



C.E.R.M.A.



# DTIE 7.06

PROCEDIMIENTOS SIMPLIFICADOS PARA LA  
CERTIFICACIÓN DE VIVIENDAS DE NUEVA  
CONSTRUCCIÓN: CERMA, CE2, CES

PATROCINA



EDITA



---

# **DOCUMENTOS TÉCNICOS DE INSTALACIONES EN LA EDIFICACIÓN: DTIE**

---

## **DTIE 7.06**

**Procedimientos simplificados para la certificación de viviendas de  
nueva construcción: CERMA, Ce2, CES**

**Autor:**

**Arcadio García Lastra**

Ingeniero Industrial. Secretario Técnico de Atecyr y miembro del Comité Técnico de Atecyr.

**Revisores:**

Miembros del Comité Técnico de Atecyr

## **RELACIÓN DE MIEMBROS DEL COMITÉ TÉCNICO DE ATECYR**

**Presidente:** José Manuel Pinazo Ojer

**Vicepresidente:** Ricardo García San José

**Vocales:** Agustín Maíllo Pérez  
Alberto Viti Corsi  
Alejandro Cabetas Hernández  
Antonio García Laespada  
Antonio Paniego Gomez  
Antonio Vegas Casado  
Arcadio García Lastra  
Ignacio Leiva Pozo  
Gorka Goiri Celaya  
Iñaki Morcillo Irastorza  
Francisco Javier Rey Martínez  
José Antonio Rodríguez Tarodo  
José Fernández Seara  
José Luis Barrientos Moreno  
José Luis Esteban  
José Manuel Cejudo  
José María Cano Marcos  
Juan Travesí Cabetas  
Manuel Sánchez Marín  
Miguel A. Navas Martín  
Paulino Pastor Pérez  
Pedro Torrero Gras  
Pedro Vicente Quiles  
Ramón Velázquez Vila  
Rafael Úrculo Aramburu  
Victor M. Soto Francés

© ATECYR

**Edita:** ATECYR

Navaleno, 9  
28033 Madrid

**Producción y realización:**

ATECYR

**Maquetación e impresión:**

GRÁFICAS ELISA, S.L.

**ISBN:** 978-84-95010-45-2

**Dep. Legal:** M-49235-2011

\* Queda prohibida la total o parcial reproducción del contenido de este documento salvo expresa autorización de Atecyr.

## PRESENTACIÓN

La Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR), una entidad sin ánimo de lucro fundada en 1974, agrupa a más de 1.600 ingenieros y profesionales relacionados con los sectores de calefacción, refrigeración, ventilación y Aire Acondicionado.

Los Estatutos que rigen nuestra Asociación definen como fines:

- El estudio de la problemática y de la ordenación, reglamentación y protección de las técnicas de calefacción, refrigeración, ventilación y acondicionamiento de aire, frío industrial, fontanería, uso racional de la energía y aquellas otras actividades relacionadas con las mismas, considerando su particular circunstancia de especialidades en la ingeniería del medio ambiente.
- La creación, recopilación y divulgación de información científica relacionada con estas tecnologías en España respecto a estas técnicas, cuyo objeto es el entorno ambiental del hombre y el desarrollo de la misma.
- Fomentar el interés por el diseño y equipamiento de este entorno, a fin de cumplir mejor su función social.
- La investigación, realización de estudios y análisis relativos a esta temática, así como la recomendación de planes de actuación.
- La organización de cursos, seminarios, simposios, conferencias y, en general, de cuantas actividades vayan encaminadas a la formación de una conciencia de la problemática que estas técnicas plantean a todos los niveles, desde la propia Asociación o en colaboración con entidades y organismos nacionales o extranjeros de similares o complementarios campos de actuación.

Para la consecución de sus fines, ATECYR lleva a cabo una intensa actividad de colaboración con entes públicos y privados como AENOR, mediante la participación en grupos de trabajo para la elaboración de distintas normas; con el Ministerio de la Vivienda, con el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, como miembro de pleno derecho en la Comisión Asesora de Certificación Energética y del RITE, así como asesor técnico en casos de tanta relevancia como la normativa sobre la prevención de la Legionelosis. Colabora con un gran número de Comunidades Autónomas y Ayuntamientos, gracias a la incansable actividad de las Agrupaciones Provinciales con que contamos; con otras asociaciones, como la Asociación de Fabricantes Españoles de Climatización (AFEC), con la que se ha desarrollado un Plan de Calidad para las instalaciones de climatización que pronto será elevado a norma y con la Asociación de Fabricantes de Equipos y Generadores de Calor (FEGECA); con el Consejo Superior de Colegios de Ingenieros Industriales y el Consejo Superior de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales, AEDICI (Asociación Española de Ingenierías e Ingenieros consultores) y el Capítulo Español de Ashrae.

En el campo normativo es digno de resaltar la participación en la elaboración del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE), publicado en 1998, así como la adjudicación del concurso restringido convocado por el IDAE para la revisión de este mismo reglamento, en diciembre de 2003 y que ha sido aprobado y publicado el 20 de julio de 2007, Real Decreto 1027/2007.

Desde el punto de vista internacional es miembro de REHVA, Asociación Europea que agrupa a las asociaciones de técnicos del sector, y de ASHRAE, su homónima americana, con la participación destacada de algunos de sus socios en los órganos de gobierno de las mismas.

