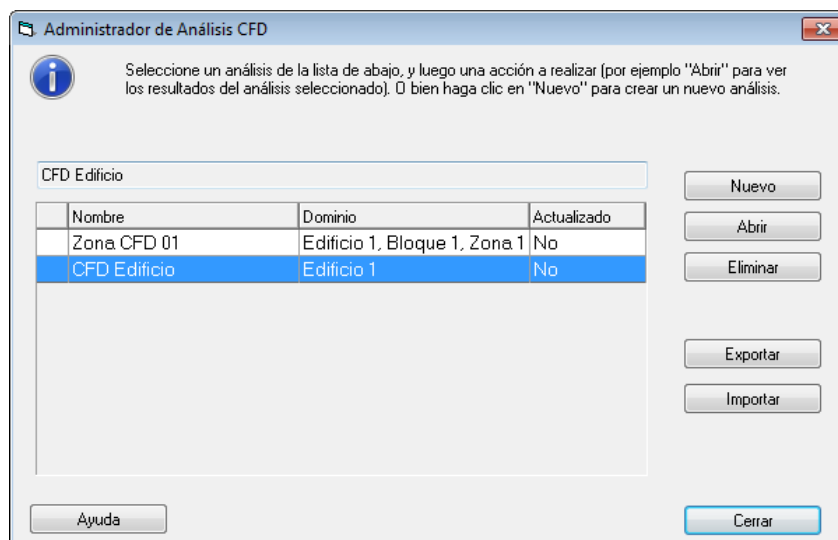
En el diálogo del administrador se muestra una **lista** de los análisis CFD existentes, con alguna información básica organizada en columnas:

- La primera columna indica el nombre del análisis CFD.
- La segunda columna indica el dominio CFD, es decir, el ámbito que abarca el análisis, ya sea el edificio completo, un bloque o una zona).
- La tercera columna indica si el análisis CFD se encuentra actualizado respecto al modelo. Por ejemplo, si hace algún cambio en el modelo después de efectuar un determinado análisis CFD, en esta columna se indicará que el análisis no está actualizado.

Si selecciona uno de los análisis existentes en la lista puede efectuar dos acciones:

- **Abrirlo.** Permite visualizar los resultados obtenidos en el análisis seleccionado. Recuerde que debe ir al nivel adecuado del modelo para que los resultados coincidan con el dominio correspondiente. Este recurso es muy útil, por ejemplo, para hacer comparaciones entre diferentes resultados CFD en el mismo modelo.
- **Eliminarlo.** Permite borrar los resultados obtenidos en el análisis seleccionado. En ese caso el análisis también desaparecerá de la lista. Recuerde que si desea borrar todos los análisis CFD previos puede hacerlo yendo al menú *Archivo > Guardar > Guardar sin resultados*.

De manera alternativa, puede crear un nuevo análisis CFD haciendo clic en el botón **Nuevo**. En ese caso se creará un análisis CFD adicional a los existentes, para lo cual puede consultar las secciones [Iniciar un análisis CFD externo](#) e [Iniciar un análisis CFD interno](#). Recuerde que el dominio del nuevo análisis coincidirá con el nivel en el que se encuentre al momento de iniciarlo.



## 12. Modelado ASHRAE 90.1 y LEED

En este capítulo se hace un resumen de los procedimientos y criterios recomendados para llevar a cabo simulaciones acordes con el estándar ASHRAE 90.1 y su Apéndice G, mediante las prestaciones específicas del módulo **LEED** de DesignBuilder. Los resultados obtenidos con esas simulaciones se pueden usar para lograr los créditos EAp2 y EAc1 del sistema LEED.

El procedimiento recomendado implica desarrollar primero el modelo del edificio **Propuesto** y luego, a partir de él, generar automáticamente el modelo del edificio de **Referencia**. En ese caso los dos modelos estarán incluidos en el mismo archivo DesignBuilder, facilitando el flujo de trabajo y los análisis comparativos. El edificio Propuesto se puede iniciar desde cero, o convertirse a partir de un modelo existente. Por otro lado, si el usuario lo prefiere puede generar el modelo de cada edificio en un archivo independiente, pero ese procedimiento no se recomienda ni se describe en este manual.

En síntesis, si está partiendo desde cero, los siguientes serían los pasos más importantes:

1. En el diálogo **Nuevo proyecto**, asignar el código energético obligatorio *ASHRAE 90.1* y seleccionar la versión de ese estándar.
2. Revisar que la **zona climática ASHRAE** establecida automáticamente por DesignBuilder sea la adecuada para el sitio.
3. En el diálogo **Añadir edificio**, asignar la Plantilla de opciones del modelo *ASHRAE 90.1*, así como la Plantilla de criterios geométricos *ASHRAE 90.1*. Ahí mismo se debe establecer el **Tipo de edificio** como *1-Propuesto*, y se puede definir la **Categoría de uso primario** como *1-No residencial* o *2-Residencial*.
4. Crear el **modelo** del edificio Propuesto, de acuerdo a los lineamientos del Apéndice G del estándar ASHRAE 90.1.
5. Definir los **datos del modelo** del edificio Propuesto, de acuerdo a los lineamientos del Apéndice G del estándar ASHRAE 90.1.
6. Definir el **sistema HVAC** del edificio Propuesto, de acuerdo a los lineamientos del Apéndice G del estándar ASHRAE 90.1.
7. Efectuar simulaciones de prueba del modelo del edificio Propuesto, para revisar que no hay errores en el modelo y sus datos.
8. Generar automáticamente el modelo del **edificio de Referencia**, mediante el diálogo asistente proporcionado por DesignBuilder.
9. Revisar el modelo y los datos del edificio de Referencia, para verificar que éste cumple con los requerimientos del estándar ASHRAE 90.1 y su Apéndice G.
10. Seleccionar y definir el **sistema HVAC** del edificio de Referencia, con la ayuda del asistente semi-automatizado proporcionado por DesignBuilder.
11. Revisar el sistema HVAC y hacer los ajustes manuales requeridos para cumplir cabalmente con los lineamientos del estándar ASHRAE 90.1.
12. Efectuar las simulaciones finales del edificio Propuesto y el de Referencia, y luego extraer y revisar los resultados pertinentes.



## 12.1. Modelado del edificio propuesto

### Ajustes iniciales

#### Asignar código energético ASHRAE 90.1

Cuando está creando un archivo nuevo, en el diálogo correspondiente puede activar la casilla **ASHRAE 90.1 Apéndice G**, y luego seleccionar la **Versión** (1-ASHRAE 90.1-2007 o 2-ASHRAE 90.1-2010). Al hacer esto, DesignBuilder establecerá el estándar ASHRAE 90.1 como **Código energético obligatorio**, condición necesaria para poder desarrollar modelos LEED.

Si está creando un modelo ASHRAE 90.1 a partir de un modelo existente, el diálogo anterior ya no está disponible, por lo que debe asignar el código energético de manera manual. Para ello debe ir al nivel Sitio y luego a la pestaña de datos **Región**. Ahí puede seleccionar el campo **Código energético obligatorio** y luego asignar el componente *ASHRAE 90.1-2007* o *ASHRAE 90.1-2010*.

#### Definir zona climática ASHRAE

DesignBuilder emplea el parámetro **Zona climática ASHRAE** (datos del Sitio) para asignar los cerramientos y el acristalamiento al edificio de **Referencia** (*Baseline*), de acuerdo a los requerimientos de envolvente del estándar ASHRAE 90.1. La zona climática ASHRAE se carga automáticamente desde la plantilla de Sitio, y se supone que es la misma que se muestra en el diálogo de edición del componente de Clima horario (la zona climática ASHRAE se establece mediante un análisis de los datos climáticos horarios contenidos en el archivo y se vacía en el archivo STAT). En raras ocasiones, esta zona climática puede no coincidir con la que se indica para el sitio en el Apéndice D del estándar. En esos casos puede modificar la opción de Zona climática ASHRAE en la pestaña de **Datos del sitio**. Si el edificio de Referencia ya ha sido creado, los cerramientos y el acristalamiento se actualizarán automáticamente.

#### Definir ajustes del modelo

Después del paso anterior, en el diálogo que se abre al activar el comando Añadir edificio puede ver que, de manera predeterminada, en el encabezado **Ajustes del modelo** se ha asignado la **Plantilla de opciones del modelo ASHRAE 90.1**, así como la **Plantilla de criterios geométricos ASHRAE 90.1**. La primera establece las opciones del modelo adecuadas para desarrollar análisis LEED, como el uso de **HVAC Detallado** y la definición de seis **etapas de simulación por hora**.

La plantilla de criterios geométricos indicada, si se usa tanto para el edificio Propuesto como para el de Referencia, garantiza que las zonas de ambos modelos tengan los mismos volúmenes y áreas de suelo (un requerimiento del Apéndice G). Por ejemplo, todos los métodos de cálculo de áreas y volúmenes se establecen con la opción *2-Exterior*, mientras que los espesores de todas las superficies se fijan con un valor de 0 (cero). De esa manera, la geometría de los modelos se desvincula de la composición de los cerramientos y, al generar el edificio de Referencia a partir del edificio Propuesto, las áreas y volúmenes permanecerán iguales, aunque cambien los cerramientos (y sus respectivos espesores nominales).

En el mismo diálogo, pero en el encabezado **Edificio LEED/ASHRAE 90.1**, puede establecer el **Tipo de edificio** como *1-Propuesto* o *2-Referencia*. Si está siguiendo el procedimiento estándar

para desarrollar un modelo LEED, entonces debe dejar la opción predeterminada *1-Propuesto*. Adicionalmente, puede definir la **Categoría de uso primario** como *1-No residencial* o *2-Residencial*. DesignBuilder no hace de inmediato ajustes al modelo con base en estos parámetros, sino que al generar el edificio de Referencia le asigna los cerramientos adecuados, de acuerdo a los lineamientos del Capítulo 5 del estándar ASHRAE 90.1 (tablas 5.5-1 a 5.5-8).

Si está creando el modelo ASHRAE 90.1 a partir de un **modelo existente**, después de asignar el código energético obligatorio ASHRAE 90.1 (ver sección anterior), puede revisar/establecer los ajustes explicados aquí de la siguiente manera:

- Verificar o asignar la **Plantilla de opciones del modelo ASHRAE 90.1** en el diálogo de Opciones del modelo, en la pestaña Datos.
- Asignar la **Plantilla de criterios geométricos ASHRAE 90.1** en la pestaña de datos de Cerramientos, en el encabezado Geometría, áreas y volúmenes.
- Verificar o definir el **Tipo de edificio** y la **Categoría de uso primario** en la pestaña de datos de Actividad, en el encabezado Edificio LEED/ASHRAE 90.1.

## Creación del modelo geométrico

De acuerdo al Apéndice G del estándar ASHRAE 90.1, el modelo geométrico del edificio Propuesto debe ser consistente con los documentos de diseño, incluyendo una adecuada representación de las superficies opacas y acristaladas. Adicionalmente, es importante tener en cuenta los siguientes aspectos relacionados con el sombreado:

- Si el edificio Propuesto tiene dispositivos de sombreado del tipo arquitectónico, que en DesignBuilder se modelan mediante componentes de **Sombreado local** o mediante **bloques de componente**, se deben incluir en el modelo, siempre y cuando sean fijos o se controlen de manera automatizada. Si se controlan manualmente, no deben ser incluidos en el modelo.
- Si el edificio genera auto-sombreado, por ejemplo cuando tiene una forma en “L” o “U”, ese efecto debe considerarse en las simulaciones. De manera similar, las sombras arrojadas por elementos del entorno (edificios vecinos, topografía) deben ser consideradas. Debido a ello, y a lo señalado en el punto anterior, DesignBuilder asigna al modelo Propuesto la opción de **Distribución solar 2-Completa exterior**.

