

## **Exportación e importación de variables en HULC (Herramienta Unificada LIDER/CALENER) Capacidades adicionales genéricas**



### **Título de la publicación**

Exportación e importación de variables en HULC  
(Herramienta Unificada LIDER/CALENER)  
Capacidades adicionales genéricas

### **Contenido**

Este documento ha sido elaborado con la colaboración del Grupo de Energética Edificatoria y Sostenibilidad de la Unidad de Calidad en la Construcción del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc-CSIC) y la Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía, AICIA.

Está permitida la reproducción, parcial o total, del presente documento, siempre que esté destinado al ejercicio profesional de los técnicos del sector. Por el contrario, debe contar con aprobación por escrito cuando esté destinado a fines editoriales en cualquier soporte impreso o electrónico.



## Índice

<b>1</b>	<b>Objeto del documento</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Interfaz de exportación e importación de variables internas</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Modificación de variables por programas externos: capacidades adicionales genéricas</b>	<b>7</b>
3.1	Proceso de trabajo y tipos de capacidades genéricas . . . . .	7
3.2	Capacidades adicionales genéricas de la envolvente . . . . .	8
3.3	Capacidades adicionales genéricas de zona . . . . .	8
3.4	Capacidades adicionales genéricas multizona . . . . .	9
<b>4</b>	<b>Formato de los archivos de entrada y salida</b>	<b>10</b>
4.1	Nombre de los archivos . . . . .	10
4.2	Archivos descriptivos de un elemento . . . . .	11
4.3	Archivos descriptivos de una o varias zonas . . . . .	12
4.4	Archivos descriptivos de los caudales de aire entre zonas o con el exterior . . . . .	13



## 1. Objeto del documento

[volver al índice ↑](#)

Este documento describe la exportación, modificación e importación de algunas variables internas de cálculo de la *Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC)*.

A diferencia de los archivos de resultados horarios, este proceso proporciona información detallada de las excitaciones interiores y exteriores de los elementos, así como de las cargas y temperaturas de los espacios del modelo, que intervienen en el proceso de cálculo.

También permite considerar el impacto, en términos de demanda y de consumo energético, de estrategias o sistemas no implementados directamente en la herramienta pero que pueden implementarse por programas externos que realicen modificaciones equivalentes de las variables internas de cálculo, de modo que la *HULC* pueda posteriormente realizar el cálculo energético teniendo en cuenta su efecto.

En los siguientes apartados se explica el proceso de exportación e importación de las variables internas, así como el formato y descripción de las variables exportadas e importadas.

Debe tenerse en cuenta que la modificación de las variables internas de cálculo de la *HULC* puede por programas externos puede suponer, en algunos casos, que los cálculos se realicen en condiciones sin validez reglamentaria<sup>1</sup> y, en ese caso, los datos resultantes no serían válidos para la certificación energética o la verificación del *CTE DB-HE*.