En este ámbito, lo más destacado, en los últimos tiempos, es haber promovido, el Congreso Mediterráneo de Climatización CLIMAMED, en el que participan las asociaciones de España, Portugal, Francia e Italia. La primera edición tuvo lugar en Lisboa en el año 2004, la segunda edición en España en 2005, coincidiendo con el certamen CLIMATIZACIÓN 2005, la tercera edi-

ción en Lyon, Francia en abril de 2006, la cuarta edición en Génova, Italia, en septiembre de 2007, la quinta ha tenido lugar en Lisboa, Portugal en abril de 2009 y la sexta edición ha tenido lugar en Madrid los días 2 y 3 de junio de 2011. La siguiente edición tendrá lugar en septiembre del 2013 en Estambul, Turquía.

En sus más de treinta y siete años de vida, ATECYR no sólo ha participado en gran número de proyectos, sino que se ha convertido en un referente para todos los técnicos del sector de climatización y refrigeración.

ATECYR cuenta con un grupo de socios comprometidos con los fines de la asociación, que han trabajado y trabajan de una forma desinteresada por mantener el nivel y el prestigio, de alguna forma heredado, evolucionando hacia las nuevas tendencias técnicas, tecnológicas y de mercado.

La actividad de la asociación descansa en dos pilares fundamentales: Las Agrupaciones como grandes generadoras de la actividad y como instrumentos que permiten la cercanía y el servicio al socio, y el Comité Técnico, compuesto por un grupo de expertos muy respetados en nuestro sector, que, de alguna manera, marcan las tendencias y la forma de hacer las cosas. Dicho Comité es el gran dinamizador de toda nuestra actividad.

Uno de los cometidos del Comité Técnico de ATECYR, en el que viene trabajando desde hace años, es la elaboración de una extensa documentación técnica y la divulgación científico-técnica sobre temas relacionados con el sector de la climatización y la refrigeración. Entre esta documentación, se encuentran traducciones de libros y artículos considerados de interés y bibliografía propia.

CERMA ya es Documento Reconocido para la certificación de eficiencia energética, según lo dispuesto en el artículo 3 del Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción según registro CCE-DR-005/11.

La colección de Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación (DTIE) nace como una respuesta a la necesidad detectada de agrupar y ordenar la información técnica sobre una serie de temas específicos mediante la elaboración de unas guías donde se reúna toda la información que el técnico precisa sobre el tema en cuestión para desarrollar su labor.

Se trata de ofrecer al técnico una herramienta útil para la realización de su trabajo, sin tratar de condicionar su creatividad, incluyendo la última tecnología y tendencias, dejando a su interpretación las cuestiones normativas.

Esta colección de documentos pretende constituirse como guías prácticas sobre temas de interés dentro del ámbito de la climatización y refrigeración, dirigidas a técnicos que trabajen o que tengan inquietudes en este ámbito.

Sólo queda agradecer su aportación al patrocinador de este DTIE, sin cuya ayuda sería imposible completar este interesante proyecto.

Javier Moreno de la Cuesta  
Presidente de ATECYR

# DTIE - DOCUMENTOS TÉCNICOS DE INSTALACIONES EN LA EDIFICACIÓN

---

## **SERIE 1: Instalaciones sanitarias**

- \*1.01 Preparación de agua caliente para usos sanitarios
- \*1.02 Calentamiento de agua de piscinas
- 1.03 Cálculo de redes de distribución de agua sanitaria
- 1.04 Cálculo de redes de evacuación y ventilación
- \*1.05 Prevención de la corrosión interior de las instalaciones de agua

## **SERIE 2: Condiciones de diseño**

- \*2.01 Calidad del ambiente térmico
- \*2.02 Calidad de aire interior
- \*2.03 Acústica en instalaciones de aire
- \*2.04 Acústica en instalaciones de climatización: Casos Prácticos

## **SERIE 3: Psicrometría**

- \*3.01 Psicrometría

## **SERIE 4: Tuberías**

- \*4 01 Cálculo de las pérdidas de presión y criterios de diseño. (Edición revisada)
- \*4 02 Circuitos hidráulicos y selección de bombas

## **SERIE 5: Conductos**

- \*5.01 Cálculo de conductos

## **SERIE 6: Combustible**

- \*6.01 Combustión
- 6.02 Diseño y cálculo de chimeneas
- 6.03 Redes de distribución de gas, diseño y cálculo

## **SERIE 7: Cálculo de carga, demanda y consumo**

- \*7.01 Cálculo de carga y demanda térmica
- 7.02 Cálculo de consumo de energía: simulación de sistema
- \*7.03 Entrada de datos a los programas LIDER y Calener VyP
- \*7.04 Entrada de datos al programa CALENER GT
- \*7.05 Cálculo de cargas Térmicas
- \*7.06 Procedimientos simplificados para la certificación de viviendas de nueva construcción: CERMA, Ce2, CES

## **SERIE 8: Fuentes de energía de libre disposición**

- \*8.01 Recuperación de energía en sistemas de climatización
- 8.02 Bomba de calor
- \*8.03 Instalaciones Solares Térmicas para producción de Agua Caliente Sanitaria. (Edición revisada)

### **SERIE 9: Sistemas de acondicionamientos de aire**

- \*9.01 Tipos de sistemas
- \*9.02 Relación entre el edificio y el sistema de climatización
- \*9.03 Sistemas de climatización para viviendas, residencias y locales comerciales
- \*9.04 Sistema de suelo radiante
- \*9.05 Sistemas de climatización

### **SERIE 10: Sistemas de calefacción**

- 10.01 Tipos de sistemas
- 10.02 Aplicaciones para edificios residenciales
- \*10.03 Calderas individuales
- \*10.04 Piscinas cubiertas climatizadas con aire exterior como único medio deshidratante
- \*10.05 Principios básicos de las calderas de condensación