La zonificación del edificio Propuesto también debe ser consistente con los documentos de diseño, pero debe ponerse especial cuidado en que las zonas se ajusten al esquema de distribución del sistema HVAC.

## Datos del modelo

### Definición de datos de actividad

Para definir los parámetros relacionados con las ganancias internas por personas y aparatos, se recomienda seleccionar una de las plantillas del estándar **ASHRAE 62.1** (proporcionadas por DesignBuilder) en la pestaña de datos de Actividad. Esas plantillas se pueden cambiar en los niveles Bloque y Zona para diferenciar las zonas correctamente. En todo caso, tenga en cuenta

que los datos relacionados con las ganancias internas deben ser los mismos en el edificio Propuesto y en el de Referencia.

Además de estos datos generales, estando en el nivel Edificio se muestran los siguientes ajustes asociados de manera específica al estándar ASHRAE 90.1:

- **Número de plantas.** El número de plantas del edificio se debe indicar de manera manual, pues DesignBuilder no lo define automáticamente. Este parámetro determina si el edificio puede ser residencial (debe tener más de tres plantas) y afecta la selección del sistema HVAC del edificio de Referencia, de acuerdo a la tabla G3.1.1A del Apéndice G.
- **Tipo de edificio.** El tipo de edificio puede ser *1-Propuesto* o *2-Referencia*. En este caso se debe seleccionar la primera opción, pues se está creando el edificio Propuesto. De acuerdo al procedimiento recomendado aquí, el edificio de Referencia será creado posteriormente a partir del edificio Propuesto.
- **Categoría de condición primaria.** La categoría de condición primaria puede ser *1-No residencial* (por ejemplo oficinas, escuelas o centros comerciales) o *2-Residencial* (por ejemplo vivienda multifamiliar u hoteles con más de tres plantas). Este parámetro determina los cerramientos y acristalamientos que serán asignados al edificio de Referencia, así como la selección de su sistema HVAC.
- **Fuente de energía para calefacción.** Puede especificar la fuente de energía que será usada por los sistemas de calefacción, disponiendo de dos opciones: *1-Combustible fósil, híbrido (fósil/electricidad)* o *calor distrital* y *2-Electricidad*. Este parámetro afecta la selección del sistema HVAC del edificio de Referencia, de acuerdo a las tablas G3.1.1A y G3.1.1B del Apéndice G.
- **Categoría de iluminación ASHRAE 90.1.** En este campo es posible seleccionar un componente de *Densidad de Potencia de Iluminación ASHRAE 90.1* basado en las especificaciones de la tabla 9.6.1 del estándar ASHRAE 90.1 (método Espacio por espacio). El componente seleccionado determinará la densidad de potencia de iluminación en las zonas correspondientes en el edificio de Referencia. Por ejemplo, si a una zona del edificio Propuesto se le asigna el componente *Office - Open Plan*, la zona correspondiente en el edificio de Referencia tendrá una densidad de potencia de iluminación de 1.1 W/ft<sup>2</sup> (12 W/m<sup>2</sup>) si se usa la versión 2007 del estándar.

**Nota:** El usuario debe asegurarse de seleccionar la Categoría de iluminación ASHRAE 90.1 adecuada para cada zona. Si no hay una categoría que se ajuste exactamente al uso de la zona, es posible seleccionar la que más se le aproxime.

De los parámetros descritos arriba, en los niveles Bloque y Zona solo se muestra la **Categoría de iluminación ASHRAE 90.1**, ya que es posible asignar una categoría específica a cada zona. Sin embargo, en esos niveles se muestran además los siguientes parámetros relacionados con las simulaciones ASHRAE 90.1:

- **Tipo de zona.** Es posible establecer el tipo de zona como *1-Acondicionada*, *2-No acondicionada*, *3-Cámara*, *4-Plenum* o *5-Semi-calefaccionada*.
- **Categoría de condición del espacio.** Si se selecciona el tipo de zona *1-Acondicionada*, entonces debe establecer una de las dos categorías de condición: *1-No residencial* o *2-*

*Residencial.* Si la zona tiene la misma categoría que la establecida en el nivel Edificio, entonces quedará dentro de la condición primaria. De lo contrario, quedará dentro de la categoría de condición no predominante.

- **Ventilación de zona no acondicionada.** Si se selecciona el tipo de zona *2-No acondicionada*, debe optar por una de las dos opciones disponibles, ya sea *1-No ventilada* o *2-Ventilada*.

## Definición de cerramientos

De acuerdo con el Apéndice G del estándar 90.1, la composición de los cerramientos opacos debe ser consistente con los documentos de diseño, o bien con los cerramientos reales, en el caso de los edificios existentes.

Al momento de crear el edificio, DesignBuilder genera automáticamente un conjunto de plantillas de Cerramientos acordes con la versión usada del estándar ASHRAE 90.1 y con la zona climática asignada al sitio. Si lo considera adecuado puede emplear esas plantillas, que se ubican en las categorías *ASHRAE 90.1-2007* o *ASHRAE 90.1-2010*, o bien las puede emplear como punto de partida para generar plantillas personalizadas. En todo caso, como se comenta arriba, la composición de los cerramientos opacos debe ser consistente con los documentos de diseño.

Un aspecto importante es que la mayoría de los cerramientos se pueden modelar mediante componentes definidos de la manera usual en DesignBuilder, es decir, mediante capas de materiales, pero el estándar ASHRAE 90.1 requiere dos tipos especiales de cerramientos: los **Suelos sobre terreno con Factor F** y los **Muros enterrados con Factor C**. Estos cerramientos son diferentes a los convencionales, ya que no se definen mediante capas de materiales, sino mediante propiedades térmicas globales representadas por el Factor F y el Factor C, respectivamente. En las simulaciones, EnergyPlus emplea internamente estos parámetros para generar cerramientos convencionales equivalentes, asumiendo que solo intercambian calor con las **Temperaturas del terreno MétodoFactorFC**.

**Nota:** En la sección **Generación del edificio de Referencia** se explica con más detalle el uso de los cerramientos del estándar ASHRAE 90.1.

## Definición del acristalamiento

Como en el caso de los cerramientos, la composición de los acristalamientos debe ser consistente con los documentos de diseño, o bien con los acristalamientos reales, en el caso de los edificios existentes. En este caso DesignBuilder también genera automáticamente un conjunto de plantillas de Acristalamiento acordes con la versión usada del estándar y con la zona climática asignada al sitio, las cuales se ubican en las categorías *ASHRAE 90.1-2007* o *ASHRAE 90.1-2010*. En el caso del edificio Propuesto el usuario puede usar o no esas plantillas.

## Definición de la iluminación

El sistema de iluminación debe tener la **densidad de potencia de iluminación** que se ha diseñado para cada zona, y ese parámetro debe calcularse con base en los lineamientos de las secciones 9.1.3 y 9.1.4 del estándar ASHRAE 90.1. En el caso de los edificios existentes, debe emplearse la densidad real de potencia de iluminación.

DesignBuilder genera automáticamente plantillas de Iluminación acordes con los criterios del estándar ASHRAE 90.1, las cuales se ubican en las categorías *ASHRAE 90.1-2007* y *ASHRAE 90.1-2010*. En el caso del edificio Propuesto el usuario puede emplear opcionalmente esas plantillas, o puede copiarlas y crear plantillas personalizadas.

La tabla G3.1-6 del Apéndice G indica que es posible obtener créditos por el uso de controles automatizados de la iluminación artificial a partir de la disponibilidad de luz diurna. Así, en el modelo del edificio Propuesto es posible activar el **Control de iluminación**, siempre y cuando dicho control forme parte del diseño del sistema de iluminación.

De acuerdo al Apéndice G, la iluminación exterior (por ejemplo la iluminación de estacionamientos y fachadas del edificio) debe incluirse en el modelo. En DesignBuilder este aspecto se define en el encabezado **Iluminación exterior**, en la pestaña de datos de Iluminación.

### Definición de tarifas

En la pestaña de datos de **Economía**, que solo se encuentra disponible en el nivel Edificio y cuando se usa HVAC Detallado, es posible definir la implementación de tarifas para calcular los costes operacionales asociados al uso de electricidad, gas y otras energías. Actualmente es posible asignar hasta 5 componentes de Tarifa.

Como mínimo, en el dialogo de edición de los componentes de Tarifa se deben definir los ajustes de las pestañas **Tarifa** y **Cargo**. En la pestaña Tarifa, el usuario debe definir algunos parámetros generales, como el Nombre de la medición, las programaciones que definen los cargos por periodos horarios, estacionales o mensuales, el cargo de servicio mensual y el cargo mensual mínimo, entre otros. En la pestaña Cargo se definen cargos de la empresa de servicios, en forma simple o en bloque. Es posible definir hasta 10 cargos, incluyendo la combinación de cargos simples y cargos en bloque. Cada cargo se puede aplicar a la energía o a la demanda, dependiendo de la variable de fuente empleada.

El estándar ASHRAE 90.1 establece que los costes anuales de energía se deben calcular a partir de los precios reales de la energía, o bien a partir de los precios promedio de la energía que publica la **Administración de Información de Energía** del DOE. Sin embargo, no se debe mezclar precios de diferentes fuentes en el mismo proyecto.

### Definición del sistema de HVAC

Cuando el edificio Propuesto existe y tiene un sistema HVAC completo, el tipo de sistema y todos sus parámetros de funcionamiento, como las capacidades y eficiencias, deben representar de manera adecuada el sistema real. Cuando el sistema HVAC no existe, pero se ha diseñado, el modelado de dicho sistema debe ser consistente con los documentos de diseño. En ese caso las eficiencias de los equipos mecánicos se deben ajustar de las condiciones de diseño reales a las condiciones de clasificación estándar indicadas en la sección 6.4.1 del estándar ASHRAE 90.1.

En DesignBuilder, para modelar los sistemas HVAC con base en el estándar ASHRAE 90.1 es necesario usar la opción de **HVAC Detallado**. El programa ofrece un amplio rango de plantillas de sistemas HVAC, las cuales pueden servir como punto de partida para modelar el sistema HVAC del edificio Propuesto.

Para iniciar el modelado del sistema HVAC debe ir al nivel del sistema, haciendo clic en el campo correspondiente del árbol del modelo (<Sistema HVAC>). Al hacerlo, automáticamente se abre el diálogo **Selección del sistema HVAC**, donde puede asignar la plantilla inicial. Si ya está en el nivel del sistema HVAC y desea repetir el proceso puede hacer clic en el ícono **Cargar plantilla de HVAC**, disponible en la barra de herramientas.

Para definir completamente el sistema HVAC, incluyendo los sistemas de agua caliente sanitaria (ACS), el usuario debe editar los circuitos y componentes del sistema para definir sus características de funcionamiento, eficiencias y controles. Además de copiar y modificar alguna de las plantillas de DesignBuilder, es posible crear una nueva plantilla desde cero, añadiendo los circuitos y componentes requeridos mediante las herramientas proporcionadas por el programa.

