

## CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS.



**Documento Reconocido para la certificación de eficiencia energética**  
Resolución conjunta del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

# Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios.

Julio 2022



### **Título de la publicación**

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

### **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.

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>5</b>
<b>2</b>	<b>Características generales de los procedimientos de cálculo</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Precisión de los procedimientos de cálculo</b>	<b>6</b>
3.1	Informe de resultados para procedimientos basados en la norma <i>UNE-EN ISO 52016-1</i> . . . .	6
3.2	Informe de resultados para otros procedimientos . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Salida de resultados</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Tipos de datos</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Condiciones de cálculo</b>	<b>8</b>
6.1	Solicitaciones exteriores . . . . .	8
6.2	Solicitaciones interiores y condiciones operacionales . . . . .	9
6.3	Condiciones de contorno en las superficies interiores y exteriores . . . . .	12
6.4	Transmisión y radiación en cerramientos opacos y el terreno . . . . .	13
6.5	Transmisión y radiación en huecos . . . . .	14
6.6	Renovación de aire. Ventilación e infiltraciones . . . . .	14
6.7	Equipos . . . . .	16
<b>7</b>	<b>Coeficientes de paso</b>	<b>17</b>
7.1	Coeficientes de paso de la producción renovable <i>in situ</i> . . . . .	17
<b>8</b>	<b>Edificio de referencia</b>	<b>18</b>
8.1	Elementos constructivos de espacios habitables . . . . .	18
8.2	Transformación geométrica y constructiva de muros, cubiertas y suelos . . . . .	19
8.3	Direcciones asimiladas para elementos constructivos . . . . .	20
8.4	Elementos constructivos de espacios no habitables . . . . .	20
8.5	Cargas internas y condiciones operacionales . . . . .	20
8.6	Sistemas para edificios de uso distinto al residencial . . . . .	21
8.7	Cobertura solar mínima . . . . .	22
8.8	Soluciones constructivas de referencia . . . . .	23
8.8.1	Muros exteriores . . . . .	23
8.8.2	Cubiertas . . . . .	23
8.8.3	Suelos . . . . .	23
8.8.4	Forjados interiores . . . . .	24
8.8.5	Particiones interiores . . . . .	24
8.8.6	Medianeras . . . . .	24
8.9	Puentes térmicos . . . . .	25
8.10	Transmitancia térmica de huecos . . . . .	26
8.11	Permeabilidad al aire de huecos y lucernarios . . . . .	26
8.12	Factor solar de huecos . . . . .	27
8.13	Factor solar modificado de huecos y lucernarios . . . . .	27
8.14	Eficiencia energética de la instalación de iluminación . . . . .	30
<b>9</b>	<b>Parámetros de los equipos de ventilación</b>	<b>31</b>
9.1	Curvas de consumo de ventiladores . . . . .	31
9.2	Curvas de rendimiento de recuperadores . . . . .	31
9.3	Estrategia de control del elemento de baipás térmico . . . . .	31



## 1. Objeto del documento

Este documento tiene por objeto recoger las consideraciones técnicas relativas a los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios en España, ya sea con el objetivo de emplear los resultados obtenidos para la certificación energética de los edificios o para la verificación de las exigencias reglamentarias del *Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE)* del *Código Técnico de la Edificación (CTE)*.

## 2. Características generales de los procedimientos de cálculo

Los procedimientos de cálculo deberán ajustarse a las condiciones establecidas en este documento y a las fijadas en el *Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE)* del *Código Técnico de la Edificación (CTE)* en lo referido a "*Procedimientos de cálculo del consumo energético*" y "*Procedimientos de cálculo de la demanda*".

Para el cálculo de la demanda y el consumo energético los procedimientos deben tener en cuenta, de forma detallada o simplificada, la evolución hora a hora de los procesos térmicos, el comportamiento de las instalaciones así como las aportaciones de energía procedente de fuentes renovables. También, los procedimientos deben tener en cuenta la categorización de los espacios del edificio definida en el *DB-HE*, diferenciando entre espacios habitables y espacios no habitables, y distinguiendo los espacios habitables según su carga interna (baja, media, alta o muy alta) y nivel de acondicionamiento (acondicionados o no acondicionados).

También, en cumplimiento del marco general común del cálculo de la eficiencia energética de los edificios recogido en la *Directiva 2010/31/CE*, los procedimientos deben permitir tener en cuenta, de forma detallada o simplificada, y dentro de su alcance específico, los siguientes aspectos en relación al comportamiento energético del edificio:

- a) las siguientes características térmicas reales del edificio, incluidas sus divisiones internas:
  - 1) capacidad térmica,
  - 2) aislamiento,
  - 3) calefacción pasiva,
  - 4) elementos de refrigeración, y
  - 5) puentes térmicos;
- b) la instalación de calefacción y de agua caliente, y sus características de aislamiento;
- c) las instalaciones de aire acondicionado;
- d) la ventilación natural y mecánica, lo que podrá incluir la estanqueidad del aire;
- e) la instalación de iluminación incorporada (especialmente en la parte no residencial);
- f) el diseño, emplazamiento y orientación del edificio, incluidas las condiciones climáticas exteriores;
- g) las instalaciones solares pasivas y protección solar;
- h) las condiciones ambientales interiores, incluidas las condiciones ambientales interiores proyectadas;
- i) las cargas internas;
- j) la incidencia positiva de los siguientes aspectos, cuando resulten pertinentes:
  - 1) condiciones locales de exposición al sol, sistemas solares activos u otros sistemas de calefacción o producción de electricidad basados en energía procedente de fuentes renovables;
  - 2) electricidad producida por cogeneración;
  - 3) sistemas urbanos o centrales de calefacción y refrigeración;
  - 4) iluminación natural.



### 3. Precisión de los procedimientos de cálculo

La capacidad de los procedimientos de cálculo para obtener resultados con una precisión suficiente para su uso en la evaluación de la eficiencia energética de los edificios se puede acreditar, bien por hacer uso de un motor de cálculo de referencia (*DOE2, BLAST, ESP, SRES/SUN (SERIRES/SUNCODE), SERIRES, S3PAS (LIDER/CALENER), TAS, TRNSYS, EnergyPlus*) cuya precisión se considera contrastada, o bien mediante justificación específica sobre su precisión en un informe de resultados cuyo contenido se describe a continuación.

#### 3.1. Informe de resultados para procedimientos basados en la norma *UNE-EN ISO 52016-1*

Para el caso de procedimientos dinámicos, en base horaria, simplificados o detallados, que se ajusten a lo establecido en la norma *UNE-EN ISO 52016-1*, el informe de resultados debe verificar la capacidad del procedimiento de alcanzar, para los casos de prueba indicados en la propia norma, una desviación inferior al 15% en el cálculo de los valores de las demandas sensibles anuales de calefacción y refrigeración.

El informe incluirá para cada caso de prueba, y para los indicadores demanda sensible de calefacción y demanda sensible de refrigeración: los valores obtenidos por el procedimiento, los resultados de referencia, y la desviación producida (en %).

#### 3.2. Informe de resultados para otros procedimientos

Para el resto de procedimientos, el informe de resultados debe verificar que el procedimiento no se desvía, para los parámetros y casos que se detallan a continuación, en más de un 15% de los valores obtenidos usando cualquiera de los motores de cálculo de referencia (*DOE2, BLAST, ESP, SRES/SUN (SERIRES/SUNCODE), SERIRES, S3PAS (LIDER/CALENER), TAS, TRNSYS, EnergyPlus*).

La [tabla 1](#) relaciona los casos de prueba, detallados en la norma *ANSI/ASHRAE 140 (BESTEST)*, así como sus características principales:

**Tabla 1:** Casos de prueba (ANSI/ASHRAE 140) del informe de resultados

Caso	Nº de zonas	Sistema de acondicionamiento	Tipo de inercia	Orientación vidrios	Dispositivos de sombra	Comentario
600	1	20,27	Baja	Sur	No	Test de transmisión solar Sur
600FF	1	Evolución libre	Baja	Sur	No	Test de transmisión solar Sur, sin sistema
610	1	20,27	Baja	Sur	Voladizo	Test de voladizo Sur
620	1	20,27	Baja	Este-Oeste	No	Test de transmisión solar Este, Oeste
630	1	20,27	Baja	Este-Oeste	1m (voladizos y salientes laterales)	Test de sombreado Este, Oeste
640	1	Día/Noche	Baja	Sur	No	Test de sistema Día/Noche
650	1	Ventilación	Baja	Sur	No	Test de sistema con ventilación
650FF	1	Evolución libre	Baja	Sur	No	Test de sistema con ventilación
900	1	20, 27	Alta	Sur	No	Test de transmisión solar Sur
900FF	1	Evolución libre	Alta	Sur	No	Test de transmisión solar Sur, sin sistema
910	1	20, 27	Alta	Sur	Voladizo	Test de voladizo Sur
920	1	20, 27	Alta	Este-Oeste	No	Test de transmisión solar Este, Oeste
930	1	20, 27	Alta	Este-Oeste	1m	Test de sombreado Este, Oeste
940	1	Día / Noche	Alta	Sur	No	Test de sistema Día/Noche
950	1	Ventilación	Alta	Sur	No	Test de sistema con ventilación
950FF	1	Evolución libre	Alta	Sur	No	Test de sistema con ventilación
960	2	20, 27	Baja y alta	Sur	No	Test de edificio multizona