### **SERIE 11: Control**

- 11.01 Esquemas de control
- \*11.02 Regulación y control de instalaciones de climatización

### **\*SERIE 12: Aislamiento térmico**

### **SERIE 13: Difusión de aire**

### **SERIE 14: Acumulación de energía térmica**

### **SERIE 15: Salas de máquinas**

### **SERIE 16: Puesta en marcha, recepción y mantenimiento**

### **SERIE 17: Varios**

- 17.01 Análisis económico de sistemas
- \*17.02 Responsabilidad Civil del Ingeniero
- \*17.03 Contenidos de proyecto y memoria técnica

\* Editadas

<b>1 Introducción.....</b>	<b>13</b>
<b>2 Definición del edificio .....</b>	<b>15</b>
2.1 Envoltente térmica .....	15
2.2 Sistemas.....	18
<b>3 Descripción de los métodos .....</b>	<b>19</b>
3.1 Contexto legislativo.....	19
3.2 Alcance .....	21
3.3 CERMA. Definición y datos de entrada .....	23
3.3.1 Datos generales .....	24
3.3.2 Envoltente térmica .....	27
3.3.3 Sistemas.....	35
3.3.4 Utilidades diseño .....	37
3.4 Ce1 .....	38
3.5 Ce2. Definición y datos de entrada.....	40
3.5.1 Datos generales .....	41
3.5.2 Envoltente térmica .....	41
3.5.3 Sistemas.....	45
3.5.4 Indicador de Eficiencia Energética de la demanda de calefacción.....	46
3.5.5 Indicador de eficiencia energética de la demanda de refrigeración .....	51
3.5.6 Indicador de eficiencia energética de la demanda de ACS.....	52
3.5.7 Indicador de eficiencia energética de los sistemas .....	52
3.5.8 Indicador de eficiencia energética global .....	56
3.6 CES. Definición y datos de entrada .....	57
3.6.1 Elementos para facilitar el uso del programa .....	57
3.6.2 Datos generales .....	61
3.6.3 Envoltente térmica .....	62
3.6.4 Sistemas.....	64
<b>4 Variables a recoger del edificio en función del método.....</b>	<b>67</b>
<b>5 Resultado de los programas.....</b>	<b>75</b>
5.1 Salida de los programas .....	76
5.1.1 CERMA.....	76
5.1.2 Ce2.....	81
5.1.3 CES .....	83
<b>6 Sensibilidad de variables no homogéneas.....</b>	<b>85</b>
6.1 Puentes térmicos .....	85
6.2 Permeabilidad .....	86
6.3 Proyección de sombras .....	86
6.4 Equipos .....	86
<b>7 Anexo A. Cálculo de los parámetros de la envoltente térmica. ....</b>	<b>89</b>
7.1 Muros fachadas .....	89
7.2 Cubiertas .....	92
7.3 Suelos .....	94
7.4 Cerramientos en contacto con el terreno.....	97
7.5 Huecos de los muros fachadas .....	100
7.6 Factor solar modificado de huecos de fachadas .....	100
7.7 Factor solar modificado de lucernarios de cubiertas .....	103
7.8 Cálculo de los valores medios.....	103
<b>8 Anexo B: Estimación de los puentes térmicos .....</b>	<b>107</b>
8.1 Estimación de la longitud .....	107
8.2 Estimación del área para introducir en CTE DB HE-1 .....	108
8.3 Transmitancia térmica .....	109