**Nota:** En el entorno del estándar ASHRAE 90.1 los sistemas de agua caliente sanitaria se denominan "agua caliente de servicio" (*service hot water*, o SHW).

## 12.2. Generación del edificio de Referencia

Siguiendo el procedimiento recomendado, una vez creado el modelo del edificio **Propuesto** puede generar de manera automática el modelo del edificio de **Referencia**. Para ello, estando en el nivel Edificio, debe activar el comando **Generar edificio de referencia** haciendo clic en el ícono correspondiente de la barra de herramientas. Recuerde que ese ícono solo se encuentra disponible cuando ha generado el modelo del edificio Propuesto siguiendo los pasos explicados arriba.

Al activar el comando Generar edificio de referencia se abre un diálogo que muestra todos los ajustes establecidos al desarrollar el modelo del edificio Propuesto. De esa manera el usuario puede revisar que todo sea correcto, o en su defecto cancelar el proceso y efectuar los cambios pertinentes. Al hacer clic en el botón Aceptar, el edificio de Referencia se generará automáticamente. En los siguientes apartados se describen las principales características del edificio de Referencia.

**Nota:** El estándar ASHRAE 90.1 abarca cualquier clase de edificio, con excepción de los edificios residenciales de baja altura. Debido a ello, si ha seleccionado la **Categoría de uso primario 2-Residencial**, pero ha indicado un **Número de plantas** inferior a 4 (pestaña de datos de Actividad), entonces DesignBuilder mostrará un mensaje de advertencia y no permitirá continuar el proceso.

### Verificación del edificio de Referencia

Una vez generado el edificio de Referencia, es importante revisar que todas sus características han sido establecidas de manera correcta.

**Nota:** En caso de que sea necesario hacer cambios importantes al edificio Propuesto después de haber generado el de Referencia, es mejor eliminar este último, hacer dichos cambios y luego repetir el proceso de generación automática.

### Modelo geométrico

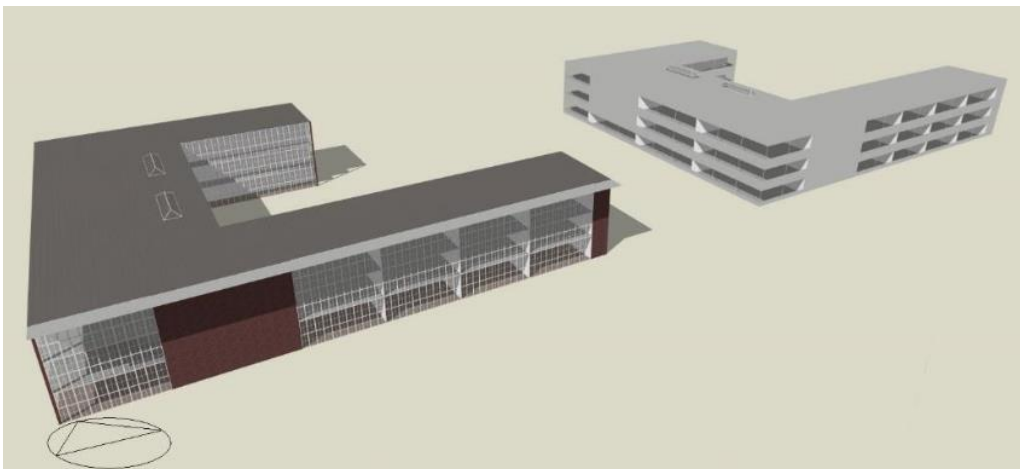
De acuerdo a los lineamientos del Apéndice G, el edificio de Referencia debe ser modelado con el mismo número de plantas y la misma área de suelo acondicionado del edificio Propuesto.



Adicionalmente, los cerramientos que conforman la envolvente de ambos modelos deben tener las mismas áreas brutas totales, refiriéndose específicamente a los muros exteriores, las cubiertas, los suelos y las puertas. Los perímetros expuestos de los suelos sobre terrenos también deben ser iguales en ambos modelos. Debido a esos criterios, el edificio de Referencia debe tener básicamente la misma forma que el edificio Propuesto. Sin embargo, también se hacen los siguientes ajustes:

- Si el acristalamiento vertical en el edificio Propuesto representa menos del 40% del área bruta total de los muros exteriores, entonces el edificio de Referencia tendrá las mismas áreas de acristalamiento. En cambio, si el acristalamiento en el edificio Propuesto supera el 40% del área de los muros exteriores, en el edificio de Referencia el acristalamiento se reducirá proporcionalmente en cada muro (que tenga acristalamiento) hasta quedar en un 40% global o un valor ligeramente inferior.
- Si los lucernarios (acristalamiento en cubierta) en el edificio Propuesto representan menos del 5% del área bruta total de las cubiertas, entonces el edificio de Referencia tendrá las mismas áreas de lucernarios. En cambio, si los lucernarios en el edificio Propuesto superan el 5% del área de las cubiertas, en el edificio de Referencia los lucernarios se reducirán de manera proporcional en cada cubierta (que tenga lucernarios) hasta quedar en un 5% global o un valor ligeramente inferior. Adicionalmente, la orientación e inclinación de los lucernarios debe ser la misma en ambos modelos.
- Si el acristalamiento en el edificio Propuesto tiene dispositivos de **Sombreado local**, estos son omitidos en el modelo del edificio de Referencia. Lo mismo sucede con los bloques de **componente estándar**, que si se usan en el edificio Propuesto se omiten en el de Referencia.

La siguiente imagen muestra un edificio Propuesto y su correspondiente edificio de Referencia, ya con los ajustes pertinentes:



### Datos de actividad

En el edificio de Referencia los datos de Actividad deben ser idénticos a los del edificio propuesto, con la excepción de que el **Tipo de edificio** debe ser **2-Referencia**. De acuerdo a los lineamientos del Apéndice G, las tasas de ganancias internas asociadas a personas y equipos, así como sus respectivas programaciones, deben ser iguales en ambos edificios.



## Datos de cerramientos

Al momento de generar el edificio de Referencia, DesignBuilder le asigna automáticamente los cerramientos relevantes, con base en los criterios de la tabla G3.1-5 y las tablas 5.5-1 a la 5.5-8 del estándar ASHRAE 90.1. La terminología usada por el programa para identificar esos cerramientos incluye la zona climática, una descripción del tipo de cerramiento y el nivel de aislamiento. Veamos el siguiente cerramiento como ejemplo:

*CZ4 Non-Res, Wall, Steel-Framed, R-13.1+R-7.4 (2.3+1.3), U-.064 (.365)*

El cerramiento anterior representa un muro con marcos de acero para edificios no residenciales y para la zona climática 4 (CZ4). Tiene dos capas de aislamiento con una resistencia mínima de 13.1 y 7.4 ft<sup>2</sup>·°F/Btu·hr en unidades IP (2.3 y 1.3 m<sup>2</sup>·K/W en unidades SI). El Valor U del cerramiento en su conjunto es de 0.064 Btu·hr/ft<sup>2</sup>·°F en unidades IP (0.365 W/m<sup>2</sup>·K en unidades SI).

Tenga en cuenta también los siguientes aspectos:

- a) El estándar ASHRAE 90.1 requiere dos tipos especiales de cerramientos: los **Suelos sobre terreno con Factor F** y los **Muros enterrados con Factor C**. Estos cerramientos son diferentes a los convencionales, ya que no se definen mediante capas de materiales, sino mediante propiedades térmicas globales representadas por el Factor F y el Factor C, respectivamente. En las simulaciones EnergyPlus emplea internamente estos parámetros para generar cerramientos convencionales equivalentes, asumiendo que solo intercambian calor con las **Temperaturas del terreno MétodoFactorFC**.
- b) Los cerramientos que no están incluidos en el estándar ASHRAE 90.1, como las **particiones** y los **suelos interiores**, se modelan con los mismos componentes que el edificio Propuesto.

## Acristalamiento

Como sucede con los cerramientos, al momento de generar el edificio de Referencia el programa le asigna automáticamente los componentes de acristalamiento, también con base en los criterios de la tabla G3.1-5 y las tablas 5.5-1 a la 5.5-8 del estándar ASHRAE 90.1. La terminología usada por el programa para identificar esos acristalamientos incluye la zona climática, una descripción del tipo de acristalamiento y el nivel de aislamiento. Veamos el siguiente componente como ejemplo:

*CZ3, Non-Res, Vertical, Metal framing - All other, U-.65 (3.69)*

El componente anterior representa un acristalamiento vertical (es decir, ventanas en muros exteriores) con marcos metálicos, para edificios no residenciales y para la zona climática 3 (CZ3). El Valor U del acristalamiento en su conjunto es de 0.65 Btu·hr/ft<sup>2</sup>·°F en unidades IP (3.69 W/m<sup>2</sup>·K en unidades SI).

Tenga en cuenta lo siguiente respecto al modelado del acristalamiento en el edificio de Referencia:

- a) Mientras que en el edificio Propuesto se puede emplear componentes de acristalamiento con el **Método de definición 1-Capas**, en el edificio de Referencia siempre se usa el método **2-Simple**. El primer método permite definir cada vidrio y cámara de gas de manera independiente, mientras que el segundo implica definir el acristalamiento mediante los parámetros globales Transmisión solar total (SHGC), Transmisión de luz y Valor U.

- b) Dado que el acristalamiento se define mediante parámetros globales, en el edificio de Referencia no se debe agregar **marcos y divisores** a las ventanas exteriores ni a los lucernarios.
- c) El estándar ASHRAE 90.1 no considera las ventanas interiores, por lo que DesignBuilder siempre las modela en el edificio de Referencia con un componente que representa una ventana de vidrio simple claro de 3 milímetros.

## Iluminación

En el edificio de Referencia, la **Densidad de potencia** de la iluminación general se establece de manera automática, con base en la **Categoría de iluminación ASHRAE 90.1** definida en la pestaña de datos de Actividad.

## Tarifas

Las Tarifas (costes de servicios) deben ser las mismas que las del edificio Propuesto.

## Definición del sistema HVAC del edificio de Referencia

De acuerdo al Apéndice G del estándar ASHRAE 90.1, el sistema HVAC del edificio de Referencia se debe definir de acuerdo al uso del edificio (residencial o no residencial), el número de plantas y la fuente de calefacción, entre otros factores. La versión 2007 del estándar incluye ocho posibles sistemas HVAC, mientras que la versión 2010 incluye diez. Hay también criterios adicionales para definir sistemas HVAC no predominantes, con base en el área de suelo acondicionado.

DesignBuilder incluye plantillas predefinidas para todos los sistemas del estándar ASHRAE 90.1, y ofrece además un asistente para seleccionar el sistema adecuado para las zonas acondicionadas primarias. Sin embargo, en el caso de las zonas secundarias o con sistemas HVAC no predominantes, es necesario añadir dichos sistemas de manera manual.

**Nota:** De acuerdo al Apéndice G del estándar ASHRAE 90.1-2007, si el edificio Propuesto existe y tiene un sistema HVAC completo, entonces tanto en éste como en el edificio de Referencia el sistema HVAC se debe modelar para representar fidedignamente el sistema real.