Los parámetros que se deben proporcionar para los casos anteriores se recogen en las [tablas 2 a 4](#):

**Tabla 2:** Parámetros de demanda del informe de resultados

Caso	Demanda de calefacción [ $kWh/m^2$ ]	Demanda de refrigeración [ $kWh/m^2$ ]
600	-	-
610	-	-
620	-	-
630	-	-
640	-	-
650	-	-
900	-	-
910	-	-
920	-	-
930	-	-
940	-	-
950	-	-

**Tabla 3:** Parámetros de temperatura del informe de resultados

Caso	Temperatura máxima anual	Temperatura mínima anual	Temperatura media anual
600FF	-	-	-
650FF	-	-	-
900FF	-	-	-
950FF	-	-	-
960	-	-	-

**Tabla 4:** Otros parámetros del informe de resultados

Caso	Concepto	Parámetros a proporcionar
900FF	Frecuencia anual de temperaturas	Media, desviación típica
600FF	Evolución de temperaturas el 4 de enero	Media, diferencia máxima de temperaturas
650FF	Evolución de temperaturas el 27 de julio	Media, diferencia máxima de temperaturas
900FF	Evolución de temperaturas el 4 de enero	Media, diferencia máxima de temperaturas
950FF	Evolución de temperaturas el 27 de julio	Media, diferencia máxima de temperaturas

## 4. Salida de resultados

Los procedimientos de cálculo deben tener la capacidad de emitir los resultados de la evaluación energética usando el formato definido en el Documento Reconocido [Informe de evaluación energética del edificio en formato electrónico \(XML\)](#).

## 5. Tipos de datos

A efectos de interpretación del documento y de los parámetros que deben considerar los procedimientos de cálculo, se han definido los siguientes tipos de valores:

**Tipo 1.-** Valores *obligatorios*, definidos reglamentariamente, o en otros documentos emitidos por el Ministerio de Fomento o Ministerio de Industria, Energía y Turismo, que deben adoptarse sin modificación.

**Tipo 2.-** Valores *ligados al procedimiento de cálculo* que pueden ser modificados por otros obtenidos por procedimientos o fuentes de validez contrastada y con justificación específica, cuando estos resulten más coherentes con el procedimiento de cálculo utilizado.

**Tipo 3.-** Valores *relacionados con el proyecto o las soluciones del edificio existente*, de los que se toman sus valores. En algunos casos, se aportan valores por defecto que se podrían adoptar en ausencia de datos



específicos más ajustados a las condiciones del edificio.

## 6. Condiciones de cálculo

### 6.1. Solicitaciones exteriores

**Tabla 5:** Solicitaciones exteriores

Descripción	Tipo	Datos	Valores	Observaciones
<b>Caracterización climática</b>	1	Zona climática	Zona climática según Apéndice del <i>DB-HE</i> .	-
<b>Datos climáticos determinantes</b>	1	Temperatura seca, humedad relativa, irradiancia solar sobre plano horizontal	Fichero climático. Disponible en documento descriptivo climas de referencia. Febrero 2017. <i>MFOM-DGAVS</i> .	Los datos de radiación incluidos en los ficheros climáticos son coherentes con la latitud definida en ellos.
<b>Otros datos climáticos</b>	2	Temperatura efectiva del cielo, irradiancia solar directa, irradiancia solar difusa, humedad específica, azimut solar, cénit solar	Fichero climático. Disponible en documento descriptivo climas de referencia. Febrero 2017. <i>MFOM-DGAVS</i> .	-





## 6.2. Solicitaciones interiores y condiciones operacionales

**Tabla 6:** Solicitaciones interiores y condiciones operacionales

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
<b>Perfil de uso en edificios de uso residencial</b>	1	Temperaturas de consigna baja y alta, carga de ocupación, carga de iluminación, carga de equipos y niveles de ventilación	Perfiles de uso según CTE DB-HE	-
<b>Perfil de uso en edificios de uso distinto al residencial</b>	3	Temperaturas de consigna baja y alta, cargas de ocupación, carga de iluminación, equipos y niveles de ventilación verano e invierno	Perfiles de uso. Disponibles en <a href="#">Tabla 7</a> a <a href="#">Tabla 10</a> , donde el nivel de carga interna de los espacios se corresponde con la clasificación establecida en el CTE DB-HE en función de la carga interna media para una semana tipo.	Se pueden emplear otros perfiles que reflejen adecuadamente el uso del edificio.
<b>Periodo de aplicación de condiciones diferenciadas de los elementos de oscurecimiento y las protecciones solares móviles</b>	3	Periodo de aplicación de condiciones diferenciadas de elementos de oscurecimiento y protecciones solares móviles (persianas, cortinas, toldos...)	1 de junio a 30 de septiembre	Otros períodos pueden ajustarse más adecuadamente al período de utilización de estos elementos.
<b>Régimen diario y modo de operación de los elementos de oscurecimiento en edificios de uso residencial privado</b>	1	Accionamiento (sí/no) y % de superficie máxima del hueco oscurecida por el accionamiento de los elementos de oscurecimiento	<u>Durante el período de aplicación</u> Día (8h-24h): sí, 30 % superficie oscurecida Noche (0h-8h): no Resto del año Día (8h-24h): no Noche (0-8h): sí, 100 % superficie oscurecida	La actuación de estos elementos se considera independiente de la de otras protecciones solares móviles.
<b>Régimen diario de operación de las protecciones solares móviles</b>	3	Accionamiento de las protecciones solares móviles, $f_{sh;with}$	<u>Accionamiento manual o motorizado con control manual:</u> Cerrado: irradiación solar sobre el hueco $I_{sol} \geq 300W/m^2$ o, alternativamente, en periodo de calefacción $I_{sol} \geq 500W/m^2$ Abierto: irradiación solar $I_{sol} < 300W/m^2$ o, alternativamente, en periodo de calefacción $I_{sol} < 500W/m^2$ <u>Accionamiento motorizado con control automático:</u> Cerrado: irradiación solar $I_{sol} \geq 200W/m^2$ Abierto: irradiación solar $I_{sol} < 200W/m^2$	Modos de operación descritos en UNE-EN ISO 52016-1:2017



**Tabla 7:** Condiciones operacionales y perfil de uso para espacios de uso no residencial, 8h

NO RESIDENCIAL 8h		Nivel de carga interna					
		BAJA		MEDIA		ALTA	
		1-6 15-24	7-14	1-6 15-24	7-14	1-6 15-24	7-14
<b>Temp. consigna alta (°C)</b>	Laboral y sábado	-	25	-	25	-	25
	Festivo	-	-	-	-	-	-
<b>Temp. consigna baja (°C)</b>	Laboral y sábado	-	20	-	20	-	20
	Festivo	-	-	-	-	-	-
<b>Ocupación sensible (<math>W/m^2</math>)</b>	Laboral y sábado	0,00	2,00	0,00	6,00	0,00	10,0
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Ocupación latente (<math>W/m^2</math>)</b>	Laboral y sábado	0,00	1,26	0,00	3,79	0,00	6,31
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Iluminación (%)</b>	Laboral y sábado	0	100	0	100	0	100
	Festivo	0	0	0	0	0	0
<b>Equipos (<math>W/m^2</math>)</b>	Laboral y sábado	0,00	1,50	0,00	4,50	0,00	7,50
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Ventilación (%)</b>	Laboral y sábado	0	100	0	100	0	100
	Festivo	0	0	0	0	0	0

**Tabla 8:** Condiciones operacionales y perfil de uso para espacios de uso no residencial, 12h

NO RESIDENCIAL 12h		Nivel de carga interna								
		BAJA			MEDIA			ALTA		
		1-6 15-16 21-24	7-14	17-20	1-6 15-16 21-24	7-14	17-20	1-6 15-16 21-24	7-14	17-20
<b>Temp. consigna alta (°C)</b>	Laboral y sábado	-	25	25	-	25	25	-	25	25
	Festivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Temp. consigna baja (°C)</b>	Laboral y sábado	-	20	20	-	20	20	-	20	20
	Festivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Ocupación sensible (<math>W/m^2</math>)</b>	Laboral	0,00	2,00	2,00	0,00	6,00	6,00	0,00	10,00	10,00
	Sábado	0,00	2,00	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	10,00	0,00
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Ocupación latente (<math>W/m^2</math>)</b>	Laboral	0,00	1,26	1,26	0,00	3,79	3,79	0,00	6,31	6,31
	Sábado	0,00	1,26	0,00	0,00	3,79	0,00	0,00	6,31	0,00
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Iluminación (%)</b>	Laboral	0	100	100	0	100	100	0	100	100
	Sábado	0	100	0	0	100	0	0	100	0
	Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Equipos (<math>W/m^2</math>)</b>	Laboral	0,00	1,50	1,50	0,00	4,50	4,50	0,00	7,50	7,50
	Sábado	0,00	1,50	0,00	0,00	4,50	0,00	0,00	7,50	0,00
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Ventilación (%)</b>	Laboral	0	100	100	0	100	100	0	100	100
	Sábado	0	100	0	0	100	0	0	100	0
	Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0