<b>9 Anexo C: Cálculo de sombras proyectadas.....</b>	<b>115</b>
9.1 Posición del sol .....	115
9.2 Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras.....	117
<b>10 Anexo D: Álgebra de los indicadores energéticos .....</b>	<b>121</b>
<b>11 Anexo E: Descripción de edificios .....</b>	<b>125</b>
11.1 Edificio 1 .....	125
11.1.1 Obtención de las variables geométricas .....	128
11.1.2 Comprobación de la exigencia del CTE DB HE-1 .....	130
11.2 Edificio 2 .....	141
11.2.1 Obtención de las variables geométricas .....	141
<b>12 Anexo F: Latitudes de capitales de provincia .....</b>	<b>145</b>
<b>13 ANEXO G: Obtención del indicador energético .....</b>	<b>147</b>
13.1 Obtención del índice $C_1$ .....	147
13.2 Obtención del $IEE_{GLOBAL}$ que aparece en cada una de las tablas finales del método Ce2 .....	154
<b>14 Bibliografía .....</b>	<b>154</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3.1:</b>	Paso de energía final a emisiones de CO <sub>2</sub> .....	21
<b>Tabla 3.2:</b>	Aumento del espesor del aislante en la composición del muro fachada en Madrid ....	22
<b>Tabla 3.3:</b>	Disminución del espesor del aislante en la composición del forjado interno (separación de la zona abuhardillada, no habitable, y la interior) .....	22
<b>Tabla 3.4:</b>	Datos de demanda evaluados con el programa LIDER .....	23
<b>Tabla 3.5:</b>	Opciones de obtención de clase D en viviendas unifamiliares para zonas A3, A4, B4, C3 y C4 .....	39
<b>Tabla 3.6:</b>	Características del edificio .....	41
<b>Tabla 3.7:</b>	Áreas y parámetros característicos de los muros (M <sub>m</sub> ) y huecos (U <sub>Hm</sub> ) .....	41
<b>Tabla 3.8:</b>	Áreas y parámetros de los muros totales .....	41
<b>Tabla 3.9:</b>	Áreas y parámetros de los muros medios.....	41
<b>Tabla 3.10:</b>	Áreas medios de suelos (S <sub>m</sub> ), cubiertas (C <sub>m</sub> ) y cerramientos en contacto con el terreno (T <sub>m</sub> ).....	42
<b>Tabla 3.11:</b>	Tabla de justificación del cumplimiento de condiciones de captación solar. Sur. Existen tablas para los huecos de los muros suroeste y sureste. ....	44
<b>Tabla 3.12:</b>	Datos relativos al DB HE-4 y DB HS-3 .....	45
<b>Tabla 3.13:</b>	Datos relativos a las instalaciones de calefacción .....	45
<b>Tabla 3.14:</b>	Datos relativos a las instalaciones de refrigeración .....	45
<b>Tabla 3.15:</b>	Datos relativos a las instalaciones de ACS .....	45
<b>Tabla 3.16:</b>	Álgebra de los indicadores para la demanda de calefacción .....	47
<b>Tabla 3.17:</b>	Calculo de IEE <sub>opaco</sub> para viviendas unifamiliares en zona D.....	48
<b>Tabla 3.18:</b>	Valor del factor f <sub>PT</sub> .....	48
<b>Tabla 3.19:</b>	Valor de IEE <sub>vent</sub> .....	48
<b>Tabla 3.20:</b>	Valor de ΔIEE <sub>huecos</sub> para viviendas unifamiliares en zona D.....	49
<b>Tabla 3.21:</b>	Valor de IEE <sub>s</sub> para los huecos en edificios de viviendas en la zona D .....	51
<b>Tabla 3.22:</b>	Factores de ponderación.....	53
<b>Tabla 3.23:</b>	IEE <sub>SC</sub> para equipos bomba de calor y aparatos eléctricos (efecto Joule).....	53
<b>Tabla 3.24:</b>	IEE <sub>SC</sub> para calderas de combustión .....	54
<b>Tabla 3.25:</b>	IEE <sub>SR</sub> para equipos autónomos.....	54
<b>Tabla 3.26:</b>	IEE <sub>SACS</sub> para calderas/calentadores de combustión .....	54
<b>Tabla 3.27:</b>	IEE <sub>SACS</sub> para calderas eléctricas .....	55
<b>Tabla 3.28:</b>	Tabla para el cálculo del IEE <sub>SC</sub> .....	55
<b>Tabla 3.29:</b>	Tabla para el cálculo del IEE <sub>SR</sub> .....	55
<b>Tabla 3.30:</b>	Tabla para el cálculo del IEE <sub>SACS</sub> .....	55
<b>Tabla 3.31:</b>	Tabla para el cálculo del IEE <sub>GLOBAL</sub> vivienda unifamiliar en Madrid. ....	56
<b>Tabla 3.32:</b>	Valores del factor de reparto para la obtención del IEE <sub>GLOBAL</sub> .....	56
<b>Tabla 4.1:</b>	Ficha de datos generales ciudad-entorno .....	67
<b>Tabla 4.2:</b>	Ficha de datos generales del edificio .....	67
<b>Tabla 4.3:</b>	Ficha de datos de la envolvente térmica parte opaca y vertical.....	69
<b>Tabla 4.4:</b>	Ficha de datos de la envolvente térmica parte opaca horizontal y superior .....	70
<b>Tabla 4.5:</b>	Ficha de datos de la envolvente térmica parte opaca y horizontal inferior .....	71
<b>Tabla 4.6:</b>	Ficha de datos de la envolvente térmica parte semitransparente .....	72
<b>Tabla 4.7:</b>	Ficha de datos de la envolvente térmica puentes térmicos no integrados .....	73
<b>Tabla 4.8:</b>	Ficha de datos de los sistemas térmicos. ....	74
<b>Tabla 5.1:</b>	Combinaciones posibles .....	75
<b>Tabla 5.2:</b>	Variables sobre las que se analizan las mejoras en CERMA.....	80
<b>Tabla 5.3:</b>	Elaboración de matriz de mejoras para el método Ce2 .....	82
<b>Tabla 6.1:</b>	Valores de transmitancias térmicas consideradas para Madrid .....	85
<b>Tabla 6.2:</b>	Valores de certificación variando los puentes térmicos para Madrid en el edificio 2 ..	85
<b>Tabla 6.3:</b>	Valores de certificación variando la permeabilidad para Madrid en el edificio 2 .....	86
<b>Tabla 6.4:</b>	Valores de certificación variando los sistemas para Madrid en el edificio 2.....	87
<b>Tabla 6.5:</b>	Valores de certificación variando los sistemas para Madrid en el edificio 2.....	87
<b>Tabla 7.1:</b>	Resistencias térmicas superficiales.....	89
<b>Tabla 7.2:</b>	Coefficiente de reducción b en espacio ligeramente ventilado (estanqueidad 1, 2 ó 3 tabla 7.4) .....	90