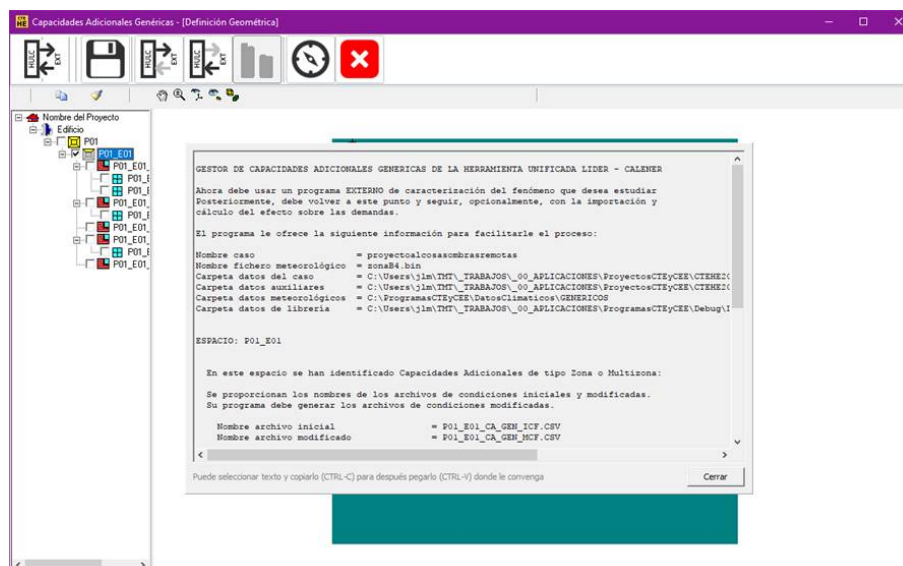
---

<sup>1</sup>Dichas condiciones se establecen en el *Documento de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE DB-HE)* y en el documento reconocido del *RITE Condiciones técnicas de procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de edificios*.

## 2. Interfaz de exportación e importación de variables internas

[volver al índice ↑](#)

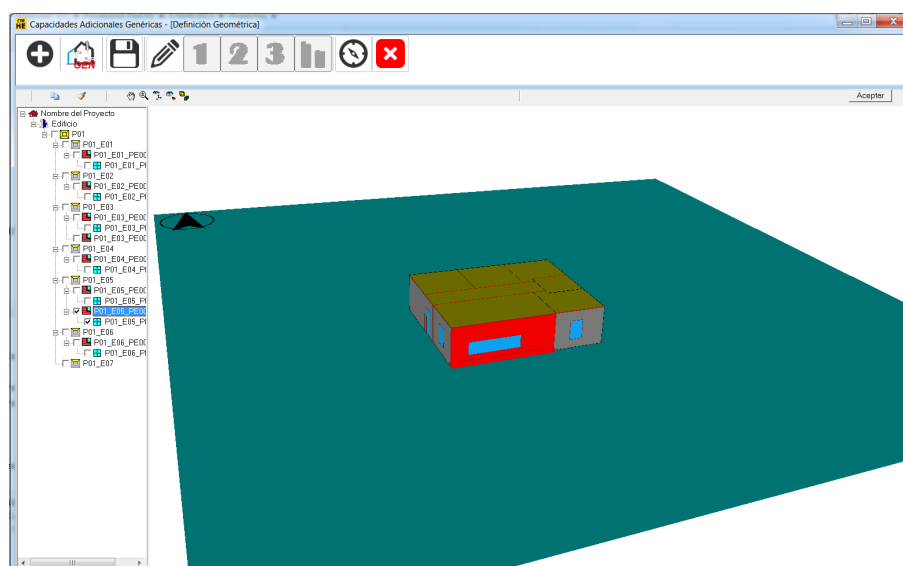
La [Figura 1](#) muestra la **organización general** de la pantalla de exportación e importación de variables a la que se accede desde la ventana principal de la *HULC* usando el icono de *importación/exportación* de la botonera superior.



**Figura 1:** Pantalla general de exportación e importación de variables

La pantalla contiene una botonera superior con botones para *guardar cambios*, *exportar desde HULC*, *importar a HULC*, *comparar resultados*, *obtener ayuda* y *cerrar ventana*; el árbol lateral de selección de elementos y zonas; la ventana de visualización del modelo para la selección e identificación gráfica de los elementos y zonas; y una ventana emergente de información sobre el resultado de las operaciones que se hayan realizado.

La **selección de elementos y zonas para exportar o importar sus variables internas** se realiza bien desde el árbol lateral o bien en la zona de visualización, como se muestra en la [Figura 2](#).