**Tabla 9:** Condiciones operacionales y perfil de uso para espacios de uso no residencial, 16h

NO RESIDENCIAL 16h		Nivel de carga interna								
		BAJA			MEDIA			ALTA		
		1-6 23-24	7-14	15-22	1-6 23-24	7-14	15-22	1-6 23-24	7-14	15-22
<b>Temp. consigna alta (°C)</b>	Laboral y sábado	-	25	25	-	25	25	-	25	25
	Festivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Temp. consigna baja (°C)</b>	Laboral y sábado	-	20	20	-	20	20	-	20	20
	Festivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Ocupación sensible (<math>W/m^2</math>)</b>	Laboral	0,00	2,00	2,00	0,00	6,00	6,00	0,00	10,00	10,00
	Sábado	0,00	2,00	0,00	0,00	6,00	0,00	0,00	10,00	0,00
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Ocupación latente (<math>W/m^2</math>)</b>	Laboral	0,00	1,26	1,26	0,00	3,79	3,79	0,00	6,31	6,31
	Sábado	0,00	1,26	0,00	0,00	3,79	0,00	0,00	6,31	0,00
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Iluminación (%)</b>	Laboral	0	100	100	0	100	100	0	100	100
	Sábado	0	100	0	0	100	0	0	100	0
	Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Equipos (<math>W/m^2</math>)</b>	Laboral	0,00	1,50	1,50	0,00	4,50	4,50	0	7,50	7,50
	Sábado	0,00	1,50	0,00	0,00	4,50	0,00	0,00	7,50	0,00
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Ventilación (%)</b>	Laboral	0	100	100	0	100	100	0	100	100
	Sábado	0	100	0	0	100	0	0	100	0
	Festivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla 10:** Condiciones operacionales y perfil de uso para espacios de uso no residencial, 24h

NO RESIDENCIAL 24h		Nivel de carga interna					
		BAJA		MEDIA		ALTA	
		1-6 15-24	7-14	1-6 15-24	7-14	1-6 15-24	7-14
<b>Temp. consigna alta (°C)</b>	Laboral	25	25	25	25	25	25
	Sábado	-	25	-	25	-	25
	Festivo	-	-	-	-	-	-
<b>Temp. consigna baja (°C)</b>	Laboral	20	20	20	20	20	20
	Sábado	-	20	-	20	-	20
	Festivo	-	-	-	-	-	-
<b>Ocupación sensible (<math>W/m^2</math>)</b>	Laboral	2,00	2,00	6,00	6,00	10,00	10,00
	Sábado	0,00	2,00	0,00	6,00	0,00	10,00
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Ocupación latente (<math>W/m^2</math>)</b>	Laboral	1,26	1,26	3,79	3,79	6,31	6,31
	Sábado	0,00	1,26	0,00	3,79	0,00	6,31
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Iluminación (%)</b>	Laboral	100	100	100	100	100	100
	Sábado	0	100	0	100	0	100
	Festivo	0	0	0	0	0	0
<b>Equipos (<math>W/m^2</math>)</b>	Laboral	1,50	1,50	4,50	4,50	7,50	7,50
	Sábado	0,00	1,50	0,00	4,50	0,00	7,50
	Festivo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Ventilación (%)</b>	Laboral	100	100	100	100	100	100
	Sábado	0	100	0	100	0	100
	Festivo	0	0	0	0	0	0



### 6.3. Condiciones de contorno en las superficies interiores y exteriores

**Tabla 11:** Condiciones de contorno en las superficies interiores y exteriores

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
<b>Radiación solar reflejada por las superficies adyacentes</b>	2	Reflectividad de las superficies adyacentes. Albedo	$\rho = 0,2$	-
<b>Absorción de radiación solar por el terreno</b>	2	Absortividad del terreno	$\alpha = 0,8$	-
<b>Absorción de radiación solar incidente en las superficies opacas exteriores</b>	3	Absortividad $\alpha$	$\alpha = 0,6$	-
<b>Intercambio radiante de onda larga (infrarrojo) entre las superficies exteriores del edificio y su entorno</b>	1	Emisividad de las superficies adyacentes al edificio	$\varepsilon = 1$ (cuerpos negros)	-
<b>Intercambio radiante de onda larga (infrarrojo) en superficies exteriores del edificio y su entorno</b>	2	Emisividad de onda larga en superficies exteriores del edificio	$\varepsilon = 0,9$	-
<b>Transmisión de calor por convección en superficies exteriores del edificio</b>	2	Coeficiente de película de la superficie exterior	$h_c = 20 W/(m^2K)$	-
<b>Tratamiento mixto del intercambio convectivo y radiante de onda larga en superficies exteriores del edificio</b>	2	Resistencia térmica superficial exterior $R_{se} [(m^2K)/W]$	Valores según tabla 1 del DA DB-HE/1	Para procedimientos que no tratan la convección y el intercambio radiante de onda larga de forma independiente.
<b>Radiación solar absorbida por las superficies interiores</b>	2	Absortividad $\alpha$ de onda corta de la superficie interior	$\alpha = 0,6$	Para el caso en el que el procedimiento calcule la redistribución.
<b>Radiación solar absorbida por las superficies interiores</b>	2	Porcentaje del suelo cubierto por mobiliario	50 %	Distribución de la radiación incidente entre suelo y mobiliario para el caso en el que el procedimiento calcule la redistribución.
<b>Radiación solar absorbida por las superficies interiores</b>	2	Fracciones de reparto: suelo, mobiliario, techo y paredes	0,3; 0,3; 0,07 y 0,33, respectivamente (ponderado por área)	Para el caso en el que el procedimiento no calcule la redistribución.
<b>Absorción de radiación procedente de fuentes internas</b>	2	Fracción radiante de las fuentes internas	- ocupantes 0,6 (de la componente sensible); - iluminación: 0,8; - equipos: 0,7.	-
<b>Absorción de radiación procedente de fuentes internas</b>	2	Porcentaje de radiación procedente de las fuentes internas absorbida por las superficies interiores de cerramientos	Proporcional a las áreas	-
<b>Intercambio radiante de onda larga (infrarrojo) entre las superficies interiores</b>	2	Emisividad $\varepsilon$ de onda larga en superficies interiores	$\varepsilon = 0,9$	-
<b>Transmisión de calor por convección en superficies interiores</b>	2	Coeficiente de película por convección de la superficie interior $(W/m^2K)$	$h_c = 2 W/(m^2K)$	-
<b>Tratamiento mixto del intercambio convectivo y radiante de onda larga en superficies interiores del edificio</b>	2	Resistencia térmica superficial interior $R_{si} [(m^2K)/W]$	Valores según tabla 6 del DA DB-HE/1	Para procedimientos que no tratan la convección y el intercambio radiante de onda larga de forma independiente.

continúa en la página siguiente ...



... viene de la página anterior

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
<b>Peso y calor específico del mobiliario en el interior del edificio de uso residencial privado</b>	1	Calor específico y peso medio de mobiliario	Calor específico: $1200 \text{ J/kgK}$ Peso: $45 \text{ kg/m}^2$	Para el tratamiento de la inercia asociada al mobiliario, bien como elemento independiente o como capacidad térmica agregada a la del aire.
<b>Peso y calor específico del mobiliario en el interior del edificio en edificios de uso distinto al residencial privado</b>	3	Calor específico y peso medio de mobiliario	Calor específico: $1200 \text{ J/kgK}$ Peso: $30 \text{ kg/m}^2$	Para el tratamiento de la inercia asociada al mobiliario, bien como elemento independiente o como capacidad térmica agregada a la del aire.