<b>Tabla 7.3:</b>	Coeficiente de reducción de temperatura b en espacio muy ventilado (estanqueidad 4 ó 5) ....	91
<b>Tabla 7.4:</b>	Niveles de estanqueidad .....	91
<b>Tabla 7.5:</b>	Niveles mínimos de ventilación según el DB HS3 .....	92
<b>Tabla 7.6:</b>	Resistencias térmicas superficiales de cubiertas. ....	93
<b>Tabla 7.7:</b>	Coeficiente de reducción b en espacio ligeramente ventilado (estanqueidad 1, 2 ó 3). Mismos valores que tabla 7.2. ....	93
<b>Tabla 7.8:</b>	Coeficiente de reducción de temperatura b en espacio muy ventilado (estanqueidad 4 ó 5). Mismos valores que tabla 7.3. ....	93
<b>Tabla 7.9:</b>	Resistencias térmicas superficiales .....	94
<b>Tabla 7.10:</b>	Transmitancia térmica $U_{S2}$ .....	95
<b>Tabla 7.11:</b>	Transmitancia térmica $U_{S1}$ en W/m <sup>2</sup> K de soleras o losas apoyadas sobre el nivel del terreno o como máximo 0,50 m por debajo de éste .....	96
<b>Tabla 7.12:</b>	Transmitancia térmica $U_{T3}$ en W/m <sup>2</sup> K de soleras o losas apoyadas sobre el nivel del terreno superior a 0,50 m respecto al nivel del terreno .....	98
<b>Tabla 7.13:</b>	Transmitancia térmica de muros enterrados $U_{T1}$ en W/m <sup>2</sup> K .....	99
<b>Tabla 7.14:</b>	Absortividad $\alpha$ del marco para radiación solar .....	100
<b>Tabla 7.15:</b>	Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo.....	101
<b>Tabla 7.16:</b>	Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo .....	101
<b>Tabla 7.17:</b>	Factor de sombra para obstáculos de fachada: Lamas horizontales. D/L<1.....	102
<b>Tabla 7.18:</b>	Factor de sombra para obstáculos de fachada: Lamas verticales. D/L<1.....	102
<b>Tabla 7.19:</b>	Factor de sombra para obstáculos de fachada: Toldos caso A .....	102
<b>Tabla 7.20:</b>	Factor de sombra para obstáculos de fachada: Toldos caso B .....	102
<b>Tabla 7.21:</b>	Factor de sombra para lucernarios .....	103
<b>Tabla 7.22:</b>	Síntesis del procedimiento para el cálculo de valores medios .....	105
<b>Tabla 8.1:</b>	Área relativa PILARES $\%A_{PTMP} = A_{PTMP}/A_{MI}$ .....	108
<b>Tabla 8.2:</b>	Superficie relativa JAMBA $\%A_{PTMJ} = A_{PTMJ}/A_{MI}$ . HP: Hoja Principal. ....	108
<b>Tabla 8.3:</b>	Superficie relativa ALFEIZARES $\%A_{PTMA} = A_{PTMA}/A_{MI}$ .....	109
<b>Tabla 8.4:</b>	Superficie relativa DINTEL $\%A_{PTMD} = A_{PTMD}/A_{MI}$ .....	109
<b>Tabla 8.5:</b>	Superficie relativa CAJA DE PERSIANAS $\%A_{PTMC} = A_{PTMC}/A_{MI}$ .....	109
<b>Tabla 8.6:</b>	Valores tabulados de transmitancia térmica de pilares en W/m <sup>2</sup> K.....	110
<b>Tabla 8.7:</b>	Valores tabulados de transmitancia térmica de jambas en W/m <sup>2</sup> K. ....	112
<b>Tabla 8.8:</b>	Valores tabulados de alfeizares .....	112
<b>Tabla 8.9:</b>	Valores tabulados de alfeizares .....	113
<b>Tabla 8.10:</b>	Valores tabulados de cajas de persianas .....	113
<b>Tabla 9.1:</b>	Cálculo de pérdidas.....	119
<b>Tabla 9.2:</b>	% de irradiación solar anual que se perdería. ....	120
<b>Tabla 10.1:</b>	Valores reglamentarios para edificios de bloque de viviendas .....	123
<b>Tabla 10.2:</b>	Valores de referencia para edificios unifamiliares .....	124
<b>Tabla 11.1:</b>	Composición muro fachada y al terreno. ....	127
<b>Tabla 11.2:</b>	Composición de la cubierta y suelo en contacto con el aire exterior.....	127
<b>Tabla 11.3:</b>	Composición forjado terreno. ....	127
<b>Tabla 11.4:</b>	Composición medianera .....	127
<b>Tabla 11.5:</b>	Composición del forjado interno. También del cerramiento $A_{iu}$ . ....	128
<b>Tabla 11.6:</b>	Composición tabiques. ....	128
<b>Tabla 11.7:</b>	Composición de huecos. ....	128
<b>Tabla 11.8:</b>	Transmitancia térmica (W/m <sup>2</sup> K) máxima de cerramientos. ....	131
<b>Tabla 11.9:</b>	Factor de temperatura de la superficie interior mínimo .....	132
<b>Tabla 11.10:</b>	Cerramientos en contacto con el exterior. ....	133
<b>Tabla 11.11:</b>	Temperaturas medias de capitales de provincia. ( $T_{s,med,ext}$ en °C) .....	139
<b>Tabla 11.12:</b>	Humedad relativa media de capitales de provincia. ( $\Phi_{med,ext}$ en %) .....	140
<b>Tabla 12.1:</b>	Latitudes de las capitales de provincia .....	145
<b>Tabla 13.1:</b>	Valor de $R_{50/10}$ para las emisiones totales de CO <sub>2</sub> en función de la zona climática .....	153
<b>Tabla 13.2:</b>	Valor de $R_{50/10}$ para las emisiones parciales de CO <sub>2</sub> en función de la zona climática .....	153
<b>Tabla 13.3:</b>	Valor de $R_{50/10}$ para las demandas parciales en función de la zona climática .....	153
<b>Tabla 13.4:</b>	Contribución de energía solar f para descontar de las tablas 10.1 y 10.2.....	154