## Uso del asistente para definir el sistema HVAC

Cuando se accede al nivel del sistema HVAC mediante el árbol del modelo (<Sistema HVAC>), automáticamente se abre el diálogo **Selección del sistema HVAC del edificio de Referencia**. Si ya está en el nivel del sistema HVAC y desea volver a abrir el dialogo puede hacer clic en el ícono **Cargar plantilla de HVAC**, disponible en la barra de herramientas.

El diálogo muestra primero los datos usados para seleccionar el sistema de HVAC del edificio de Referencia, de acuerdo a los lineamientos del estándar ASHRAE 90.1. En la parte superior del diálogo se indica el sistema seleccionado por DesignBuilder con base en dichos datos. Cuando el sistema corresponde al #7 o #8, el diálogo muestra también un encabezado para el cálculo de **Diseño de refrigeración** (si ese cálculo no se ha llevado a cabo antes de abrir el diálogo). El cálculo de diseño de refrigeración es necesario para saber cuántas enfriadoras requerirá el sistema, y por lo tanto el botón Siguiente permanecerá inactivo hasta que se lleve a cabo, o hasta

que active la casilla **No desea o no es necesario ejecutar el cálculo de dimensionado de la refrigeración**.

Después de hacer clic en el botón Siguiente, se muestra la plantilla de HVAC Detallado que corresponde al sistema seleccionado. Si tiene razones de peso para hacerlo y conoce las implicaciones, puede cambiar la plantilla seleccionada por el programa.

En la siguiente sección puede seleccionar las zonas que serán servidas por el sistema HVAC. De manera predeterminada DesignBuilder selecciona todas las zonas del modelo, pero puede desactivar las zonas que considere pertinentes. Todas las zonas seleccionadas serán asignadas a un **Grupo de zonas HVAC**.

Una vez concluido el proceso, el diagrama del sistema HVAC será mostrado en la pantalla de edición. El proceso de asignación del sistema HVAC se puede repetir cuantas veces sea necesario, ya sea para cambiar el sistema primario o para añadir sistemas secundarios, o no predominantes. Para ello debe hacer clic en el ícono **Cargar plantilla de HVAC**, en la barra de herramientas.

#### Notas:

1. DesignBuilder generará el número adecuado de enfriadoras y calderas. Sin embargo, actualmente el programa solo puede incluir automáticamente hasta tres enfriadoras. Si se requieren enfriadoras adicionales debe añadirlas de manera manual, yendo al nivel de la parte de suministro del circuito de agua fría.
2. Los sistemas de agua caliente sanitaria (ACS) deben añadirse manualmente, ya que no forman parte del sistema de HVAC primario.

### Ajustes manuales al sistema HVAC

El procedimiento descrito arriba permite seleccionar de manera semi-automática el sistema HVAC del edificio de Referencia. Sin embargo, una vez se ha cargado el sistema, es necesario terminar de configurarlo de manera manual para cumplir completamente los requerimientos del estándar ASHRAE 90.1. Por ejemplo, es posible que requiera efectuar cálculos de diseño de calefacción y refrigeración para obtener datos de dimensionado para las diferentes zonas, o ejecutar una simulación de prueba para obtener datos de dimensionado de los sistemas primarios y de los equipos. En próximas versiones DesignBuilder automatizará muchos de esos ajustes. La siguiente es una lista de los principales puntos a tener en cuenta:

- Revise los rendimientos mínimos de los equipos, de acuerdo a la sección 6.4 del estándar ASHRAE 90.1 y a la sección G3.1.2.1 del Apéndice G.
- Verifique si se requiere implementar baterías de precalentamiento en el sistema HVAC del edificio de Referencia, con base en la sección G3.1.2.3 del Apéndice G.
- Las zonas climáticas 3 a la 8 requieren el uso de **economizador** (enfriamiento gratuito). Verifique la temperatura límite superior para la desactivación del economizador, de acuerdo a las secciones G3.1.2.6 y G3.1.2.7 del Apéndice G. Este parámetro se puede editar en la pestaña **Sistema de aire exterior** del diálogo de edición de la UTA.

- Revise si el sistema de HVAC del edificio de Referencia requiere **recuperación de calor**, de acuerdo a las definiciones de la sección G3.1.2.10 del Apéndice G. Los ajustes se pueden llevar a cabo en la pestaña **Sistema de aire exterior** del diálogo de edición de la UTA.
- Establezca el tipo de bomba del circuito de agua caliente del sistema HVAC como de *velocidad variable* o *velocidad constante*, de acuerdo a lo indicado en la sección G3.1.3.5 del Apéndice G. Haga lo mismo con la bomba del circuito de agua fría, de acuerdo a lo indicado en la sección G3.1.3.10.
- Si el sistema HVAC del edificio de Referencia es el #7 o el #8, defina los requerimientos de disipación de calor del condensador de la enfriadora. En este caso aplican los lineamientos de la sección G3.1.3.11 del Apéndice G.
- En caso de que aplique, defina la recuperación de calor del condensador de la enfriadora, de acuerdo a lo establecido en la sección 6.5.6.2.1 del estándar ASHRAE 90.1.

**Nota:** Tenga en cuenta que estos son los puntos más importantes a revisar. Es responsabilidad del usuario la revisión exhaustiva del sistema HVAC del edificio de Referencia para cumplir cabalmente con los requerimientos del estándar ASHRAE 90.1 y su Apéndice G,

## 12.3. Simulaciones y resultados

Antes de efectuar las simulaciones ASHRAE 90.1 propiamente dichas, se recomienda enfáticamente llevar a cabo simulaciones estándar, tanto del edificio Propuesto como del edificio de Referencia, y efectuar revisiones exhaustivas de control de calidad. Como mínimo, después de revisar todos los datos de entrada de los modelos debería ejecutar simulaciones para periodos cortos y revisar resultados sub-horarios clave. Por ejemplo, se recomienda efectuar simulaciones para las semanas extremas de invierno y verano, y luego verificar la operación de las plantas de generación de calor y frío. En ciertos casos también sería importante efectuar simulaciones para semanas entre estaciones (por ejemplo una semana de primavera) para verificar que los sistemas de calefacción y refrigeración no están interfiriendo entre sí. Finalmente, puede ejecutar simulaciones anuales (con resultados en intervalo mensual y anual) para revisar los consumos energéticos clave y las horas con cargas no cubiertas.

**Nota:** La herramienta **Results Viewer**, proporcionada por DesignBuilder, puede ayudar a revisar los resultados de simulación, incluyendo los resultados en el nivel nodo HVAC.

### Ejecución de las simulaciones ASHRAE 90.1

Una vez todo esté listo puede efectuar las simulaciones ASHRAE 90.1, que implican un proceso independiente de las simulaciones estándar. Para ello, estando en la pantalla de simulación, debe ir a la pestaña ASHRAE 90.1. DesignBuilder recomienda hacerlo primero para el edificio Propuesto y luego para el edificio de Referencia (que se simulará cuatro veces, una por cada orientación).

Algunas de las opciones de simulación disponibles en el diálogo **Opciones de cálculo**, que se abre al efectuar las simulaciones ASHRAE 90.1, están restringidas para garantizar que los edificios Propuesto y de Referencia se puedan comparar de acuerdo a los requerimientos del estándar. Otros aspectos que conviene resaltar son los siguientes:

- Para el edificio de Referencia, la opción de **Distribución solar** se establece automáticamente como *1-Sombreado mínimo*. Este ajuste obedece a la tabla G3.1-5 del Apéndice G, que indica que el edificio de Referencia debe ser modelado sin considerar el auto-sombreado.
- En lo que respecta a las opciones de resultados, DesignBuilder recomienda activar siempre las casillas Resumen LEED, Annual Building Utility Performance Summary (ABUPS) y Demand End Use Components Summary (en el encabezado **Tablas de resumen anual**). De esa manera podrá revisar los resultados de resumen relacionados con el Sistema de certificación LEED después de efectuadas las simulaciones.
- Las simulaciones ASHRAE 90.1 siempre se efectúan mediante el **Administrador de simulaciones**. En la pestaña correspondiente del diálogo de Opciones de cálculo es posible seleccionar el servidor local (la propia computadora) o un servidor remoto. El Administrador de simulaciones permite simular en paralelo (simultáneamente) las cuatro orientaciones del edificio de Referencia.

### Resultados de las simulaciones ASHRAE 90.1

Una vez se han simulado ambos edificios, el Propuesto y el de Referencia, en la pestaña ASHRAE 90.1 de la pantalla de simulación se muestra una gráfica comparativa con los **consumos energéticos anuales**. Los consumos se clasifican de acuerdo a las categorías de uso final, como calefacción, refrigeración, iluminación interior y exterior, etcétera. Esta gráfica permite visualizar el nivel de mejora del edificio Propuesto respecto al de Referencia.

También puede revisar los resultados de resumen relacionados con el Sistema de certificación LEED. Estos se ubican en la pestaña Resumen de la pantalla de simulación, en la sección *LEED Summary*. Por ejemplo, las tablas EAp2-4/5, EAp2-6 y EAp2-7 permiten verificar el cumplimiento del Prerrequisito 2 del crédito Energía y Atmósfera: Rendimiento Energético Mínimo. La tabla EAp2-2, por otro lado, muestra el número de horas en las que las cargas de calefacción y refrigeración no son cubiertas (ver siguiente apartado).

Finalmente, tenga en cuenta que los archivos producidos después de efectuar las simulaciones, los cuales contienen todos los resultados producidos, se guardan en una carpeta del disco duro local, ubicada en una ruta como la siguiente:

*C:\Usuarios\<(nombre de usuario)\AppData\Local\DesignBuilder\EnergyPlus\ASHRAE901*

Los archivos correspondientes a las cuatro orientaciones del edificio de Referencia se identifican mediante un sufijo que indica el ángulo de rotación: B000 (0°), B090 (90°), B180 (180°) y B270 (270°). Los archivos correspondientes al edificio propuesto se identifican con el sufijo P000. En esa misma ubicación se guarda una carpeta ZIP con los archivos requeridos para la entrega al GBCI (Green Building Certification Institute), mediante el sistema **LEPOST**.

### Horas con cargas no cubiertas

La tabla EAp2-2, disponible como parte de los resultados de resumen LEED, muestra el número de horas en que las cargas de calefacción y refrigeración no son cubiertas. Las **horas con cargas no cubiertas** representan las horas en las que las consignas de temperatura para calefacción y/o

refrigeración no son logradas. Un número elevado de horas con cargas no cubiertas suele indicar que los sistemas han sido sub-dimensionados o están siendo incorrectamente controlados.

De acuerdo a los lineamientos del estándar ASHRAE 90.1, el tiempo con cargas no cubiertas no deben exceder las 300 horas (de las 8760 horas simuladas), y el tiempo con cargas no cubiertas del edificio Propuesto no debe ser superior por más de 50 horas al del edificio de Referencia. Cumplir estos criterios es obligatorio, a menos que se pueda demostrar que superar límites de horas con cargas no cubiertas no afecta negativamente el rendimiento del edificio ni la precisión de los resultados de simulación. En todo caso, solo la **Autoridad Evaluadora** puede dar el visto bueno para no cumplir estrictamente con éstos criterios.