## 6.4. Transmisión y radiación en cerramientos opacos y el terreno

Tabla 12: Transmisión y radiación en cerramientos opacos y el terreno

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
<b>Transmisión unidimensional por conducción</b>	3	Conductividad $\lambda$ , resistencia térmica $R$ , densidad $\rho$ y capacidad calorífica $c$	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente	-
<b>Transmisión bidimensional o tridimensional por conducción, puentes térmicos</b>	3	Transmitancia térmica lineal $\psi$ o puntual $\chi$ , en su caso	En proyecto, calculada a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente	Además de poder calcularse los valores según programas específicos de puentes térmicos, se dispone de valores incluidos en catálogos o atlas de puentes térmicos, como el del DA DB-HE/3.
<b>Transmisión a través de cerramientos en contacto con el terreno</b>	2	Conductividad $\lambda$ , densidad $\rho$ y calor específico del terreno $c_e$	$\lambda = 2 \text{ W/mK}$ , $\rho = 2000 \text{ kg/m}^3$ , $c_e = 1000 \text{ J/kgK}$	-



## 6.5. Transmisión y radiación en huecos

**Tabla 13:** Transmisión y radiación en huecos

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
<b>Transmisión por conducción en huecos</b>	3	Transmitancia térmica ( $U$ ) de huecos semitransparentes y puertas.	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente.	En huecos semitransparentes se refiere a la transmitancia térmica ( $U$ ) conjunta de vidrio y marco. A falta de datos específicos, puede considerarse $U = 5,70$ en las puertas.
<b>Transmisión por conducción en huecos</b>	3	Fracción de marco ( $F_M$ ) de huecos semitransparentes.	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente.	De forma simplificada puede suponerse una fracción de marco igual al 20 % ( $F_M = 0,20$ ).
<b>Absorción de radiación de onda corta en la superficie exterior de huecos semitransparentes y puertas</b>	3	Absortividad $\alpha$	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente.	En ausencia de datos específicos, se pueden emplear en huecos semitransparentes los valores del <i>Documento de Apoyo DA DB-HE/1</i> en función del color del marco, y en puertas $\alpha = 0,7$ .
<b>Modificación de la transmisión por conducción y factor solar en huecos con elementos de oscurecimiento durante el periodo de aplicación de condiciones diferenciadas, en edificios de uso residencial privado</b>	3	Modificación del factor solar ( $g$ ) y la transmitancia térmica del hueco ( $U$ ) cuando los elementos de oscurecimiento están accionados.	Según características del elemento de oscurecimiento y modo de operación indicado en la <a href="#">tabla 6</a> .	En ausencia de datos específicos: $g_{modif} = 0,7 \cdot g_{orig}$ $U_{modif} = U_{orig} \cdot (0,70 + 0,30/(1 + 0,165 \cdot U_{orig}))$
<b>Sombra de protecciones solares</b>	3	Factor de sombra para elementos de protección solar fijos y estacionales.	-	En ausencia de datos específicos se pueden emplear los valores del <i>Documento de Apoyo DA DB-HE/1</i> .

## 6.6. Renovación de aire. Ventilación e infiltraciones

**Tabla 14:** Renovación de aire (ventilación e infiltraciones)

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
<b>Escenarios de cálculo</b>	2	Velocidad del viento para el cálculo de la renovación de aire	Velocidad de viento constante = $2,8 \text{ m/s}$	En los espacios de edificios no destinados a vivienda se supone que, durante las horas de ocupación, un sistema de impulsión compensa la infiltración, coincidiendo el caudal de aire exterior con el de ventilación.
<b>Tasa de renovación de aire en zonas no habitables</b>	3	Estanqueidad de la zona no habitable	Número de renovaciones en una hora ( $ren/h$ )	Por defecto se pueden adoptar los valores indicados en <i>Documento de Apoyo DA DB-HE/1</i> , pudiendo adoptar valores de proyecto o del edificio existente cuando existan sistemas específicos.
<b>Renovación de aire en zonas habitables de edificios con uso residencial privado</b>	3	Nivel de ventilación	Tasa de renovación de aire	Por defecto, se puede adoptar en estos espacios una tasa de renovación de aire de $0,63 \text{ ren/h}$ .

continúa en la página siguiente ...



... viene de la página anterior

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
<b>Ventilación nocturna en zonas habitables de edificios con uso residencial privado</b>	3	Nivel de ventilación	Tasa de renovación de aire	Puede considerarse, opcionalmente, una tasa de ventilación de 4,00 <i>ren/h</i> .
<b>Infiltración por opacos</b>	1	Exponente de caudal ( <i>n</i> ) de la parte opaca de muros de fachada y cubiertas	$n = 0,67$	-
<b>Infiltración por opacos</b>	3	Coefficiente de caudal de aire ( <i>C</i> ) de la parte opaca de muros de fachada y cubiertas, a 100Pa	Coefficiente de flujo <i>C</i> para opacos: - Edificio nuevo o edificio existente en el que se hayan llevado a cabo intervenciones ligadas a una disminución de la infiltración por opacos : $16\text{m}^3/\text{hm}^2$ - Edificio existente: $29\text{m}^3/\text{hm}^2$	Pueden justificarse valores alternativos según datos de proyecto (en edificios en proyecto) o solución existente (en edificios terminados o en edificios existentes), o mediante ensayo.
<b>Infiltración por huecos</b>	1	Exponente de caudal ( <i>n</i> ) de huecos (puertas y ventanas)	$n = 0,67$	-
<b>Infiltración por huecos</b>	3	Coefficiente de caudal de aire ( <i>C</i> ) de huecos (puertas y ventanas) a 100Pa	Coefficiente <i>C</i> por defecto para puertas: $60\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ Coefficiente <i>C</i> por defecto para ventanas, según clase de permeabilidad (UNE-EN 12207): - Clase 1: $50,0 \text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ - Clase 2: $27,0 \text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ - Clase 3: $9,0 \text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ - Clase 4: $3,0 \text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$	Pueden justificarse valores alternativos según datos de proyecto (en edificios en proyecto) o solución existente (en edificios terminados o en edificios existentes), o mediante ensayo.
<b>Infiltración por aberturas de admisión</b>	3	Exponente de caudal ( <i>n</i> ) de aberturas de admisión	$n = 0,50$	Pueden justificarse valores alternativos según datos de proyecto (en edificios en proyecto) o solución existente (en edificios terminados o en edificios existentes), o mediante ensayo.
<b>Infiltración por aberturas de admisión</b>	3	Tipo y comportamiento de las aberturas de admisión	Por defecto, se consideran aberturas convencionales, encontrándose abiertas un 50 % del tiempo y cerradas el 50 % del tiempo restante. Su comportamiento está definido por la curva $q_v = C \cdot (\Delta P)^n$	Para otros tipos (autorregulables, antirretorno, etc) pueden justificarse valores alternativos según datos de proyecto o solución existente, o mediante ensayo.
<b>Infiltración por aberturas de admisión</b>	3	Coefficiente de caudal de aire ( <i>C</i> ) a 100Pa	Coefficiente de caudal de aire por defecto $C = 10 \text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ .	Pueden justificarse valores alternativos según datos de proyecto (en edificios en proyecto) o solución existente (en edificios terminados o en edificios existentes), o mediante ensayo.
<b>Coefficientes de presión</b>	3	Coefficientes de presión para considerar el efecto del viento	$C_{p,\text{expuesto}} = +0,25$ para fachadas a barlovento, $C_{p,\text{noexpuesto}} = -0,50$ para fachadas a sotavento, $C_{p,\text{cubiertas}} = -0,60$ para cubiertas (ángulo con la vertical $\leq 60^\circ$ ) Se considera que los elementos expuestos tienen un 50 % de su superficie a barlovento y otro 50 % a sotavento	La norma UNE-EN 15242 incluye más información sobre procedimientos de determinación de los coeficientes de presión.
<b>Exposición al viento</b>	3	Área expuesta	Se puede considerar, por defecto, que los elementos expuestos tienen un 50 % de su superficie a barlovento y otro 50 % a sotavento	-



## 6.7. Equipos

Tabla 15: Equipos de climatización y sistemas energéticos

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
<b>Características de los equipos de climatización a considerar por defecto en espacios acondicionados sin equipos de climatización definidos en edificios de uso residencial privado</b>	1	Según equipos de referencia para uso residencial privado de la Sección <i>HE0</i> del <i>DB-HE</i>	-	
<b>Comportamiento de los sistemas energéticos</b>	3	Curvas de rendimiento de los equipos, factores de corrección	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente	-
<b>Cumplimiento de las consignas</b>	1	Horas fuera de consigna	Según límite fijado por el <i>DB-HE</i>	Según el <i>DB-HE</i> , el número de horas fuera de consigna es aquel en el que cualquiera de los espacios habitables acondicionados del edificio se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de temperaturas de consigna de calefacción o refrigeración, con un margen superior a 1°C, definido en sus condiciones operacionales.
<b>Potencia de los generadores térmicos</b>	3	Potencia de los equipos	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente	En el caso de que los sistemas definidos por el usuario no permitan operar sin superar el número de horas fuera de consigna admisibles, se supondrá que son suplementados por equipos con potencia suficiente para alcanzar dichas condiciones. En el caso de edificios de uso residencial privado, las características de estos equipos suplementarios serán iguales a las definidas para los equipos de referencia en el <i>DB-HE</i> y, en el caso de edificios con otros usos, serán iguales a las definidas para el edificio de referencia ( <a href="#">tabla 20</a> ). Estos equipos suplementarios y sus consumos asociados deben estar claramente identificados en la salida de resultados.