**Figura 2:** Selección de elementos y zonas

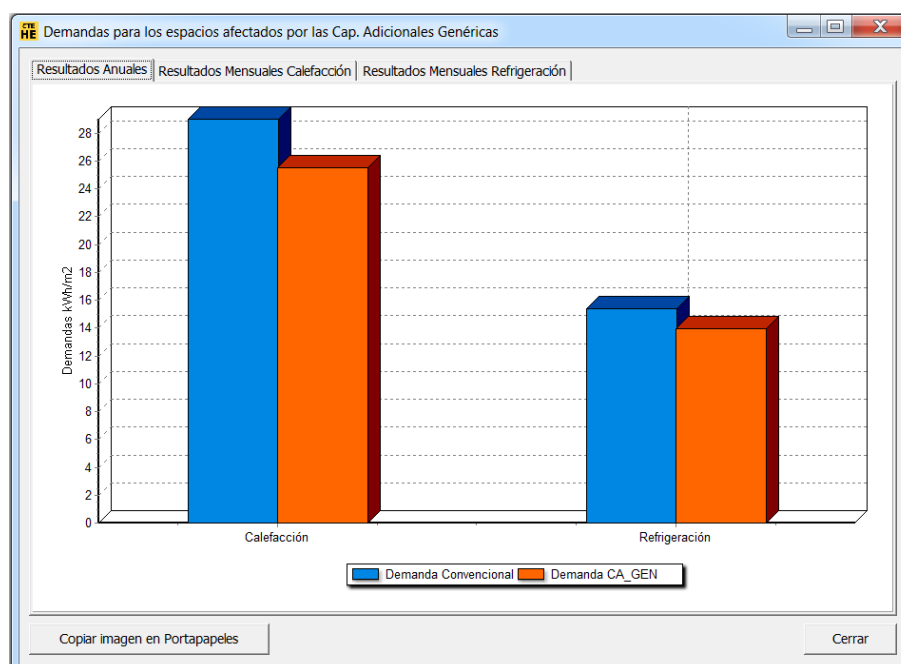
El botón *exportar desde HULC* permite la **exportación de las variables internas** de los elementos y zonas seleccionadas del modelo.

Tras activar la exportación se muestra en una ventana emergente información detallada sobre los archivos generados. El formato y contenido de esos archivos se describe en la sección [Formato de los archivos de entrada y salida](#).

El botón de *importar a HULC* permite la **importación de las variables internas modificadas** de los elementos y zonas del modelo seleccionadas.

Tras activar la importación se muestra en una ventana emergente información de los archivos importados. El formato y contenido de esos archivos se describe en la sección [Formato de los archivos de entrada y salida](#).

El botón de *comparar resultados* permite la **comparación de resultados**, mostrando de forma gráfica (Figura 3) la diferencia producida en la demanda calculada tras la importación de variables modificadas.



**Figura 3:** Comparación de resultados con y sin variables modificadas

### 3. Modificación de variables por programas externos: capacidades adicionales genéricas

[volver al índice ↑](#)

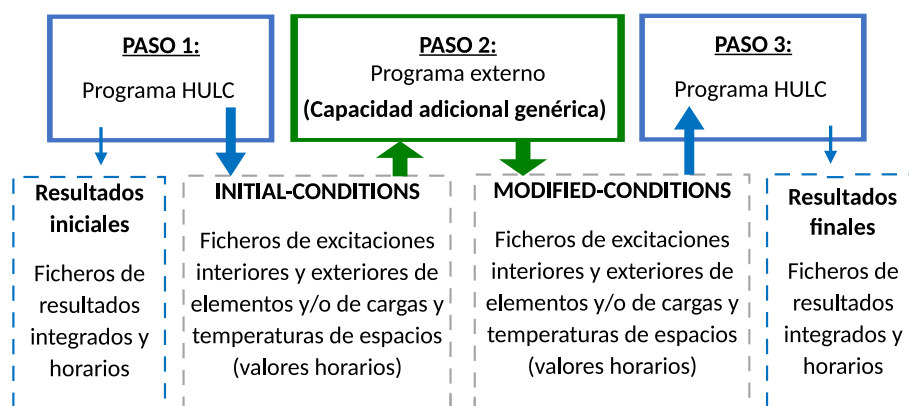
#### 3.1. Proceso de trabajo y tipos de capacidades genéricas

[volver al índice ↑](#)

La *HULC* permite importar valores de las variables internas de cálculo que se han obtenido mediante un programa externo, denominado **capacidad adicional genérica**, que utilizaría el principio de equivalencia para calcular las variables internas de uno o varios elementos o zonas térmicas con el objetivo de modelizar el comportamiento térmico de elementos o estrategias que no se encuentran directamente implementadas en *HULC*.