## INDICE DE IMAGENES

<b>Imagen 2.1:</b>	Esquema de envolvente térmica de un edificio. Si la profundidad de S1 fuera mayor de 0,5 m sería un cerramiento en contacto con el terreno (T3). ....15
<b>Imagen 2.2:</b>	Orientación de fachadas .....16
<b>Imagen 2.3:</b>	Puentes térmicos de contorno de huecos y cajas de persianas.....17
<b>Imagen 2.4:</b>	Puentes térmicos de encuentros de cerramientos (se incluye los puentes térmicos integrados en los muros, es decir, el hueco en la imagen izquierda sección vertical y en la sección horizontal un pilar integrado en los muros). Q <sub>f</sub> : pérdidas por encuentro de forjado, Q <sub>a</sub> : pérdida por esquina, Q <sub>c</sub> : pérdida por pilar y Q <sub>p</sub> : pérdida por hueco. ....17
<b>Imagen 3.1:</b>	Matriz legislativa para edificios de nueva construcción para las dos metodologías existentes para dar cumplimiento tanto al RD 314/2006 DB HE-1 y RD 47/2007.20
<b>Imagen 3.2:</b>	Vías legislativas para certificar un edificio de viviendas por métodos simplificados23
<b>Imagen 3.3:</b>	Pestaña Ciudad/Entorno .....24
<b>Imagen 3.4:</b>	Sombras entorno .....25
<b>Imagen 3.5:</b>	Pestaña Global .....25
<b>Imagen 3.6:</b>	Pestaña Global. Definición de puentes térmicos lineales.....26
<b>Imagen 3.7:</b>	Pestaña Muros. Ayuda para el cálculo de la U según CERMA .....28
<b>Imagen 3.8:</b>	Definición de los cerramientos por el usuario para la base de datos .....29
<b>Imagen 3.9:</b>	Definición de los cerramientos fachadas .....29
<b>Imagen 3.10:</b>	Definición de los cerramientos que separan espacios habitables y no habitables M <sub>2</sub> .....30
<b>Imagen 3.11:</b>	Definición de muros en contacto el terreno T <sub>1</sub> .....30
<b>Imagen 3.12:</b>	Pestaña Cubiertas. Definición de cubierta exterior .....31
<b>Imagen 3.13:</b>	Pestaña Suelos. ....31
<b>Imagen 3.14:</b>	Pestaño Suelos. Definición de suelo en contacto al terreno.....32
<b>Imagen 3.15:</b>	Pestaña Huecos. Definición de huecos.....32
<b>Imagen 3.16:</b>	Pestaña Huecos. Definición de grupo de huecos .....33
<b>Imagen 3.17:</b>	Definición geométrica de los huecos .....33
<b>Imagen 3.18:</b>	Definición geométrica de los lucernarios .....34
<b>Imagen 3.19:</b>	Pestaña Huecos. Definición de sombras por obstáculos remotos o del propio edificio....35
<b>Imagen 3.20:</b>	Pestaña Equipos. Entrada de datos para los sistemas.....36
<b>Imagen 3.21:</b>	Pestaña Ahorros. Comparativa para edificios.....37
<b>Imagen 3.22:</b>	Análisis de sombras proyectadas .....37
<b>Imagen 3.23:</b>	Pestaña Temperatura. ....38
<b>Imagen 3.24:</b>	Algebra de los indicadores de eficiencia energética. ....40
<b>Imagen 3.25:</b>	Consideración de huecos capttores .....42
<b>Imagen 3.26:</b>	Valores de los ángulos $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ para huecos al sur .....43
<b>Imagen 3.27:</b>	Valores de los ángulos $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ para huecos al sureste.....43
<b>Imagen 3.28:</b>	Valores de los ángulos $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ para huecos al suroeste .....44
<b>Imagen 3.29:</b>	IEE <sub>opaco</sub> . ....50
<b>Imagen 3.30:</b>	$\Delta IEE_{huecos}$ . ....50
<b>Imagen 3.31:</b>	$\Delta IEE_{DR}$ . Línea discontinua huecos al SE/SO/E/O. Línea continúa huecos al S. ....52
<b>Imagen 3.32:</b>	Definición de materiales.....58
<b>Imagen 3.33:</b>	Definición de cerramientos.....59
<b>Imagen 3.34:</b>	Obstáculo remoto del edificio 2 para los cerramientos al sur .....60
<b>Imagen 3.35:</b>	Obstáculo remoto rectangular.....61
<b>Imagen 3.36:</b>	Pestaña Datos generales .....61
<b>Imagen 3.37:</b>	Herramienta de cálculo del nivel de ventilación .....62
<b>Imagen 3.38:</b>	Pestaña Cerramientos y particiones .....62
<b>Imagen 3.39:</b>	Pestaña de puentes térmicos .....63
<b>Imagen 3.40:</b>	Pestaña Huecos .....64
<b>Imagen 3.41:</b>	Definición de sombras en los huecos .....64
<b>Imagen 3.42:</b>	Pestaña de Instalación.....65
<b>Imagen 3.43:</b>	Calculo del porcentaje de energía renovable .....65
<b>Imagen 4.1:</b>	Partes básicas de la definición de un edificio para obtener sus datos .....68
<b>Imagen 4.2:</b>	Definición de sistemas que abastecen los servicios de calefacción, refrigeración y ACS..73