Si, después de revisar que los sistemas están siendo correctamente controlados, las horas con cargas no cubiertas del edificio Propuesto superan por más de 50 las del edificio de Referencia, las capacidades de los sistemas de éste último se pueden reducir incrementalmente (volviendo a efectuar las simulaciones cada vez), hasta que se cumpla con el límite. Si el edificio Propuesto y/o el de Referencia superan las 300 horas con cargas no cubiertas, las capacidades de los sistemas se deben aumentar incrementalmente (volviendo a efectuar las simulaciones cada vez) hasta que se cumpla con el límite.

**Nota:** Si las capacidades de los sistemas HVAC del edificio Propuesto han sido incrementadas para cumplir el límite de horas con cargas no cubiertas, esos cambios se deben reflejar de manera adecuada en los planos y documentos de construcción.

## Post procesamiento de los datos

DesignBuilder está desarrollando un conjunto de herramientas en línea para asistir al usuario en el proceso de validación de la información y la entrega de documentos al GBCI (Green Building Certification Institute). Las nuevas herramientas, llamadas **LEPOST**, estarán disponibles durante el año 2017. Se podrá acceder a ellas haciendo clic en el ícono **Entrega LEPOST**, disponible en la barra de herramientas (estando en la pestaña ASHRAE 90.1 de la pantalla de Simulación).

## 13. Utilidades de DesignBuilder

En esta sección se describe el uso de algunas aplicaciones que forman parte de DesignBuilder, entre ellas el Procesador de archivos climáticos, el Administrador de simulaciones, Result Viewer y el Calculador de confort térmico.

### 13.1. Procesador de archivos de datos climáticos

DesignBuilder ofrece un **Procesador de archivos de datos climáticos**, el cual se basa en el programa auxiliar de EnergyPlus *Weather Converter*. Esta aplicación, a la cual se puede acceder desde el menú *Herramientas*, se puede emplear para:

- Modificar archivos EPW de EnergyPlus, de tal manera que sus fechas se sincronicen con las del año 2002. DesignBuilder emplea esta convención para mostrar resultados diarios, horarios y sub-horarios sincronizando correctamente los días de la semana.
- Generar archivos de estadísticas de datos climáticos (STAT) asociados a los archivos EPW.
- Traducir archivos de datos climáticos horarios con otros formatos diferentes al de EnergyPlus, con el objeto de poder usarlos en DesignBuilder.
- Generar archivos de datos climáticos modificados, por ejemplo para evaluar escenarios de cambio climático.

En los siguientes apartados se detalla la información y los comandos manejados en cada una de las pestañas del diálogo del Procesador de archivos de datos climáticos.

**Nota:** Cuando se generan o procesan archivos de datos climáticos, estos se guardan en la **Carpeta de datos climáticos horarios** de DesignBuilder, a la cual se puede acceder desde el menú *Archivo > Carpetas*, o bien desde la pestaña **Revisar** de éste diálogo.

#### Datos de entrada

Aquí puede seleccionar el archivo o los archivos a procesar. En este caso no se seleccionan los archivos directamente, sino la carpeta en la que se encuentran. Para ello puede hacer clic en el símbolo de puntos suspensivos (...) a la derecha del campo **Carpeta**, con lo que se abre un diálogo en el que puede navegar hasta la carpeta deseada. Los formatos admitidos son:

- Archivos EnergyPlus (EPW)
- Archivos de "valores separados por comas" EnergyPlus (CSV)
- Archivos TMY2 (TMY2 o TM2)
- Archivos TMY (TMY)
- Archivos IVEC (IVEC o IWC)
- Archivos Samson (SAMSON o DAT)
- Archivos WYEC2 (WYEC2 o WY2)
- Archivos formateados DOE-2 (FMT o TXT)
- Archivos formateados ESP-r (EPR-R o CLM)
- Archivos formateados BLAST ASCII (BLAST o ASC)



Los archivos de datos climáticos localizados en la carpeta seleccionada se cargan automáticamente en una **lista** disponible en ésta misma pestaña. Entonces puede seleccionarlos activando la casilla correspondiente.

## Opciones

En esta pestaña puede definir el **Tipo de archivo a generar**, establecer si desea **Corregir datos fuera de rango**, establecer los criterios para generar el **Informe de errores** y definir si desea **Cambiar el nombre de archivo** automáticamente.

### Tipo de archivo a generar

Puede indicar el **Formato de salida** del archivo que desea generar. Debe seleccionar la opción *Archivos de datos EnergyPlus* para generar un archivo EPW, el único que puede usar con DesignBuilder.

#### Notas:

1. Puede seleccionar un archivo **EPW** en la pestaña *Datos de entrada*, y luego seleccionar el mismo formato de salida aquí. Al hacer esto estará procesando el archivo sin cambiar su formato, pero aplicando los ajustes requeridos. Esto también es útil para cuando solo tiene el archivo EPW y desea generar el archivo STAT.
2. **IMPORTANTE:** El formato de salida predeterminado es el de EnergyPlus. Si ese es el que desea, en ocasiones es necesario seleccionar otro formato cualquiera y luego **volver a seleccionar** el de EnergyPlus.

### Corrección de errores

Si activa la casilla **Corregir datos fuera de rango** el procesador tratará de ajustar cualquier dato que se encuentre fuera de los límites establecidos en el *Diccionario de Datos (IDD)* de EnergyPlus. Los siguientes son algunos de los límites establecidos en el apartado *EnergyPlus Weather File Data Dictionary* del manual *Auxiliary Programs* de EnergyPlus:

- **Temperatura de bulbo seco:** de -70°C a 70°C.
- **Temperatura de bulbo húmedo:** de -70°C a 70°C.
- **Humedad relativa:** 0% a 110%.

Si no activa la casilla cualquier dato fuera de rango será reportado, pero no corregido.

### Informe de errores

Cuando existe una gran diferencia entre dos valores horarios consecutivos, es posible que exista un error en los datos. Estos errores no se pueden corregir con el procesador, pero se reportan en el archivo con extensión AUDIT que se genera al concluir el proceso. En el caso de la temperatura de bulbo seco, se puede definir el valor detonador del reporte de error de acuerdo a las siguientes opciones:

- a) Si activa el botón de radio **Usar valor detonador calculado**, entonces el reporte de error se detonará siempre con el valor calculado internamente por el procesador.

- b) Si selecciona uno de los botones con valor específico (5°C, 10°C o 15°C) el reporte de error se detonará con el valor más bajo entre el establecido aquí y el calculado.
- c) Si selecciona uno de los botones con valor específico (5°C, 10°C o 15°C), y también activa la casilla **Ignorar valor calculado**, entonces el reporte de error siempre se detonará con el valor indicado.

Los reportes de error de la temperatura de bulbo húmedo y la velocidad del viento siempre se detonan a partir de valores calculados.

### Cambiar el nombre de archivo

Si selecciona la casilla bajo este encabezado automáticamente se cambiará el nombre del archivo procesado, siguiendo el formato *País\_Lugar\_Fuente*. También tiene la opción de copiar los archivos en la carpeta del país, dentro de la carpeta principal de datos climáticos.

**Nota:** Generalmente no se recomienda activar esta opción, pues puede **generar error** al procesar el archivo de datos climáticos horarios.

### Modificar

En esta pestaña puede establecer si desea **Fijar fechas sincronizadas con el año 2002**, así como establecer parámetros para **Modificar las temperaturas durante el procesamiento**.

#### Fijar año

Se recomienda activar siempre la casilla **Fijar fechas sincronizadas con al año 2002**. Con eso se asegura de que los resultados diarios, horarios y sub-horarios generados por EnergyPlus se sincronizan correctamente con las gráficas generadas por DesignBuilder. Si no activa la casilla los resultados NO se verán afectados, pero puede alterar la correspondencia con los días de la semana (por ejemplo, puede ver datos del domingo como un día ocupado, aun cuando no lo sea). Adicionalmente, al activar la casilla se asegura de que el año no es bisiesto, lo cual no es admitido por DesignBuilder.

#### Modificar temperaturas

Si activa la casilla correspondiente puede modificar las temperaturas del archivo de datos climáticos durante su procesamiento. Hay dos maneras de hacerlo:

**Establecer grados-día.** Cuando selecciona este botón puede establecer un número de grados-día de calefacción y/o refrigeración, con sus respectivas temperaturas base. El procesador comparará los grados-día reales con los establecidos aquí, y modificará consecuentemente cada valor horario de temperatura. Esta opción puede ser útil cuando se tienen datos de grados-día de calefacción y/o refrigeración de periodos específicos.

**Nota:** Puede seleccionar datos de grados-día de calefacción medidos en el Reino Unido durante los últimos 13 años, haciendo clic en el símbolo de puntos suspensivos (...) a la derecha del campo **Grados-día de calefacción**.

**Añadir una diferencia de temperatura.** Si selecciona este botón puede establecer una Diferencia de temperatura fija (positiva o negativa) para modificar cada valor horario de temperatura en el archivo. Esta opción puede ser útil para generar rápidamente diferentes escenarios climáticos, evaluando por ejemplo qué pasaría si la temperatura promedio anual aumentara 2°C.

## Revisar

Cuando se generan o procesan archivos de datos climáticos, estos se guardan en la **Carpeta de datos climáticos horarios** de DesignBuilder, a la cual se puede acceder desde el menú *Archivo > Carpetas*. Sin embargo, la pestaña **Revisar** del procesador ofrece acceso directo a esos archivos. Desde aquí los puede seleccionar y abrir para revisar su contenido, haciendo clic en el comando **Abrir archivo seleccionado** que se ubica en el panel de **Información**.

**Nota:** Cuando se generan archivos en el formato de EnergyPlus, además del archivo EPW se crean otros tres archivos (STAT, DDY y AUDIT).

## 13.2. Administrador de simulaciones

El **Administrador de simulaciones** es una aplicación de DesignBuilder que permite ejecutar y controlar múltiples simulaciones en paralelo. Con ella es posible sacar el máximo provecho de las computadoras con múltiples núcleos, acortando los tiempos de simulación y facilitando el proceso de trabajo. Con el Administrador de simulaciones también es posible enviar tareas de simulación a servidores en redes locales o remotas.

### Opciones del administrador de simulaciones

En el diálogo de **Opciones de cálculo**, que se abre automáticamente al ejecutar una simulación, se encuentra la pestaña Administrador de simulaciones. Ahí puede activar la casilla del comando **Usar administrador de simulaciones**, en cuyo caso aparecerán los parámetros que se describen a continuación.

**Nota:** Si no activa la casilla, la simulación se ejecutará de manera normal en DesignBuilder, lo cual significa que solo puede hacer una simulación a la vez y que debe esperar a que dicha simulación concluya para seguir usando el programa.

### Servidor

El único servidor incluido de manera predeterminada es el *localhost*, lo cual significa que se empleará el Administrador de simulaciones instalado en la propia computadora. Esta herramienta se instala junto con el programa, por lo que no es necesario hacer una instalación adicional.

Empleando el servidor *localhost* puede iniciar múltiples simulaciones y luego seguir trabajando con DesignBuilder u otros programas. Incluso puede cerrar DesignBuilder y las simulaciones continuarán sin problema. Si la computadora se pone en modo suspensión o hibernación las simulaciones se detendrán también, pero se reiniciarán en el mismo punto cuando la computadora se active de nuevo. Si la computadora se apaga durante las simulaciones éstas se perderán, y será necesario reiniciar de cero al encenderla de nuevo.