La integración de los valores modificados por el programa externo se realiza siguiendo la siguiente secuencia de pasos, esquematizados en la [Figura 4](#):

- **Paso 1 Exportación desde la *HULC* las variables internas de los elementos o zonas deseadas**, para generar los archivos de variables internas (**archivos de datos iniciales**), en una localización y con unos nombres que se muestran en una ventana emergente, y que se obtienen en las condiciones de cálculo estándar.
- **Paso 2 Modificación de los datos iniciales de las variables internas** de algunos elementos o zonas usando uno o varios programas externos (**capacidades adicionales genéricas**) que permitan modelizar el fenómeno deseado usando del principio de equivalencia, guardando los archivos en el mismo formato de los datos iniciales (**archivos de datos modificados**), pero con ubicaciones y nombres específicos para que pueda reconocerlos la *HULC*.
- **Paso 3 Importación de los datos modificados** en la *HULC*, que inicia una simulación considerando esos datos.



**Figura 4:** Esquema de trabajo para el uso de capacidades adicionales genéricas

Debe tenerse en cuenta que, en el caso de que varios programas externos trabajen secuencialmente y debido a las interacciones que pueden producirse entre ellos, puede ser relevante el orden en el que se realizan los cálculos.

Igualmente, en el caso de que los resultados estén destinados a un uso normativo (certificación energética o cumplimiento del *CTE DB-HE*), debe tenerse en cuenta que las modificaciones realizadas pueden no ser compatibles con las condiciones establecidas reglamentariamente (ver [Nota a pie de página 1](#)).

Considerando los tipos de componentes, fenómenos o estrategias que podrían modelarse, se establecen tres categorías de capacidades adicionales genéricas según se refieran a:

- la envolvente térmica del edificio (**capacidades adicionales genéricas de la envolvente**),
- una única zona o espacio (**capacidades adicionales genéricas de zona**),
- varias zonas o espacios (**capacidades adicionales genéricas multizona**).

## 3.2. Capacidades adicionales genéricas de la envolvente

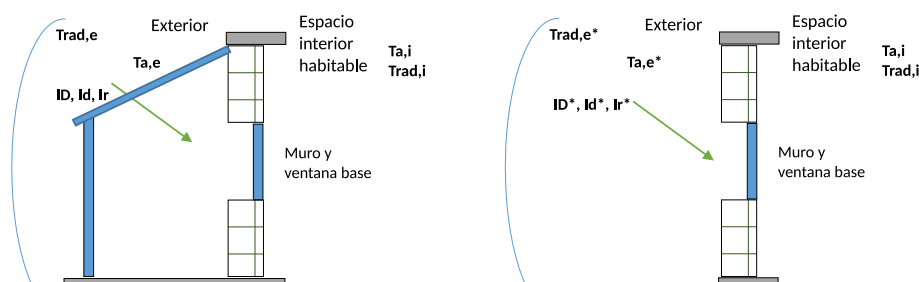
[volver al índice ↑](#)

Los *capacidades adicionales genéricas de la envolvente* del edificio permiten modelar aquellos **elementos exteriores al edificio que modifican su demanda de energía** como, por ejemplo espacios tampón, invernaderos adosados, galerías acristaladas, fachadas ventiladas integrando o no elementos evaporativos o materiales de cambio de fase, fachadas fotovoltaicas con cámara ventilada, elementos domóticos de control solar, etc.