## 7. Coeficientes de paso

Los coeficientes de paso de energía final a energía primaria no renovable y a emisiones serán los recogidos en el Documento reconocido del *RITE Factores de emisión de CO<sub>2</sub> y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España*.

**Nota 1:** Para el caso del vector energético *electricidad*, se emplearán los valores de *Electricidad convencional peninsular* en el caso de edificios situados en la península, mientras que se emplearán los valores de cada territorio específico para los situados en Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla.

### 7.1. Coeficientes de paso de la producción renovable *in situ*

La energía producida *in situ* a partir de fuentes de energía renovable se considerará con un coeficiente de paso de energía final a energía primaria igual a 1,0, obtenido a partir de un coeficiente de paso a energía primaria renovable igual a 1,0 y un coeficiente de paso a energía primaria no renovable igual a 0,0.

**Nota 2:** Estos factores de paso se aplican, por ejemplo, a la producción *in situ* de energía eléctrica fotovoltaica, minieólica o minihidráulica, de energía térmica a partir de paneles solares térmicos o a la energía térmica capturada del medioambiente por bombas de calor.



## 8. Edificio de referencia

Se indica a continuación el procedimiento que define el edificio de referencia a partir del edificio objeto. Los valores de los parámetros o conceptos a los que no se hace referencia se considera que no difieren de los definidos para el edificio objeto.

### 8.1. Elementos constructivos de espacios habitables

**Tabla 16:** Elementos constructivos de espacios habitables del edificio de referencia

Descripción	Parámetros	Edificio de referencia	Observaciones
<b>Muros exteriores de los espacios habitables</b>	Espesor y propiedades de las capas	Según soluciones constructivas de referencia	-
<b>Muros de espacios habitables en contacto con el terreno o con espacios no habitables</b>	Espesor y propiedades de las capas	Según soluciones constructivas de referencia	Se considera el muro en contacto con el exterior en vez de en contacto con el terreno y se suprimen los espacios no habitables (véase la figura inferior).
<b>Cubiertas exteriores (planas o inclinadas) de espacios habitables</b>	Espesor y propiedades de las capas	Según soluciones constructivas de referencia	-
<b>Forjados de espacios habitables en contacto con espacios no habitables</b>	Espesor y propiedades de las capas	Según soluciones constructivas de referencia	Se sustituye el forjado entre el espacio no habitable y el habitable inmediatamente inferior por la cubierta de referencia (véase la figura inferior).
<b>Suelos de espacios habitables en contacto con el exterior</b>	Espesor y propiedades de las capas	Según soluciones constructivas de referencia	-
<b>Suelos de espacios habitables en contacto con el terreno o con espacios no habitables</b>	Espesor y propiedades de las capas	Según soluciones constructivas de referencia	Se considera suelo en contacto con el exterior en vez de en contacto con el terreno o con un espacio no habitable (véase la figura inferior).
<b>Forjados y particiones interiores</b>	Espesor y propiedades de las capas	Según soluciones constructivas de referencia	-
<b>Puentes térmicos lineales</b>	Transmitancia térmica lineal	Según soluciones constructivas de referencia	-
<b>Huecos</b>	Dimensiones, si el porcentaje de huecos no supera el 60 % en cada orientación asimilada	Como en el edificio objeto	-
	Dimensiones, si el porcentaje de huecos supera el 60 % en alguna orientación asimilada	Para cada orientación en la que el porcentaje de huecos supere el 60 %, se modificarán las superficies de todos los huecos de dicha orientación hasta que el valor de ese porcentaje sea del 60 %	La parte de hueco eliminada se sustituye por el muro de referencia que corresponda en función de la zona climática.
	Transmitancia	Según valores establecidos en las <a href="#">tablas 30 a 31</a>	En el edificio de referencia todos los huecos que den a la misma orientación asimilada tienen la misma transmitancia.
	Factor solar	<u>Invierno:</u> Según valor de soluciones constructivas de referencia en función de la transmitancia térmica del hueco, <a href="#">tabla 33</a> . <u>Verano:</u> Según valores establecidos en las <a href="#">tablas 36 a 41</a>	Su valor se obtendrá añadiendo a cada hueco un elemento ficticio de sombra, cuyo factor de sombra multiplicado por el factor solar de invierno coincida con el valor fijado. El elemento de sombra ficticio que se añade eventualmente no modifica la transmitancia del hueco.

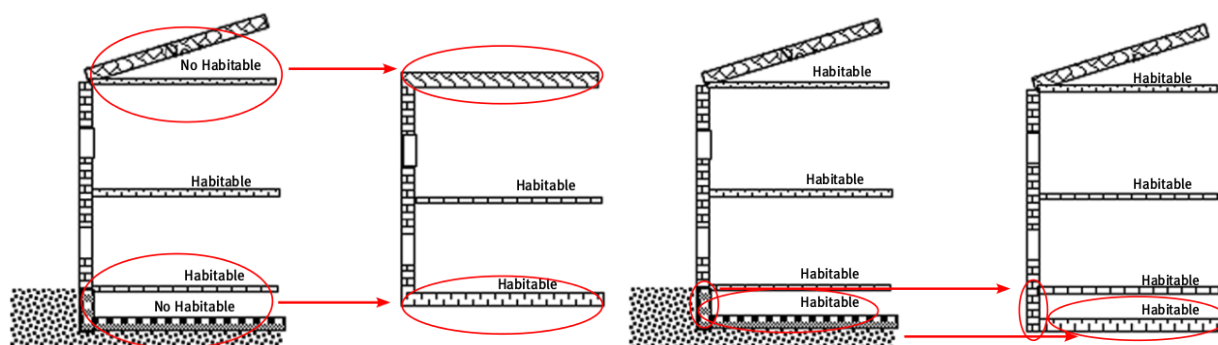
continúa en la página siguiente ...

... viene de la página anterior

Descripción	Parámetros	Edificio de referencia	Observaciones
	Retranqueos	Como en el edificio objeto	-
	Obstáculos de fachada que forman parte de la envolvente del edificio	Como en el edificio objeto	-
	Otros obstáculos de fachada	Se ignoran	-
	Elementos de sombra exteriores adicionales al acristalamiento	Se ignoran	-
	Permeabilidad	Según valor establecido en la <a href="#">tabla 32</a> .	-
<b>Lucernarios</b>	Dimensiones, si el porcentaje de lucernarios no supera el 5% de la cubierta	Como en el edificio objeto	-
	Dimensiones, si el porcentaje de lucernarios supera el 5% de la cubierta	Se establece una superficie igual al 5% de la cubierta	La parte de lucernario eliminada se sustituye por la solución de cubierta de referencia.
	Transmitancia	Igual a la transmitancia de cubierta establecida para el edificio de referencia	-
	Factor solar	Invierno: 0,7 Verano: El factor solar total debe ser el establecido en la <a href="#">tabla 42</a>	Se considera el acristalamiento y marco de manera independiente
	Elementos de sombra exteriores o integrados	Se ignoran dichos elementos	Al igual que en los huecos, se mantienen como elementos de sombra los retranqueos y obstáculos de fachada que formen parte de la envolvente del edificio.
	Permeabilidad	Según valor establecido en la <a href="#">tabla 32</a>	-
<b>Puertas con superficie acristalada inferior al 50%</b>	Permeabilidad	Como en el edificio objeto	-

## 8.2. Transformación geométrica y constructiva de muros, cubiertas y suelos

La [figura 1](#) muestra la transformación de elementos geométricos del edificio objeto para obtener el edificio de referencia.

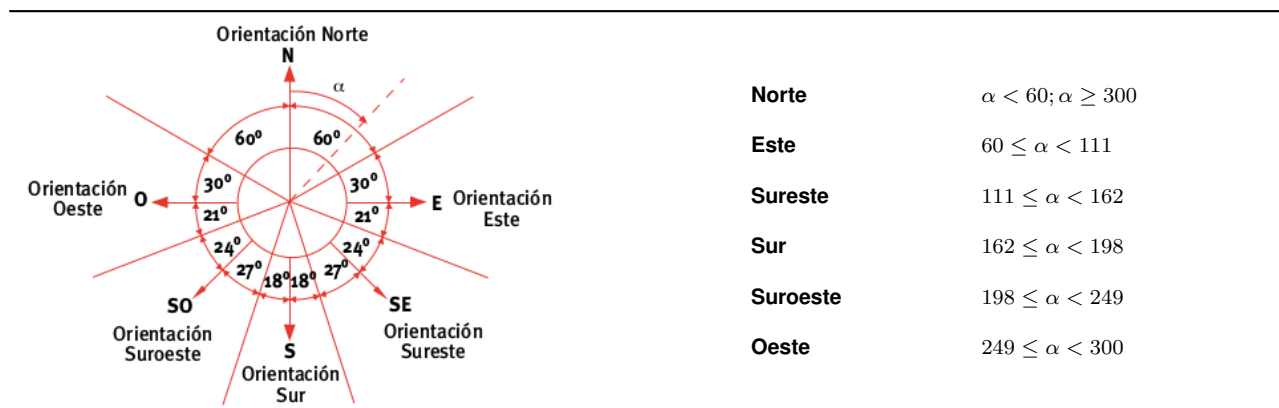


**Figura 1:** Transformación geométrica y constructiva de muros, cubiertas y suelos en el edificio de referencia



### 8.3. Direcciones asimiladas para elementos constructivos

Tabla 17: Direcciones asimiladas para elementos constructivos



### 8.4. Elementos constructivos de espacios no habitables

Tabla 18: Elementos constructivos de espacios no habitables del edificio de referencia