De manera alternativa, puede establecer otro servidor con el cual esté conectado en red. Para que otros servidores aparezcan en la lista desplegable debe seguir las instrucciones indicadas en la sección [Administrador de simulaciones con servidor en red](#). Una ventaja adicional de usar el administrador de simulaciones con un servidor externo es que puede apagar su computadora sin interrumpir el proceso (aunque deberá estar conectado a la red para iniciar las simulaciones y para recuperar los resultados). Y obviamente, mientras más potente sea dicho servidor más rápido podrá concluir las simulaciones.

**Nota:** Puede adquirir un servidor de alto desempeño, listo para ejecutar simulaciones con EnergyPlus y JEPlus en [EnSimS](#).

### Método de servidor de EnergyPlus

Puede elegir una de las siguientes opciones:


**EnergyPlus.** Es la opción predeterminada. En este caso EnergyPlus se ejecuta directamente, ya sea en la propia computadora o en el servidor de la red.

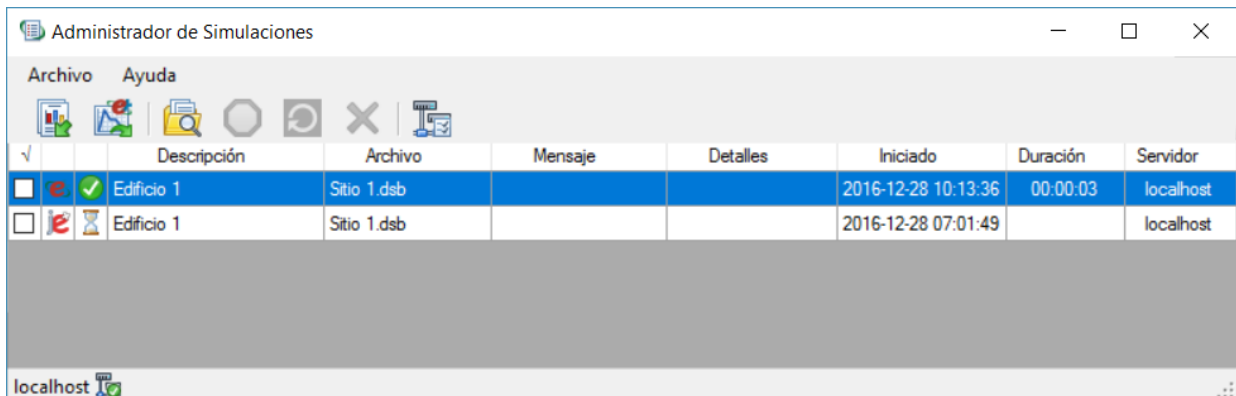
**JEPlus.** Seleccione esta opción si tiene una cuenta del servicio [JESS en línea](#) y desea ejecutar las simulaciones a través de JEPlus y el servidor JESS.

JESS, o Servidor de Simulaciones JEPlus, es un sistema informático que permite ejecutar simulaciones de manera remota en una red de computadoras de elevado rendimiento. **JESS en línea** es un servicio ofrecido por la empresa [EnSimS](#) para ejecutar simulaciones en la nube a través del sistema JESS.

### Cliente del Administrador de simulaciones

El **Cliente** del **Administrador de simulaciones** es una aplicación independiente que se instala junto con DesignBuilder. Permite acceder a las simulaciones durante su ejecución, así como a los resultados de las mismas. A través de esta interfaz puede cargar los resultados directamente en DesignBuilder, o bien abrirlos con la aplicación [Results Viewer](#).

Puede abrir el **Cliente** del Administrador de simulaciones directamente desde DesignBuilder, haciendo clic en el ícono correspondiente en la barra de herramientas , o bien lo puede abrir fuera de DesignBuilder, desde el botón de Windows *Inicio > Todos los programas > DesignBuilder > Simulation Manager*. Su apariencia es más o menos como muestra la siguiente imagen:



Si abre el cliente desde DesignBuilder, estando en el nivel Edificio o cualquier nivel inferior, solo aparecerán las simulaciones vigentes que corresponden a dicho edificio. En cambio, si abre el cliente estando en el nivel Sitio, o desde fuera de DesignBuilder, todas las simulaciones de todos los edificios estarán disponibles. En las siguientes secciones se describe los principales comandos incluidos en el cliente del Administrador de simulaciones.

### Cargar resultados en DesignBuilder

Si abre el **Administrador de simulaciones** desde DesignBuilder, en la barra de herramientas aparecerá el ícono **Cargar resultados en DesignBuilder**. Al hacer clic en dicho ícono los resultados de la simulación actualmente seleccionada se cargarán en la pantalla de resultados de DesignBuilder. Si al momento de cargar los resultados está en alguno de los niveles del modelo, debe ir a la pantalla de resultados de simulación para poder visualizarlos.

**Nota:** Para seleccionar una simulación en el Administrador simplemente debe hacer clic sobre cualquiera de sus campos, por ejemplo en la descripción.

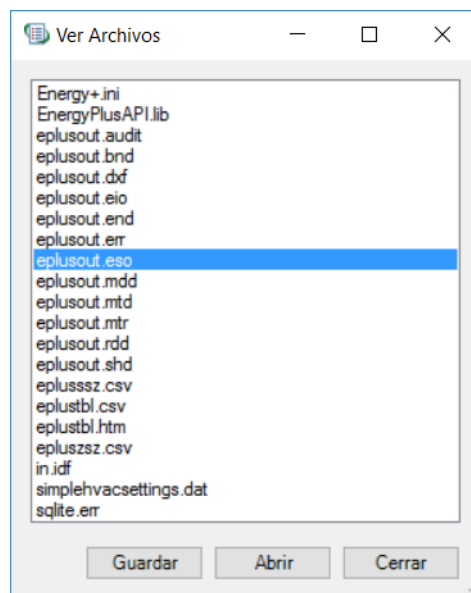
### Ver resultados en Results Viewer

Al hacer clic en éste ícono los resultados de las simulaciones seleccionadas en el Administrador se abrirán en la aplicación de DesignBuilder **Results Viewer**, incluyendo los resultados del archivo ESO y las tablas de resumen HTML.

**Nota:** Es posible hacer una selección múltiple de simulaciones, activando las casillas de verificación correspondientes.

### Ver archivos asociados a la simulación actual

Al hacer clic en éste ícono se abre un diálogo con una lista de los archivos de EnergyPlus asociados a la simulación actualmente seleccionada, incluyendo tanto los archivos de entrada como los de resultados. Desde ese diálogo puede abrir o guardar los archivos que requiera:



## Detener simulación actual

Si la simulación actualmente seleccionada aún se encuentra en ejecución, puede interrumpirla haciendo clic en éste ícono. Obviamente, al hacer esto no se obtendrán resultados.

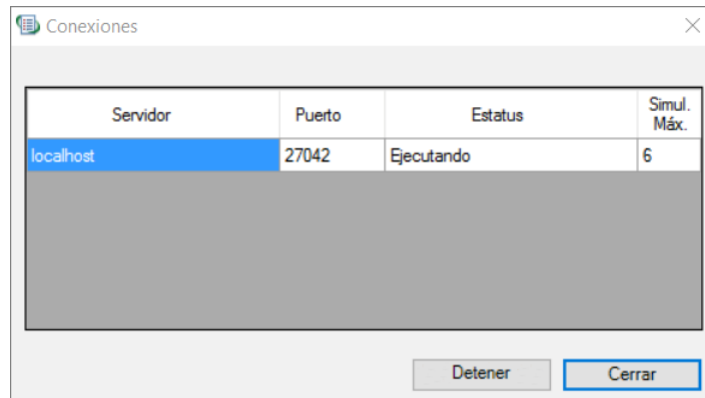
## Eliminar simulaciones seleccionadas

Puede seleccionar simulaciones y luego hacer clic en éste ícono para eliminarlas por completo, incluyendo los archivos de entrada y de resultados.

**Nota:** Es posible hacer una selección múltiple de simulaciones, activando las casillas de verificación correspondientes.

## Ajustes

Al hacer clic en éste ícono se abre un diálogo en el que puede ver el estado de cada uno de los servidores conectados, así como el número de **simulaciones paralelas máximas** (Simul. Máx.) que se pueden ejecutar en cada uno de ellos:



En el caso del servidor *localhost* (el servidor que se ejecuta en la computadora local) puede ajustar el número de simulaciones paralelas máximas, pero, dependiendo de cómo está usando la computadora, debe tener cuidado con este parámetro. Por lo general se recomienda **no** usar toda la capacidad de procesamiento. El número máximo permitido es uno menos que el número de procesadores de la computadora. En las computadoras potentes el número de procesadores equivale a número de núcleos físicos por 2, y entonces, por ejemplo, si la computadora es de 4 núcleos con 8 procesadores virtuales, no puede ingresar aquí un valor superior a 7. Si la computadora se está usando con otros programas además de DesignBuilder, debería dejar al menos dos procesadores virtuales libres. Finalmente, puede usar este diálogo para detener e iniciar el servidor *localhost*.

## Administrador de simulaciones con servidor en red

Además de ejecutarse en la computadora local, como sucede de manera predeterminada, el **Administrador de simulaciones** se puede ejecutar en una red con un servidor Windows independiente. En esta sección se explica cómo establecer el servidor de simulaciones y como conectarse a él desde DesignBuilder.

## Instalación del servicio

Lleve a cabo los siguientes pasos:

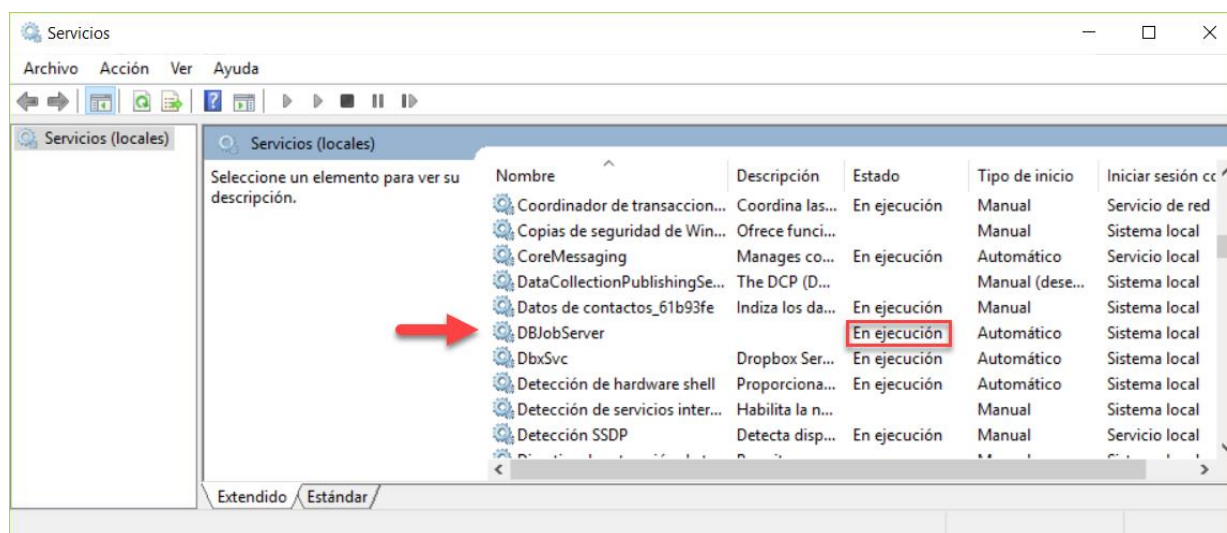
1. Descargue el archivo *JobServer.zip* desde la [siguiente página](#), y guárdelo en la computadora en la que se instalará el servidor.
2. Extraiga el contenido del archivo ZIP.
3. En caso de que lo considere necesario, cambie el número máximo de simulaciones paralelas (el valor predeterminado es 6). Para ello puede abrir el archivo *installservice.bat* con cualquier editor de texto y cambiar el valor al final de la primera línea:

*DBJobServer install . 27042 6*

El número máximo permitido es uno menos que el número de procesadores de la computadora. Por ejemplo, si el servidor de simulaciones tiene 32 procesadores, puede especificar aquí hasta 31. En todo caso, tenga en cuenta que asignar un número tan elevado de simulaciones paralelas puede hacer que otras tareas en el servidor se vuelvan lentas, e incluso sobrecargarlo en exceso.