También incluyen aquellos **elementos de control solar cuyo factor de sombra es variable** con la posición solar o que tienen una geometría variable que se activa en función de la temperatura interior-exterior, niveles de radiación, ocupación de los espacios, régimen de verano / invierno etc. , que se utilizan para la mejora del control solar actual –sobre todo de los edificios terciarios–, y que pueden implementarse en combinación con una capacidad de zona si se quiere incluir el efecto sobre la iluminación.

Este tipo de capacidades adicionales genéricas también pueden usarse para evaluar el impacto de **soluciones que permiten el transvase de energía entre un elemento especial de la envolvente y una zona no adyacente**, siempre que para esa nueva zona se defina otro elemento especial de tipo flujo de aire a temperatura conocida.

Estas capacidades adicionales de la envolvente se basan en la aplicación del *principio de equivalencia*, que consiste en determinar las solicitaciones exteriores que debe tener un elemento convencional para que se comporte como el elemento que se pretende utilizar en el edificio. Por tanto, los modelos de este tipo de capacidades adicionales deben determinar las condiciones climáticas exteriores a las que deben someterse los elementos de la envolvente de un edificio –principalmente, pero no exclusivamente, la radiación solar, la temperatura de aire y la temperatura radiante–, para así poder evaluar el efecto que los elementos especiales de la envolvente anteriormente descritos tienen sobre la demanda de energía del edificio.



**Figura 5:** *Izquierda:* Muro y ventana base sobre los cuales se ha instalado un elemento especial de la envolvente. *Derecha:* Muro y ventana que tienen un comportamiento análogo a los anteriores debido a la modificación de las solicitaciones exteriores (Temperatura radiante, Temperatura del aire e Irradiancia solar)

## 3.3. Capacidades adicionales genéricas de zona

[volver al índice ↑](#)

Las *capacidades adicionales genéricas de zona* comprenden las modificaciones de datos que afecten únicamente a una zona, tales como las absorptividades de onda corta de las superficies interiores de una zona, el porcentaje del suelo ocupado por el mobiliario o su peso específico medio y calor específico.

También permiten contemplar fenómenos como la mejora de la inercia para aprovechamiento de la radiación solar en invierno, tratando la redistribución de la irradiancia solar absorbida por las paredes interiores y, en vez de un valor único de redistribución, proporcionando valores dependientes del tiempo, de modo que se pongan en valor las masas térmicas existentes e incluso aquellos derivados de una redirección de la radiación.

Otros ejemplos de capacidades adicionales genéricas de zona son aquellas que permiten el control de la iluminación artificial en función de la disponibilidad de iluminación natural, o bien el precalentamiento o preenfriamiento de aire a través de, por ejemplo, conductos enterrados, técnicas evaporativas, etc.

Las capacidades adicionales genéricas de zona muestran, y permiten modificar, los valores de los datos relativos a las condiciones de contorno en las superficies interiores de las zonas tales como:





1. La absorptividad de onda corta de las superficies interiores.
2. La fracción del suelo ocupada por el mobiliario.
3. La consideración de la geometría del recinto y de los huecos para el cálculo de la redistribución de la radiación solar en el interior del espacio.
4. Los coeficientes de película convectivos.

La modificación de los tres primeros datos afecta a la **distribución de la energía radiante** procedente del sol, mientras que los últimos intervienen en la **transmisión de calor por convección en las superficies interiores**.

### 3.4. Capacidades adicionales genéricas multizona

[volver al índice ↑](#)

Las *capacidades adicionales genéricas multizona* comprende aquellas medidas que afecten a la demanda de varios espacios simultáneamente y, por tanto, no pueda evaluarse su efecto sólo mediante el cálculo de la demanda modificada en una zona. Por ejemplo, incluye las medidas relacionadas con la ventilación del edificio, tales como el uso de sistemas con aireadores autorregulables, higrorregulables, sistemas de doble flujo con recuperación de calor, ventilación nocturna, sistemas de ventilación natural como el tiro térmico, chimeneas solares, torres de impulsión de aire con captadores de viento (wind-catchers) o mediante enfriamiento evaporativo (PDEC), y medidas relacionadas con la estanqueidad del edificio y por tanto con las infiltraciones de aire en las distintas zonas del mismo, como la mejora de la estanqueidad de la envolvente.

Las capacidades adicionales genéricas multizona muestran, y permiten modificar, los valores de los datos relativos a la **contribución a la demanda de energía por renovación de aire** (ventilación e infiltraciones). La siguiente lista recoge los valores que pueden ser modificados eventualmente al evaluar algunas de las medidas recogidas por esta capacidad adicional:

1. Escenarios de cálculo: velocidad de viento.
2. Exposición al viento: área expuesta de los elementos exteriores.
3. Coeficientes de presión del viento.
4. Tasa de renovación de aire en zonas habitables y no habitables de los edificios.
5. Infiltración por opacos: coeficiente de caudal de aire a través de opacos a 100 Pa.
6. Infiltración por huecos: coeficiente de caudal de aire a través de huecos a 100 Pa.
7. Infiltración por aberturas de admisión: coeficiente de caudal de aire a través de aberturas de admisión (relacionado con sus dimensiones) y tipo de la abertura (que tiene influencia en el caudal que la misma deja pasar cuando varía la diferencia de presión a la que está sometida).



## 4. Formato de los archivos de entrada y salida

[volver al índice ↑](#)

### 4.1. Nombre de los archivos

[volver al índice ↑](#)

Los archivos de salida y entrada de datos se denominan usando esquemas diferentes según el tipo de datos almacenados.

Un primer esquema, para los archivos de **datos de elementos o espacios**, tiene el siguiente formato:

*(nombre del elemento o espacio)\_CA\_GEN\_(condiciones\_cálculo)*

Un segundo esquema, para los archivos de **datos de caudal y temperatura del aire que circula entre espacios**, con el formato:

*(nombre espacio origen)-(nombre espacio destino)\_CA\_GEN\_(tipo\_dato)(condiciones\_cálculo).CSV*

Y un tercer esquema para los archivos de **datos de caudal y temperatura del aire que circula entre un espacio y el ambiente exterior**, con el formato:

*(espacio)-EXTERIOR\_CA\_GEN\_(tipo\_dato)(condiciones\_cálculo).CSV*

donde *(tipo\_dato)* puede ser Caudales o Temperaturas, cuando incluye datos de caudales de aire o datos de temperaturas del aire, respectivamente; *(condiciones\_cálculo)* pueden ser ICF para las condiciones iniciales (*initial condition files*), MCF para los valores en las condiciones modificadas (*modified condition files*) o MICF para los valores de variación en las condiciones modificadas (*modified incremental condition files*).

## 4.2. Archivos descriptivos de un elemento

[volver al índice ↑](#)

Estos archivos incluyen los valores horarios de las variables internas y un encabezado que describe las variables y las unidades utilizadas en cada columna.

Primera línea:

hci (W/m<sup>2</sup>K), hri (W/m<sup>2</sup>K), Taire interior(°C), Tradiante interior(°C), Carga sensible del espacio(W), hce(W/m<sup>2</sup>K), hre(W/m<sup>2</sup>K), Taire exterior(°C), Tradiante exterior(°C), Radiación Directa(W/m<sup>2</sup>), Radiación difusa(W/m<sup>2</sup>), Angulo Radiación Directa con la normal, Azimuth(°), Zenit (°), Caudal de aire (m<sup>3</sup>/s), Delta T ext-int (°C)

Datos horarios:

**Tabla 1:** Descripción de las variables internas de elementos

Variable	Unidades	Descripción
<b>hci</b>	W/m <sup>2</sup> K	Coeficiente de película convectivo sobre la superficie interior del elemento de contacto.
<b>hri</b>	W/m <sup>2</sup> K	Coeficiente de película radiante sobre la superficie interior del elemento de contacto.
<b>Taire interior</b>	°C	Temperatura del aire del espacio al que pertenece el elemento especial de la envolvente.
<b>Tradiante interior</b>	°C	Temperatura radiante media del espacio al que pertenece el elemento especial de la envolvente.
<b>Carga sensible del espacio</b>	W	Carga térmica sensible del espacio adyacente al elemento de contacto.
<b>hce</b>	W/m <sup>2</sup> K	Coeficiente de película convectivo sobre la superficie exterior del elemento de contacto.
<b>hre</b>	W/m <sup>2</sup> K	Coeficiente de película radiante sobre la superficie exterior del elemento de contacto.
<b>Taire exterior</b>	°C	Temperatura del aire exterior. En el fichero de entrada se corresponde a la temperatura del aire en el fichero meteorológico.
<b>Tradiante exterior</b>	°C	Temperatura radiante media exterior vista por el elemento especial de la envolvente.
<b>Radiación Directa</b>	W/m <sup>2</sup>	Radiación solar directa incidente y en dirección normal sobre la superficie exterior del elemento de contacto.
<b>Radiación difusa</b>	W/m <sup>2</sup>	Radiación solar difusa incidente sobre la superficie exterior del elemento de contacto.
<b>Angulo Radiación Directa con la normal</b>	°	Ángulo que forma la radiación solar directa incidente sobre la superficie exterior del elemento de contacto.
<b>Azimuth</b>	°	Ángulo formado entre la dirección Norte y una línea entre el observador y la proyección vertical del sol sobre el horizonte del observador. Positivo en el sentido de las agujas del reloj. Varía entre -180° y 180°. Este 90°, Oeste -90°.
<b>Zenit</b>	°	Ángulo del arco formado por el arco tomado desde la vertical del observador al sol. Valor absoluto menor que 90°. Cuando el sol no es visible (está bajo el horizonte) su valor es 90°.
<b>Caudal de aire</b>	m <sup>3</sup> /s	Caudal de aire que entra al edificio proveniente de una cámara presente en el elemento especial de la envolvente.
<b>Delta T ext-int</b>	°C	Diferencia de temperatura entre el aire que accede al edificio proveniente de la cámara y el aire interior.



### 4.3. Archivos descriptivos de una o varias zonas

[volver al índice ↑](#)

Estos archivos incluyen los valores horarios de las variables internas de las zonas y un encabezado que describe las variables y las unidades utilizadas en cada columna.

Primera línea:

Horario Funcionamiento Equipo, Funcionamiento Real Equipo, Transmisión Muros Exteriores(W/m<sup>2</sup> del espacio), Transmisión Muros Interiores(W/m<sup>2</sup> del espacio), Transmisión Cubiertas(W/m<sup>2</sup> del espacio), Transmisión Suelos(W/m<sup>2</sup> del espacio), Transmisión Puentes Térmicos(W/m<sup>2</sup> del espacio), Transmisión Ventanas(W/m<sup>2</sup> del espacio), Radiación Ventanas(W/m<sup>2</sup> del espacio), Fuentes internas(W/m<sup>2</sup> del espacio), Carga de ventilación e infiltración(W/m<sup>2</sup> del espacio), Caudal Ventilación e infiltración(m<sup>3</sup>/s), Energía Almacenada Aire(W/m<sup>2</sup> del espacio), Carga Total(W/m<sup>2</sup> del espacio), Temperatura aire (°C)

Datos horarios:

**Tabla 2:** Descripción de las variables internas de zonas o grupos de zonas

Variable	Unidades	Descripción
<b>Horario Funcionamiento Equipo</b>		Horario en que puede funcionar el sistema de calefacción o refrigeración. Depende del tipo de espacio (1 = puede funcionar, 0 = no puede funcionar)
<b>Funcionamiento Real Equipo</b>		Horario en que finalmente funciona el sistema de calefacción o refrigeración. Depende del tipo de espacio y si se supera las temperaturas de consigna (1 = funciona, 0 = no funciona)
<b>Transmisión Muros Exteriores</b>	W/m <sup>2</sup> del espacio	Contribución a la carga total del espacio debida a la transmisión de calor a través de los muros exteriores.
<b>Transmisión Muros Interiores</b>	W/m <sup>2</sup> del espacio	Contribución a la carga total del espacio debida a la transmisión de calor a través de los muros interiores.
<b>Transmisión Cubiertas</b>	W/m <sup>2</sup> del espacio	Contribución a la carga total del espacio debida a la transmisión de calor a través de las cubiertas.
<b>Transmisión Suelos</b>	W/m <sup>2</sup> del espacio	Contribución a la carga total del espacio debida a la transmisión de calor a través de los suelos.
<b>Transmisión Puentes Térmicos</b>	W/m <sup>2</sup> del espacio	Contribución a la carga total del espacio debida a la transmisión de calor a través de los puentes térmicos
<b>Transmisión Ventanas</b>	W/m <sup>2</sup> del espacio	Contribución a la carga total del espacio debida a la transmisión de calor a través de las ventanas.
<b>Radiación Ventanas</b>	W/m <sup>2</sup> del espacio	Contribución a la carga total del espacio debida a las ganancias por radiación solar a través de las ventanas
<b>Fuentes Internas</b>	W/m <sup>2</sup> del espacio	Contribución a la carga total del espacio debida a las fuentes de calor internas (ocupantes, iluminación y equipos).
<b>Carga de Ventilación e Infiltración</b>	W/m <sup>2</sup> del espacio	Contribución a la carga total del espacio debida a la entrada de aire exterior al espacio por ventilación o infiltración.
<b>Caudal de Ventilación e Infiltración</b>	m <sup>3</sup> /s	Caudal de entrada de aire exterior al espacio por ventilación e infiltración.
<b>Energía Almacenada Aire</b>	W/m <sup>2</sup> del espacio	Energía almacenada por el aire del espacio. La capacidad de almacenamiento de energía del aire del espacio calculada su volumen, y mayorada por el mobiliario.
<b>Carga Total</b>	W/m <sup>2</sup> del espacio	Carga total del espacio resultado de las contribuciones por elementos opacos y semitransparentes, cargas internas, ventilación y variación de la energía almacenada. (Positivo = refrigeración, Negativo = calefacción)
<b>Temperatura aire</b>	°C	Temperatura del aire del espacio, que será igual a la temperatura de consigna cuando funciona el equipo de calefacción o refrigeración, u oscilará libremente cuando dicho equipo no funciona.



#### 4.4. Archivos descriptivos de los caudales de aire entre zonas o con el exterior [volver al índice ↑](#)

Estos archivos incluyen los valores horarios de las variables internas (caudal y temperatura) del aire intercambiado entre zonas o entre una zona y el exterior y, a diferencia de los anteriores, no disponen de encabezado.

Los archivos con datos de caudales de aire entre zonas o entre una zona y el ambiente exterior incluyen los siguientes datos:

**Tabla 3:** Descripción de los caudales del aire circulado entre zonas

Variable	Unidades	Descripción
Caudal de aire	m <sup>3</sup> /s	Caudal de aire

Los archivos con datos de temperatura del aire circulado entre zonas o entre una zona y el ambiente exterior incluyen los datos siguientes:

**Tabla 4:** Descripción de las temperaturas del aire circulado entre zonas

Variable	Unidades	Descripción
Temperatura aire	°C	Temperatura del aire de entrada al espacio, puede ser la temperatura exterior o diferente en caso de existir, por ejemplo, un recuperador.