Descripción	Parámetros	Edificio de referencia	Observaciones
Cerramientos opacos y semitransparentes de espacios no habitables que dan al exterior o están en contacto con el terreno	Todos	No procede	Desaparecen al eliminar todo espacio no habitable

### 8.5. Cargas internas y condiciones operacionales

Tabla 19: Cargas internas y condiciones operacionales del edificio de referencia

Descripción	Parámetros	Edificio de referencia	Observaciones
Espacios habitables acondicionados	Condiciones operacionales	Perfil de uso del edif. objeto	-
	Fuentes internas	Perfil de uso del edif. objeto	-
	Ventilación	Perfil de uso del edif. objeto	-
Espacios habitables no acondicionados*	Condiciones operacionales	Perfil de uso del edif. objeto	-
	Fuentes internas	Perfil de uso del edif. objeto	-
	Ventilación	Perfil de uso del edif. objeto	-
Espacios no habitables	Condiciones operacionales	No procede	Los espacios no habitables no aparecen en el edificio de referencia.
	Fuentes internas	No procede	Los espacios no habitables no aparecen en el edificio de referencia.
	Ventilación	No procede	Los cerramientos que los separan de espacios habitables se convierten en cerramientos exteriores con las soluciones de referencia.

\* En edificios de uso residencial privado se consideran todos los espacios habitables como acondicionados.



## 8.6. Sistemas para edificios de uso distinto al residencial

**Tabla 20:** Sistemas del edificio de referencia para edificios de uso distinto al residencial

Descripción	Parámetros	Edificio de referencia	Observaciones
<b>Sistemas de iluminación</b>	Potencia instalada	Igual a la potencia del edificio objeto multiplicada por el ratio $VEEI_{ref}/VEEI_{obj}$ .	$VEEI_{ref}$ corresponde al valor límite de referencia (ver tabla 43). Se debe mantener el mismo nivel de iluminación en el edificio objeto y en el de referencia.
	Horario de funcionamiento	Como en el edificio objeto.	-
	Control de la iluminación artificial en función de la luz natural.	No tiene.	-
<b>Sistemas de ACS</b>	Demanda de ACS	Como en el edificio objeto.	Se entiende por demanda a la cantidad, variación horaria y temperatura de uso del agua caliente sanitaria.
	Sistema de generación	Sistema con rendimiento térmico medio estacional igual a 1,00.	En el caso de existir aporte solar, se considerará como sistema de generación al sistema auxiliar.
	Porcentaje de cobertura solar	Según la tabla 21.	-
<b>Sistemas de climatización</b>	Condiciones operacionales.	Como en el edificio objeto.	Se entiende por condiciones operacionales al horario de funcionamiento y las temperaturas de consigna para calefacción/refrigeración.
	Caudal de aire exterior (ventilación)	Los mismos caudales de aire exterior en cada zona que los del edificio objeto.	Se debe mantener la misma calidad de aire en el edificio objeto que en el de referencia.
	Sistema de calefacción	Sistema de generación térmica mediante combustible gasóleo con rendimiento medio estacional de 0,70.	El sistema deberá suministrar la demanda de calor más la ventilación, para cada zona.
	Sistema de refrigeración	Sistema eléctrico con rendimiento medio estacional de 1,70.	El sistema deberá suministrar la demanda de frío más la ventilación, para cada zona.



## 8.7. Cobertura solar mínima

La cobertura solar mínima del edificio de referencia se fija en la tabla [tabla 21](#).

**Tabla 21:** Cobertura solar del edificio de referencia, en %

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
0 - 50	0	0	0	0	0
50-5000	30	30	40	50	60
5001-10000	30	40	50	60	70
>10000	30	50	60	70	70

La asignación de la zona climática se realizará a partir de la *irradiación solar global media diaria anual sobre superficie horizontal (H)* mediante la zonificación establecida en la tabla [tabla 22](#).

**Tabla 22:** Zonas climáticas según irradiación solar global media diaria anual sobre superficie horizontal (H)

Zona climática	$MJ/m^2 \cdot día$	$kWh/m^2 \cdot día$
I	$H < 1,37$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

La irradiación solar de la localidad podrá obtenerse como el valor de la Radiación Solar Global media diaria anual de la capital de provincia, del documento *Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT*, publicado en el año 2012 por la Agencia Estatal de Meteorología o, alternativamente, del valor publicado en bases de datos oficiales o de reconocida solvencia, como [PVGIS](#).



## 8.8. Soluciones constructivas de referencia

### 8.8.1. Muros exteriores

**Tabla 23:** Muros exteriores del edificio de referencia

Material*	$e$ [mm]	$\lambda$ [W/mK]	$R$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$C_p$ [J/kgK]
Mortero de cemento	15	1,30	0,012	1900	1000
Ladrillo perforado	115	0,50	0,230	900	1000
Aislante	-	-	Zona $\alpha$ , A: 0,526 Zona B: 0,682 Zona C: 0,832 Zona D: 0,977 Zona E: 1,216	-	-
Ladrillo hueco	40	0,40	0,100	920	1000
Enlucido de yeso	15	0,57	0,026	1100	1000

\* Capas definidas del exterior al interior. Nivel de aislamiento según zona climática de invierno.

### 8.8.2. Cubiertas

**Tabla 24:** Cubiertas del edificio de referencia

Material*	$e$ [mm]	$\lambda$ [W/mK]	$R$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$C_p$ [J/kgK]
Plaqueta o baldosa cerámica	15	1,00	0,015	2000	800
Mortero de cemento	15	1,30	0,012	1900	1000
Aislante	-	-	Zona $\alpha$ , A: 1,593 Zona B: 1,815 Zona C: 2,032 Zona D: 2,224 Zona E: 2,450	-	-
Hormigón con áridos ligeros	70	1,15	0,061	1600	1000
Forjado cerámico	250	1,67	0,150	1660	1000

\* Capas definidas del exterior al interior. Nivel de aislamiento según zona climática de invierno.

### 8.8.3. Suelos

**Tabla 25:** Suelos del edificio de referencia

Material*	$e$ [mm]	$\lambda$ [W/mK]	$R$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$C_p$ [J/kgK]
Plaqueta o baldosa cerámica	15	1,00	0,015	2000	800
Mortero de cemento	15	1,30	0,012	1900	1000
Aislante	-	-	Zona $\alpha$ , A: 1,610 Zona B: 1,646 Zona C: 1,723 Zona D: 1,764 Zona E: 1,870	-	-
Solera de hormigón armado	200	2,50	0,080	2500	1000

\* Capas definidas de arriba a abajo. Nivel de aislamiento según zona climática de invierno.



#### 8.8.4. Forjados interiores

**Tabla 26:** Forjados interiores del edificio de referencia

Material*	$e$ [mm]	$\lambda$ [W/mK]	$R$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$C_p$ [J/kgK]
Plaqueta o baldosa cerámica	15	1,00	0,015	2000	800
Mortero de cemento	20	1,30	0,015	1900	1000
Forjado cerámico	250	1,67	0,150	1660	1000

\* Capas definidas de arriba a abajo.

#### 8.8.5. Particiones interiores

**Tabla 27:** Particiones interiores del edificio de referencia

Material*	$e$ [mm]	$\lambda$ [W/mK]	$R$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$C_p$ [J/kgK]
Enlucido de yeso	15	0,57	0,026	1100	1000
Ladrillo hueco	40	0,40	0,100	770	1000
Enlucido de yeso	15	0,57	0,026	1100	1000

#### 8.8.6. Medianeras

**Tabla 28:** Medianeras del edificio de referencia

Material*	$e$ [mm]	$\lambda$ [W/mK]	$R$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$C_p$ [J/kgK]
Enlucido de yeso	15	0,57	0,026	1100	1000
Tabicón de ladrillo hueco doble	70	0,44	0,159	930	1000
Aislante	-	-	Zonas $\alpha$ , A: 0,189 Zona B: 0,304 Zonas C, D y E: 0,369	-	-
Tabicón de ladrillo hueco doble	70	0,44	0,159	930	1000
Enlucido de yeso	15	0,57	0,026	1100	1000

\* Nivel de aislamiento según zona climática de invierno.