<b>Imagen 5.1:</b>	Salida del programa CERMA para el Edificio 2 en Madrid .....	76
<b>Imagen 5.2:</b>	Salida del programa CERMA para cumplimiento del CTE DB HE-1 del edificio 2 en Madrid .....	77
<b>Imagen 5.3:</b>	Salida del programa CERMA para el Edificio 2 en Madrid. Consumo mes a mes .....	77
<b>Imagen 5.4:</b>	Análisis de la repercusión en kg CO <sub>2</sub> .....	78
<b>Imagen 5.5:</b>	Mejores de la demanda combinada en el edificio 2 en Madrid .....	79
<b>Imagen 5.6:</b>	Salida del método Ce2 para el edificio 2 en Madrid realizado con la hoja de calculo ..	81
<b>Imagen 5.7:</b>	Salida del método CES para el edificio 2 en Madrid.....	83
<b>Imagen 5.8:</b>	Comprobación del CTE DB HE-1 CES para el edificio 2 en Madrid.....	84
<b>Imagen 7.1:</b>	Coefficiente de reducción b. Línea continua espacios no habitables de estanqueidad 1,2 y 3. Línea discontinua espacios no habitables de estanqueidad 4 y 5. ....	91
<b>Imagen 7.2:</b>	Cámaras sanitarias .....	94
<b>Imagen 7.3:</b>	Valores de U <sub>S2</sub> .....	95
<b>Imagen 7.4:</b>	Soleras con aislamiento perimetral y Z<0,5 m. ....	96
<b>Imagen 7.5:</b>	Soleras con aislamiento perimetral y Z<0,5 m. ....	97
<b>Imagen 7.6:</b>	Solera enterrada y Z>0,5 m. ....	97
<b>Imagen 7.7:</b>	UT3 de solera enterrada y Z>0,5 m.....	98
<b>Imagen 7.8:</b>	Muro en contacto con el terreno, figura izquierda. Muro enterrado figura derecha.....	98
<b>Imagen 7.9:</b>	Muro en contacto con el terreno.....	99
<b>Imagen 7.10:</b>	Definición de huecos y elementos de sombra .....	100
<b>Imagen 7.11:</b>	Ficha 2 de conformidad de la limitación de la demanda energética del CTE DB HE-1 ....	106
<b>Imagen 9.1:</b>	Posición del sol .....	115
<b>Imagen 9.2:</b>	Movimiento de la tierra y posición del sol en la bóveda celeste .....	116
<b>Imagen 9.3:</b>	Posición del sol más representativa para cada mes, con Latitud=40°N .....	116
<b>Imagen 9.4:</b>	Diagrama de trayectoria del sol para calcular la sombras .....	117
<b>Imagen 9.5:</b>	Muro retranqueado sur del edificio 2 .....	118
<b>Imagen 9.6:</b>	Geometría de triángulos .....	118
<b>Imagen 9.7:</b>	Cálculo de sombras .....	119
<b>Imagen 11.1:</b>	Edificio 1. Imagen obtenida del programa LIDER .....	125
<b>Imagen 11.2:</b>	Planos planta edificio 1. V <sub>hab</sub> = 410,8 m <sup>3</sup> y S <sub>U</sub> =164,4 m <sup>2</sup> de superficie útil. Cotas en m. ....	126
<b>Imagen 11.3:</b>	Tipos de cerramientos del edificio 1.....	134
<b>Imagen 11.4:</b>	Cálculo de condensaciones.....	138
<b>Imagen 11.5:</b>	Cálculo de condensaciones en los puentes térmicos.....	138
<b>Imagen 11.6:</b>	Edificios 2. El eje positivo Y indica el Oeste y el X el Norte.....	141
<b>Imagen 11.7:</b>	Planos planta edificio 2. Volumen total de 3014,15 m <sup>3</sup> y 1116,5 m <sup>2</sup> de superficie útil. Planta de sección cuadrada.....	144
<b>Imagen 13.1:</b>	Imagen de algunos edificios modelo .....	147
<b>Imagen 13.2:</b>	Distribución de frecuencias totales de viviendas unifamiliares en Madrid que cumplen estrictamente el CTE DB HE-1 .....	147
<b>Imagen 13.3:</b>	Distribución de frecuencias acumuladas de viviendas unifamiliares en Madrid que cumplen estrictamente el CTE DB HE-1 .....	148
<b>Imagen 13.4:</b>	Frecuencia acumulada de la demanda de calefacción en Madrid (puntos) y ajuste mediante la distribución de Weibull (línea continua). F=1-1/(exp((I <sub>Demanda Calefaccion Rgl</sub> -C <sub>0</sub> /σ) <sup>λ</sup> )).....	149
<b>Imagen 13.5:</b>	Frecuencia acumulada de la demanda de calefacción vivienda unifamiliar Madrid .....	150
<b>Imagen 13.6:</b>	Ancho de la clase B .....	150
<b>Imagen 13.7:</b>	Curvas de demanda de calefacción para 6 localidades .....	151
<b>Imagen 13.8:</b>	Normalización propuesta por el CEN.....	152
<b>Imagen 13.9:</b>	Normalización utilizada y ajuste con una distribución de Weibull .....	154
<b>Imagen 13.10:</b>	Clases de energía a partir del Índice de Calificación C <sub>1</sub> .....	154

# 1 Introducción

En el presente documento se analizan los diferentes métodos que actualmente<sup>1</sup> existen para certificar viviendas de nueva construcción bajo el RD 47/2007 por la vía simplificada (métodos simplificados).

Se comienza el documento, capítulo 2, definiendo las partes del edificio, conjunto de su envolvente térmica e instalaciones térmicas, para conseguir advertir al lector que parte del mismo se está solicitando en cada uno de los procedimientos (no se mantiene una homogeneidad entre ellos, por ejemplo la palabra *muro* no es lo mismo para el programa CERMA que para el programa Ce2, en el primero se hace referencia a todos los cerramientos verticales, incluso los que están en contacto con el terreno, y en el segundo solo los cerramientos verticales que están en contacto con el aire exterior o con el aire de un espacio no habitable que linde con el aire exterior). Ce2 emplea exactamente la terminología recogida por el CTE DB HE-1 y el procedimiento general CALENER.