**Nota:** Este paso es opcional, ya que el número máximo de simulaciones paralelas se puede modificar en la interface del Administrador de simulaciones, accediendo al diálogo de **Ajustes**.

5. Ejecute el archivo *installservice.bat* haciendo doble clic sobre él. Para verificar que el servicio **DBJobServer** se ha activado, en Windows vaya a *Panel de control > Sistema y seguridad > Herramientas administrativas > Servicios*. Debe encontrar algo como lo siguiente:



Si el servicio no se encuentra en ejecución, es posible que requiera abrir una ventana de comandos (símbolo del sistema) con derechos de administrador y emplear el comando *cd* para ir a la carpeta en la que se encuentra el archivo *installservice.bat*, y luego ejecutarlo desde la misma ventana.

6. Asegúrese de que la conexión al servidor está permitida y que no se encuentra bloqueada por algún cortafuego. Para ello puede crear una excepción para el ejecutable *DBJobServer.exe* (sin un puerto en particular).

**Nota:** Para que el servicio funcione correctamente debe tener instalado .NET Framework v3.5 o posterior en el servidor.



## Conectar el servidor al cliente local

Para conectar la computadora local (en la que ejecuta DesignBuilder) con el servidor de simulaciones, puede seleccionar éste último en la lista desplegable del campo **Servidor**, en la pestaña **Administrador de simulaciones** del diálogo de **Opciones de cálculo**. Dicha lista se puede modificar editando el archivo *JobServer.txt*, el cual se ubica en la siguiente ruta de la computadora local:

*C:\Usuarios\<Usuario>\AppData\Local\DesignBuilder\JobServer*

En ese archivo, cada servidor se identifica mediante cuatro parámetros: Host (o Dirección IP), Puerto, Usuario y Contraseña. Por ejemplo, las siguientes dos líneas corresponden a dos servidores distintos, el primero al de la computadora local y el segundo al de un servidor en red:

*localhost,27042,User,123456*

*192.168.1.41,27042,User,123456*

La primera línea corresponde al servidor *localhost*, que viene pre-instalado y pre-definido con DesignBuilder. La segunda línea corresponde a un servidor de simulaciones conectado en red, con la dirección IP 192.168.1.41.

**Nota:** En las versiones actuales del programa solo debe cambiar la dirección IP y el puerto, dejando los valores de usuario y contraseña como están ("User" y "123456", respectivamente).

## Eliminación de versiones de EnergyPlus en caché

El Servidor del Administrador de simulaciones descarga automáticamente la versión de EnergyPlus requerida, guardándola en la siguiente ubicación:

*C:\Usuarios\<Usuario>\AppData\Local\DesignBuilder\JobServer\Jobs\EnergyPlus\versions*

Si se le informa sobre alguna actualización, o hay algún problema con la descarga inicial de EnergyPlus, puede asegurarse de que ese programa se descargue de nuevo. Para ello debe eliminar todos los archivos de la carpeta indicada arriba, antes de ejecutar nuevas simulaciones con el Administrador de simulaciones.

### Notas:

1. La primera vez que ejecuta una simulación a través del Administrador de simulaciones, con una versión distinta de EnergyPlus (o después de eliminar el caché), debe contar con conexión a Internet para que dicho programa pueda ser descargado.
2. También notará que la primera simulación tarda un poco más, ya que primero debe descargarse EnergyPlus. En las siguientes simulaciones, sin embargo, EnergyPlus ya estará descargado y el proceso será más rápido.

## 14. Instalación y activación de licencias

DesignBuilder tiene diferentes sistemas de activación y administración de licencias, ya sea que se trate de licencias **individuales** o licencias de **red**. En este apartado se explican los procedimientos para activar ambos tipos de licencia.

### 14.1. Instalación del programa

Para instalar DesignBuilder en su computadora se recomienda el siguiente procedimiento:

- Descargue y guarde el archivo de instalación en una carpeta que pueda localizar fácilmente. El programa lo puede descargar desde las páginas de [Sol-Arq](#) o [Aurea Consulting](#).
- Una vez descargado, haga doble clic en el archivo de instalación y siga las instrucciones que se le indican. Se recomienda instalar el programa en la ubicación predeterminada.

#### Notas:

1. Debe tener privilegios de administrador en la computadora en la que va a instalar DesignBuilder, pues de otra manera el programa no se instalará correctamente. Puede verificar si tiene privilegios de administrador en la sección *Cuentas de usuario* del *Panel de control* de Windows.
2. Si tiene instalada una versión previa del programa, primero debe desinstalarla desde la sección *Programas y características* del *Panel de control* de Windows.

### 14.2. Activación de licencias individuales

#### Licencias de prueba

Cuando instala DesignBuilder por primera vez en una computadora cuenta con un periodo de prueba gratuito por 30 días, incluyendo casi todas las funciones del programa. Para hacer efectiva la licencia de prueba debe seguir este procedimiento:

- Descargue e instale el programa siguiendo las instrucciones descritas arriba.
- Abra el programa y vaya al **Administrador de licencias** (menú *Ayuda > Licencia*).
- Haga clic en el botón **Evaluar**. Llene y envíe el formulario que aparece a continuación. Debe proporcionar un correo electrónico válido, pues ahí recibirá el código de activación.
- En el **Administrador de licencias** haga clic en el botón **Licencia** y seleccione **Código de activación**. Complete el formulario e ingrese el código que recibió por correo electrónico.
- Todos los módulos de DesignBuilder quedarán activos por 30 días.

#### Nota:

1. Si no recibe un correo con el código, por favor revise la bandeja de correo no deseado.
2. Las licencias de prueba tienen las siguientes limitaciones:
  - No es posible simular más de 50 zonas.
  - Las imágenes generadas por los módulos Visualización y CFD tienen una marca de agua.
  - No es posible exportar resultados numéricos del módulo CFD.
  - El módulo Optimización no se encuentra disponible.

## Licencias propias

Si ha adquirido licencias DesignBuilder, para activarlas puede llevar a cabo el siguiente procedimiento:

- Abra el **Administrador de licencias** (menú *Ayuda > Licencia*).
- Haga clic en el botón **Licencia** y seleccione **Código de activación**.
- Ingrese el código de activación que recibió al adquirir el programa y haga clic en **Aceptar**.
- En la pestaña **Licencias** de módulos podrá revisar los módulos activados con la licencia.

**Nota:** Si está haciendo una actualización del programa, y previamente había activado sus licencias, no suele ser necesario repetir este procedimiento ya que DesignBuilder guarda memoria de las licencias activadas.

## Activación mediante archivo

En algunos casos se suministra un **archivo de activación de licencias** (con extensión *.lic*), generalmente para cursos de formación, o bien cuando un usuario ha adquirido licencias pero no tiene acceso a Internet o en su lugar de trabajo existen estrictas políticas de cortafuegos (firewall) que impiden el procedimiento de activación estándar. En ese caso se recomienda el siguiente procedimiento:

- Abra el **Administrador de licencias** (menú *Ayuda > Licencia*).
- Haga clic en el botón **Licencia** y seleccione **Archivo de licencia**.
- Ubique y cargue el archivo de licencia en el diálogo emergente y haga clic en **Aceptar**.
- En la pestaña **Licencias** de módulos podrá revisar los módulos activados con la licencia.

**Nota:** Las licencias activadas mediante archivo no sobrescribirán ninguna licencia válida adquirida previamente.

## Cambio de licencias de una computadora a otra

Las licencias individuales de DesignBuilder solo se pueden activar en una computadora a la vez. Sin embargo, puede tener instalado el programa en las computadoras que desee y cambiar fácilmente la licencia de una computadora a otra. Para desactivar una licencia en una computadora, y tenerla disponible para activarla en otra, puede seguir este procedimiento:

- Verifique que cuenta con conexión a Internet, abra el programa y vaya al **Administrador de licencias** (menú *Ayuda > Licencia*).
- Vaya a la pestaña **Códigos de activación**.
- Seleccione el código correspondiente y haga clic en el botón **Desactivar**.
- Ahora puede activar la licencia en otra computadora.

**Importante:** En caso de que por alguna razón sea imposible desactivar la licencia, por ejemplo si su computadora fue robada o sufrió daños irreparables, debe ponerse en contacto con nosotros para abrir un caso especial con DesignBuilder UK. En ese sentido le sugerimos manejar con cuidado sus códigos de activación y no facilitarlos a terceras personas.

## 14.3. Licencias de red

Las licencias de red de DesignBuilder utilizan un sistema diferente al de las licencias individuales. Con las licencias de red todos los equipos que son “clientes” de la red pueden acceder a las licencias mediante un servidor que gestiona la asignación de las mismas. El sistema está diseñado para permitir un número máximo de usuarios simultáneos, de acuerdo al número de plazas adquiridas. Por ejemplo, si se adquiere una licencia de red con 10 puestos para el módulo Simulación, el programa se puede instalar en el número de ordenadores que se desee, pero sólo 10 personas podrán acceder simultáneamente a dicho módulo. Si una onceava persona en la red intenta usar el módulo Simulación (abriendo DesignBuilder con la licencia de **Simulación** seleccionada en el diálogo de Licencia) recibirá un mensaje indicando que los puestos están ocupados y que debe esperar hasta que haya uno disponible.

En los casos en los que, por ejemplo, se tiene un número menor de puestos de **CFD** que de **Simulación**, y se necesita transferir una licencia CFD de una computadora a otra, se puede quitar la licencia CFD de la computadora original desmarcando la opción correspondiente en la columna *Usar* del diálogo de *Licencia*. El puesto CFD estará entonces disponible para otro equipo.

Las licencias de Red deben instalarse en un servidor único (al que llamaremos **Servidor de licencias**) y ejecutarse en red. En cada computadora (cliente) de la red en la que se desea usar DesignBuilder se debe establecer una variable de entorno que le indique al programa donde encontrar el **Servidor de licencias**. En esta sección se detalla el procedimiento recomendado para instalar y activar las licencias en red. El procedimiento no es muy complejo, pero se recomienda que sea llevado a cabo por administrador con suficientes conocimientos informáticos.

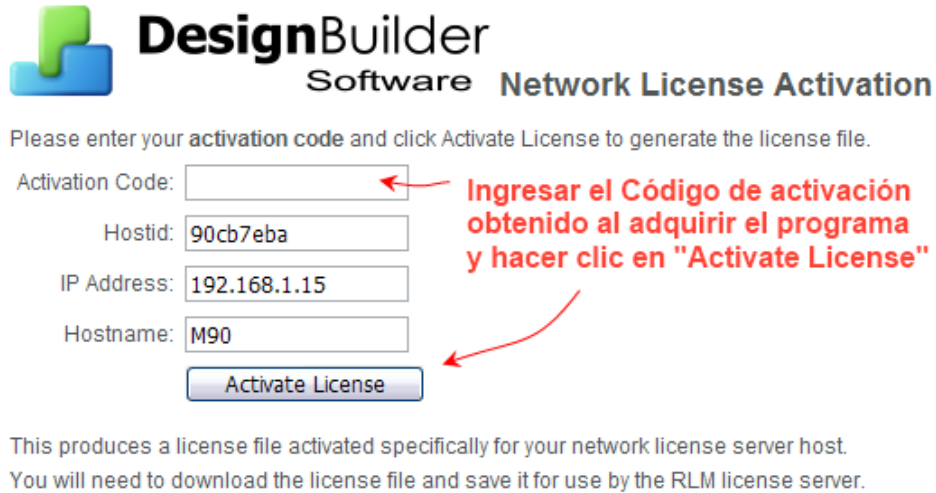
### Descargar archivos y crear Carpeta de instalación RLM

El primer paso consiste en descargar la carpeta *designb\_rlm* (ya sea para servidor Windows o Linux) desde el sitio de [Sol-Arq](#) o el de [Aurea Consulting](#). A continuación, es necesario extraer los archivos contenidos en la carpeta Zip y guardarlos en una carpeta creada dentro de la computadora que se usará como **Servidor de licencias** (por ejemplo c:\RLMSERVER). En adelante nos referiremos a esa carpeta como **Carpeta de instalación RLM**.

### Obtener el Archivo de licencia

Antes de ejecutar el servidor RLM debe obtener el **Archivo de licencia** y guardarlo también en la **Carpeta de instalación RLM**. Para ello es necesario tener a la mano el **código de activación** (ocho dígitos) que recibió al adquirir la licencia, y seguir el procedimiento que se describe a continuación:

- a) Abra la **Carpeta de instalación RLM** y haga doble clic en el archivo *activate.cmd*. Al hacer esto se abrirá una página de [www.designbuilder.co.uk](http://www.designbuilder.co.uk), la cual contiene un formulario.
- b) Ingrese en el formulario el código de activación. Los datos restantes de la forma (*Hostid*, *IP Adress* y *Hostname*) se cargarán automáticamente.
- c) Haga clic en el botón *Activate Licence*. Si el código es correcto aparecerá un enlace para descargar el **Archivo de licencia**.
- d) Descargue el **Archivo de licencia** y guárdelo en la **Carpeta de instalación RLM**.



**DesignBuilder**  
Software Network License Activation

Please enter your activation code and click Activate License to generate the license file.

Activation Code:  ← Ingresar el Código de activación obtenido al adquirir el programa y hacer clic en "Activate License"

Hostid:

IP Address:

Hostname:

This produces a license file activated specifically for your network license server host.  
You will need to download the license file and save it for use by the RLM license server.

## Ejecutar el Servidor RLM

El **Servidor RLM** puede ser ejecutado en dos formas distintas:

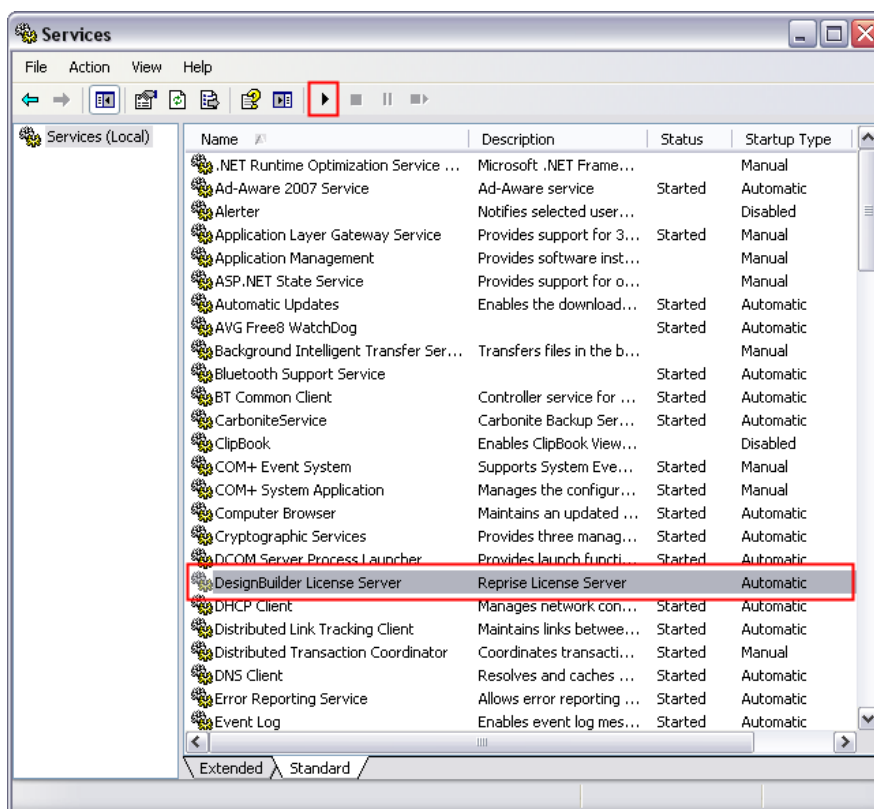
### Mediante ventana de comandos

Se ejecuta directamente haciendo doble clic en el archivo *rlm.exe* (en la **Carpeta de instalación RLM**), lo cual abre una ventana de comandos. Esta opción es útil cuando se ejecuta por primera vez el **Servidor RLM**, ya que permite verificar que éste se inicie correctamente y cargue el **Archivo de licencia**, y que las computadoras de la red obtengan las licencias del servidor (ver abajo).

### Como un Servicio de Windows

Lo más recomendable es dejar instalado el **Servidor RLM** como un **Servicio de Windows**. De esa manera no será necesario reanudarlo manualmente cada vez que la computadora sea reiniciada. Para ello se puede seguir este procedimiento:

- a) Si se está ejecutando el **Servidor RLM** en una ventana de comandos, ésta debe cerrarse antes de iniciarlo como un servicio.
- b) Para crear el **Servicio de Windows** haga doble clic en el archivo *service\_install.cmd*, o bien use la aplicación de Windows: *Panel de control > Herramientas administrativas > Servicios*.
- c) Finalmente, en la misma ventana de *Servicios* deberá establecer el arranque automático del **Servidor RLM**, como se muestra en la imagen de abajo.



Una vez iniciado de esta manera, el servicio se reanudará automáticamente si la computadora es reiniciada. De manera predeterminada el servicio generará un archivo de registro (*designb\_rlm.log*) en la **Carpeta de instalación RLM**. Si se desea guardar ese archivo en una carpeta distinta se puede usar la **Interfaz de administración** (ver abajo). En ese caso es posible especificar el nombre del servicio y la ubicación del archivo de registro.

Es posible que en Windows Vista y posteriores se tengan problemas de permisos al establecer el servicio. En ese caso se puede deshabilitar el **UAC** (*Control de Acceso de Usuario*), o bien hacer clic derecho en el archivo *service\_install.cmd* y seleccionar **Ejecutar como administrador**.

## Establecer las Computadoras cliente

En este paso a cada computadora cliente se le indicará la ubicación del **Servidor de licencias** (previamente debe instalar el programa en cada una de ellas). Hay dos maneras de configurar una variable de entorno apuntando al **Servidor de licencias** en cada computadora cliente:

### Procedimiento sencillo desde DesignBuilder

En el diálogo del **Administrador de licencias** (*Ayuda > Licencia*) haga clic en el botón **Licencia** y luego seleccione la opción **Site network license** (Licencia en red). En la ventana que se abre a continuación ingrese el puerto y la dirección IP del servidor (generalmente el puerto es el 5053). Después de aceptar se escribirá la variable de entorno *DB\_SITE\_SERVER* en la configuración de arranque de Windows.

Es posible encontrar la dirección IP del servidor escribiendo *ipconfig* en la ventana de comandos de Windows, en la computadora que funciona como **Servidor de licencias**:

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter VMware Network Adapter VMnet8:

    Connection-specific DNS Suffix  . : 
    IP Address. . . . . : 192.168.87.1
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 

Ethernet adapter VMware Network Adapter VMnet1:

    Connection-specific DNS Suffix  . : 
    IP Address. . . . . : 192.168.254.1
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : 
    IP Address. . . . . : 192.168.1.16
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 192.168.1.254

Ethernet adapter Wireless Network Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : 
    IP Address. . . . . : 192.168.1.15
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 192.168.1.254

Ethernet adapter Bluetooth Network Connection:
  
```

## Procedimiento manual a través de la configuración de Windows

DesignBuilder examinará la variable de entorno *DB\_SITE\_SERVER* para decidir si buscar licencias de sitio o licencias individuales. Si esta variable se encuentra establecida, entonces el programa tratará de activar licencias del servidor. Si no se encuentra establecida, DesignBuilder tratará de usar licencias individuales (si están disponibles).

La variable de entorno *DB\_SITE\_SERVER* debe establecerse como *port@host*, donde *port* generalmente es 5053 y *host* es el hostname del **Servidor de licencias** (en su sistema DNS) o la dirección IP.

Por ejemplo:

*DB\_SITE\_SERVER= 5053@192.168.1.99*

O bien:

*DB\_SITE\_SERVER=5053@OUR\_SYSTEM\_SERVER*

Para establecer variables de entorno ir a *Panel de control > Sistema > Configuración avanzada del sistema > Opciones avanzadas > Variables de entorno*.

Una vez que DesignBuilder está funcionando es posible activar o desactivar las licencias de los módulos desde el diálogo del **Administrador de licencias** (*Ayuda > Licencia*).



## Interfaz de administración del Servidor RLM

El **Servidor RLM** proporciona una **Interfaz de administración** (basado en navegador) para el **Servidor de licencias**. Para ejecutarlo debe hacer doble clic en el archivo *admin\_interface.cmd* (en la **Carpeta de instalación RLM**). Es necesario tener instalado Windows Internet Explorer.

Para mayores detalles sobre el uso de la **Interfaz de administración** se puede recurrir al **Manual del Usuario RLM** (doble clic en el archivo *online\_manual.cmd*).

**Nota:** DesignBuilder no emplea la página de activación de la **Interfaz de administración**.

## Añadiendo puestos adicionales

Cuando adquiere puestos adicionales para una licencia de red, las nuevas licencias se proporcionan mediante la descarga de un **Archivo de licencia** (.lic). El procedimiento para obtener este archivo es el mismo descrito arriba. El nuevo archivo de licencia no reemplaza los existentes, sino que se agrega a ellos. El **Servidor de licencias** leerá todos los archivos de licencia para determinar el número total de puestos disponibles.