## 8.9. Puentes térmicos

La [tabla 29](#) contiene la transmitancia térmica lineal  $\psi$  [ $W/mK$ ] considerada en los puentes térmicos del edificio de referencia.

**Tabla 29:** Puentes térmicos del edificio de referencia, según tipo y zona climática de invierno

Caso		Sistema dimensional*	$\alpha$ , A	B	C	D	E
<b>Encuentros de fachada con</b>	Frente de forjado	interior	1,05	0,95	0,90	0,80	0,75
		exterior	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Forjado de cubierta	interior	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
		exterior	0,00	0,05	0,10	0,15	0,15
	Forjado de suelo al exterior	interior	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
		exterior	0,20	0,25	0,25	0,30	0,30
		interior-exterior	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
<b>Encuentros entre cerramientos verticales</b>	Esquina saliente	interior	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
		exterior	-0,60	-0,50	-0,40	-0,35	-0,30
	Esquina entrante	interior	-0,10	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15
		exterior	0,65	0,50	0,40	0,35	0,30
<b>Hueco de ventana</b>		interior, exterior	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
<b>Pilar</b>		interior, exterior	0,85	0,85	0,80	0,75	0,70
<b>Unión entre solera en contacto con el terreno y muro exterior</b>		interior	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
		exterior	-0,10	-0,05	-0,05	0,00	0,00
		interior-exterior	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

\* Sistema dimensional con el que se especifica el valor de la transmitancia térmica lineal.



## 8.10. Transmitancia térmica de huecos

Las [tablas 30 a 31](#) definen la transmitancia térmica de los huecos ( $U_H [W/m^2K]$ ) del edificio de referencia.

**Tabla 30:** Transmitancia térmica de huecos del edificio de referencia, zonas climáticas de invierno  $\alpha$ , A, B y C

% de huecos	$\alpha$ , A			B			C		
	N/NE/NO	E/O	S/SE/SO	N/NE/NO	E/O	S/SE/SO	N/NE/NO	E/O	S/SE/SO
de 0 a 10	5,7	5,7	5,7	5,4	5,7	5,7	4,4	4,4	4,4
de 11 a 20	4,7	5,7	5,7	3,8	4,9	5,7	3,4	3,9	4,4
de 21 a 30	4,1	5,5	5,7	3,3	4,3	5,7	2,9	3,3	4,3
de 31 a 40	3,8	5,2	5,7	3,0	4,0	5,6	2,6	3,0	3,9
de 41 a 50	3,5	5,0	5,7	2,8	3,7	5,4	2,4	2,8	3,6
de 51 a 60	3,4	4,8	5,7	2,7	3,6	5,2	2,2	2,7	3,5

**Tabla 31:** Transmitancia térmica de huecos del edificio de referencia, zonas climáticas de invierno D y E

% de huecos	D			E		
	N/NE/NO	E/O	S/SE/SO	N/NE/NO	E/O	S/SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,1	3,1	3,1
de 11 a 20	3,0	3,5	3,5	3,1	3,1	3,1
de 21 a 30	2,5	2,9	3,5	2,6	3,0	3,1
de 31 a 40	2,2	2,6	3,4	2,2	2,7	3,1
de 41 a 50	2,1	2,5	3,2	2,0	2,4	3,1
de 51 a 60	1,9	2,3	3,0	1,9	2,3	3,0

## 8.11. Permeabilidad al aire de huecos y lucernarios

La permeabilidad al aire de los huecos del edificio de referencia es la que se define en la [tabla 32](#).

**Tabla 32:** Permeabilidad al aire de huecos del edificio de referencia, según zona climática de invierno

	$\alpha$	A	B	C	D	E
Permeabilidad al aire de huecos, a 100Pa [ $m^3/h \cdot m^2$ ]	$\leq 50$	$\leq 50$	$\leq 50$	$\leq 27$	$\leq 27$	$\leq 27$

NOTA: Los valores referenciados se corresponden con las clasificaciones de huecos establecidas en la *UNE-EN 12207*: clase 1 ( $\leq 50 m^3/h \cdot m^2$ ) y clase 2 ( $\leq 27 m^3/h \cdot m^2$ ).



## 8.12. Factor solar de huecos

La [tabla 33](#) define el factor solar de los huecos ( $g_{\perp}^*$ ) del edificio de referencia para las condiciones de verano a partir de la transmitancia térmica requerida del hueco.

**Tabla 33:** Factor solar de huecos del edificio de referencia

Transmitancia térmica del hueco $U$ [ $W/m^2K$ ]	Factor solar del hueco $g_{\perp}^*$
5,7	0,86
5,5	0,85
5,3	0,84
5,1	0,83
4,9	0,83
4,7	0,82
4,5	0,81
4,3	0,80
4,1	0,79
3,9	0,78
3,7	0,77
3,5	0,76
3,3	0,74
3,1	0,73
2,9	0,72
2,7	0,70
2,5	0,68
2,3	0,67
2,1	0,65
1,9	0,63

\* Para valores intermedios de  $U$  se puede obtener el valor del factor solar como media de los valores obtenidos con la transmitancia térmica  $U$  inmediatamente superior e inferior. Por defecto, se puede considerar una transmisión luminosa igual a 0,70.

## 8.13. Factor solar modificado de huecos y lucernarios

El *factor solar modificado* ( $F$ ) es la fracción de la radiación incidente en un hueco que no es bloqueada por el efecto de obstáculos de fachada y las partes opacas del hueco. Se calcula a partir del factor de sombra del hueco ( $FS$ ), el factor solar de la parte semitransparente del hueco ( $g_{\perp}$ ), la absorptividad de la parte opaca ( $\alpha$ ) (normalmente el marco), su transmitancia térmica ( $U_m$ ), y la fracción de la parte opaca ( $FM$ ), según la siguiente expresión:

$$F = FS \cdot [(1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha] \quad (1)$$

$FS$  es el factor de sombra del hueco o lucernario cuyo valor puede obtenerse de las tablas 11 a 15 del Documento de Apoyo DA DB HE/1 de Cálculo de parámetros característicos de la envolvente, en función del dispositivo de sombra o mediante simulación. En caso de que no se justifique adecuadamente el valor de  $F_{sh,obs}$  se debe considerar igual a la unidad;

$FM$  es la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de parte maciza en el caso de puertas. En caso de utilizar un valor genérico por defecto se tomará 0,25.

$g_{\perp}$  es el factor solar de la parte semitransparente del hueco o lucernario a incidencia normal. A falta de datos concretos de cada fabricante pueden utilizarse los valores por defecto de la [Tabla 34](#)



**Tabla 34:** Factor solar de diferentes tipos de vidrio ( $g_{\perp}$ )

Tipo	$g_{\perp}$
Vidrio sencillo	0,85
Vidrio doble	0,75
Vidrio doble bajo emisivo	0,67
Vidrio triple	0,7
Vidrio triple bajo emisivo	0,5
Doble ventana	0,75

$U_m$  es la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario [ $W/m^2K$ ];

$\alpha$  es la absorptividad del marco obtenida de la [Tabla 35](#) en función de su color.

**Tabla 35:** Absorptividad del marco para radiación solar ( $\alpha$ )

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	-
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	-
Negro	-	0,96	-

Las [tablas 36 a 41](#) definen el factor solar modificado de los huecos de fachada ( $F_H$ ) del edificio de referencia.

**Tabla 36:** Factor solar modificado de huecos del edificio de referencia, zona climática de verano 1

% de huecos	$\alpha 1, A1, B1, C1$				D1			E1				
	Baja carga interna	Alta carga interna			Baja carga interna	Alta carga interna		Baja carga interna	Alta carga interna			
		E/O	S	SE/SO		E/O	S		SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	-	0,56	-	0,60	-	0,54	-	0,58	-	0,54	-	0,56
de 41 a 50	-	0,47	-	0,52	-	0,45	-	0,49	-	0,45	0,60	0,49
de 51 a 60	-	0,42	-	0,46	-	0,40	0,57	0,44	-	0,40	0,54	0,43

**Tabla 37:** Factor solar modificado de huecos del edificio de referencia, zona climática de verano 2

% de huecos	$\alpha 2, A2, B2, C2$						D2					
	Baja carga interna			Alta carga interna			Baja carga interna			Alta carga interna		
	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	-	-	-	0,60	-	-	-	-	-	0,58	-	0,61
de 31 a 40	-	-	-	0,47	-	0,51	-	-	-	0,46	-	0,49
de 41 a 50	0,59	-	-	0,40	0,58	0,43	-	-	0,61	0,38	0,54	0,41
de 51 a 60	0,51	-	0,55	0,35	0,52	0,38	0,49	-	0,53	0,33	0,48	0,36



**Tabla 38:** Factor solar modificado de huecos del edificio de referencia, zona climática de verano 3

% de huecos	$\alpha 3, A3$						B3					
	Baja carga interna			Alta carga interna			Baja carga interna			Alta carga interna		
	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	-	-	-	0,60	-	-	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	-	-	-	0,48	-	0,51	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	0,57	-	0,60	0,41	0,57	0,44	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	0,50	-	0,54	0,36	0,51	0,39	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

**Tabla 39:** Factor solar modificado de huecos del edificio de referencia, zona climática de verano 3 (cont.)

% de huecos	C3						D3					
	Baja carga interna			Alta carga interna			Baja carga interna			Alta carga interna		
	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	-	-	-	0,55	-	0,59	-	-	-	0,54	-	0,57
de 31 a 40	-	-	-	0,43	-	0,46	-	-	-	0,42	0,58	0,45
de 41 a 50	0,51	-	0,54	0,35	0,52	0,39	0,50	-	-	0,35	0,49	0,37
de 51 a 60	0,43	-	0,47	0,31	0,46	0,34	0,42	-	0,61	0,30	0,43	0,32

**Tabla 40:** Factor solar modificado de huecos del edificio de referencia, zona climática de verano 4

% de huecos	$\alpha 4, A4$						B4					
	Baja carga interna			Alta carga interna			Baja carga interna			Alta carga interna		
	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	-	-	-	0,56	-	0,57	-	-	-	0,55	-	0,57
de 31 a 40	0,57	-	0,58	0,43	0,59	0,44	0,55	-	0,58	0,42	0,59	0,44
de 41 a 50	0,47	-	0,48	0,35	0,49	0,37	0,45	-	0,48	0,34	0,49	0,36
de 51 a 60	0,40	0,55	0,42	0,30	0,42	0,32	0,39	0,55	0,41	0,42	0,42	0,31

**Tabla 41:** Factor solar modificado de huecos del edificio de referencia, zona climática de verano 4 (cont.)

% de huecos	C4					
	Baja carga interna			Alta carga interna		
	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 20	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	-	-	-	-	0,54	0,56
de 31 a 40	0,54	-	0,56	0,46	0,57	0,43
de 41 a 50	0,47	-	0,46	0,34	0,47	0,35
de 51 a 60	0,38	0,53	0,39	0,29	0,40	0,30

La [tabla 42](#) define el *factor solar modificado* de los lucernarios ( $F_L$ ) del edificio de referencia.

**Tabla 42:** Factor solar modificado de lucernarios del edificio de referencia

	C4	B4, C3, D3	$\alpha 1, \alpha 2, \alpha 3, \alpha 4, A1, A2, A3, A4$	B3	D2	B1, B2, C2	D1, E1	C1
$F_L$	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,36	0,37



## 8.14. Eficiencia energética de la instalación de iluminación

La [tabla 43](#) indica el valor de referencia de la eficiencia energética de la instalación de iluminación  $VEEI_{ref}^*$  del edificio de referencia.

**Tabla 43:** Eficiencia energética de la instalación de iluminación del edificio de referencia,  $VEEI_{ref}^*$

Grupo de espacios	Zonas de actividad diferenciada	$VEEI_{ref}$
<b>zonas de no representación</b>	- administrativo en general	3,5
	- andenes de estaciones de transporte	
	- salas de diagnóstico <sup>(4)</sup>	4,0
	- pabellones de exposición o ferias	
	- aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	
	- habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,5
	- recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	
	- zonas comunes <sup>(1)</sup>	5,0
	- almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	
	- aparcamientos	
- espacios deportivos <sup>(5)</sup>		
<b>zonas de representación</b>	- administrativo en general	6,0
	- estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	
	- supermercados, hipermercados y grandes almacenes	7,5
	- bibliotecas, museos y galerías de arte	
	- zonas comunes en edificios residenciales	
	- centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(9)</sup>	8,0
	- hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	
	- recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10,0
	- religioso en general	
	- salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias <sup>(7)</sup>	
	- tiendas y pequeño comercio	
	- zonas comunes <sup>(1)</sup>	
	- habitaciones de hoteles, hostales, etc.	

\* Estos valores límite corresponden a los exigidos por el *DB-HE3* en su versión de 2009.

<sup>(1)</sup> Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.

<sup>(2)</sup> Incluye la instalación de iluminación del aula y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas de práctica de ordenador, música, laboratorios de lenguaje, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y sala de manualidades.

<sup>(3)</sup> Incluye la instalación de iluminación interior de la habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.

<sup>(4)</sup> Incluye la instalación de iluminación general de salas como salas de examen general, salas de emergencia, salas de escáner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.

<sup>(5)</sup> Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderíos de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluye las instalaciones de iluminación necesarias para las retransmisiones televisadas. Los graderíos serán asimilables a zonas comunes del grupo 1.

<sup>(6)</sup> Espacios destinados al tránsito de viajeros como recibidor de terminales, salas de llegadas y salidas de pasajeros, salas de recogida de equipajes, áreas de conexión, de ascensores, áreas de mostradores de taquillas, facturación e información, áreas de espera, salas de consigna, etc.

<sup>(7)</sup> Incluye la instalación de iluminación general y de acento. En el caso de cines, teatros, salas de conciertos, etc. se excluye la iluminación con fines de espectáculo, incluyendo la representación y el escenario.

<sup>(8)</sup> Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público como recibidor, recepción, restaurante, bar, comedor, auto-servicio o buffet, pasillos, escaleras, vestuarios, servicios, aseos, etc.

<sup>(9)</sup> Incluye la instalación de iluminación general y de acento de recibidor, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y aseos de los centros comerciales.



## 9. Parámetros de los equipos de ventilación

Este apartado facilita la obtención, en algunos casos simplificada, de parámetros útiles para el cálculo energético de diversos equipos de ventilación a partir de los valores recogidos en las fichas ErP, derivadas del [Reglamento UE nº 1253/2014 relativa a los requisitos de diseño ecológico aplicables a las unidades de ventilación](#).

### 9.1. Curvas de consumo de ventiladores

El consumo de un equipo de ventilación, trabajando a un caudal  $Q$  distinto del de referencia se puede obtener por interpolación lineal entre los valores de consumo y caudal de referencia y los valores de consumo y caudal máximos del equipo.

$$P = P_{max} - (Q_{max} - Q) \cdot \frac{P_{max} - SFP \cdot Q_{ref}}{Q_{max} - Q_{ref}} \quad (2)$$

donde:

- $P$  es la potencia de entrada, en  $[W]$ ;
- $Q$  es el caudal para el que se quiere calcular la potencia de entrada, en  $[m^3/m]$ ;
- $SFP$  es la potencia de entrada específica, en  $[W/(m^3/h)]$ ;
- $Q_{ref}$  es el caudal de referencia, en  $[m^3/h]$ ;
- $P_{max}$  es la potencia eléctrica consumida máxima, en  $[W]$ ;
- $Q_{max}$  es el caudal máximo, en  $[m^3/h]$ .

### 9.2. Curvas de rendimiento de recuperadores

Para una situación en la que los caudales de entrada y salida se encuentran aproximadamente equilibrados, se puede obtener la eficiencia de un recuperador de calor trabajando a un caudal distinto de referencia a partir de las ecuaciones que relacionan la eficiencia térmica de recuperación ( $\varepsilon [-]$ ) con el número de unidades de transferencia ( $NTU$ ):

Para  $\varepsilon < 0,63$ :

$$\varepsilon = 1 - e^{-(1 - e^{-NTU})} \quad (3)$$

Para  $\varepsilon \geq 0,63$ :

$$\varepsilon = 1 - e^{-(1 - e^{-NTU^{0,78}}) \cdot NTU^{0,22}} \quad (4)$$

y de que la relación entre las unidades de transferencia ( $NTU$ ) para un caudal cualquiera ( $Q [m^3/h]$ ) y las unidades de transferencia ( $NTU_{ref}$ ) para el caudal de referencia ( $Q_{ref} [m^3/h]$ ) es:

$$NTU = NTU_{ref} \cdot Q_{ref} / Q \quad (5)$$

De las primeras ecuaciones podemos obtener el número de unidades de transferencia para el caudal de referencia ( $NTU_{ref}$ ) y de la última expresión las unidades de transferencia para el caudal deseado ( $\varepsilon [-]$ ) que, introducido en las expresiones iniciales, nos permite calcular la eficiencia térmica del recuperador para ese caudal.

### 9.3. Estrategia de control del elemento de baipás térmico

A falta de otros datos, si un equipo de ventilación dispone de un *elemento de baipás térmico* como el que define el Reglamento (UE) N° 1253/2014, las condiciones que definen la situación de bypass térmico son:

1. La temperatura del aire interior (o de retorno)  $T_{int} > 22C$ ;
2. la temperatura del aire exterior (o admisión),  $T_{ext} > 10C$ ;
3.  $T_{ext} < T_{int}$ .

También puede considerarse, de forma simplificada, que, cuando el baipás está activado, este deriva la totalidad del caudal de aire circulado y que se comporta, a efectos térmicos, como un recuperador de eficiencia nula.