En segundo lugar, capítulo 3, se contextualiza legislativamente la situación de los métodos simplificados dentro de la legislación energética española. A continuación se detalla cuantos métodos hay y para cada uno de ellos, CERMA, Ce1, Ce2 y CES sus prestaciones y características.

En el capítulo 4 se desarrollan unas tablas que ayudan a recoger los valores necesarios de un edificio (envolvente+instalaciones) para su definición dentro de cada uno de los métodos.

Se mostrarán los resultados (valores de demanda de calefacción y refrigeración y emisiones totales de CO<sub>2</sub>) que se obtienen (capítulo 5) en dos edificios propuestos (capítulo 11) que se han valorado por los métodos simplificados en tres zonas climáticas diferentes, Madrid (D3), Burgos (E1) y Sevilla (B4) (además de con el programa CALENER VyP, herramienta reconocida para certificar viviendas por la vía general) para comparar sus resultados.

Además utilizando los mismos edificios se analiza la sensibilidad de determinadas variables (no homogéneas entre los procedimientos) para que el lector tenga una idea de la importancia de cada una dentro de los métodos y pueda tener una primera información para decantarse por un método o por otro.

Se complementa el documento con una serie de anexos que pretenden facilitar la entrada de datos de los diferentes programas. Así, existe un anexo dedicado a la estimación de los puentes térmicos, integrados (superficie, transmitancia y coeficientes de transferencia térmica) y encuentro entre cerramientos (longitud y transmitancia térmica lineal).

---

<sup>1</sup> Se ha trabajado con las versiones que hoy (5 de noviembre de 2011) están colgadas en la página web del Ministerio de Industria Turismo y Comercio.

Otro de los anexos está dedicado a describir un método para calcular el factor corrector por la sombra que puede proyectar un elemento (por ejemplo por la propia definición del edificio, o sombras producidas por obstáculos remotos) sobre las superficies opacas o semitransparentes de la envolvente.

Se comprueba y explica el procedimiento establecido para cumplimentar la exigencia de Limitación de la Demanda Energética del Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE DB HE-1) y completar así la legislación energética española por la vía simplificada desarrollándola completamente para uno de los edificios propuestos (edificio 1 en Madrid).

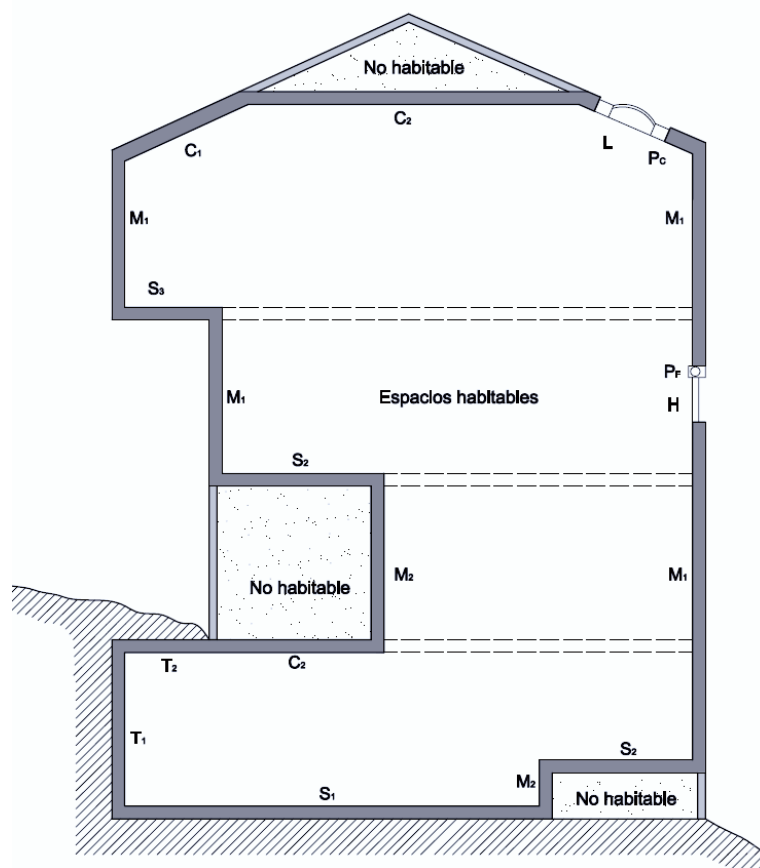
## 2 Definición del edificio

Se definen en este capítulo los parámetros característicos del edificio, tanto de su envolvente térmica como de sus instalaciones térmicas.

### 2.1 Envolvente térmica

La envolvente térmica del edificio se define de acuerdo a la clasificación de sus componentes según lo descrito en el CTE DB HE-1 porque así lo utilizan los métodos simplificados analizados en este documento (recordar que todos, de forma directa o no, deben calcular la exigencia del CTE DB HE-1 para que el edificio pueda ser certificado).

Por tanto, la envolvente térmica está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el exterior (aire exterior o de un espacio no habitable que linde con el exterior, terreno u otro edificio) y por sus puentes térmicos.



**Imagen 2.1:** Esquema de envolvente térmica de un edificio. Si la profundidad de S1 fuera mayor de 0,5 m sería un cerramiento en contacto con el terreno (T3).

Los cerramientos y particiones interiores de los espacios habitables se clasifican según su situación con respecto al exterior en las siguientes categorías (ver imagen 2.1):

- CUBIERTAS (C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub>): cerramientos superiores en contacto con el aire (exterior o de un espacio no habitable que linde con el exterior) cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal.