

DOCUMENTOS TÉCNICOS DE  
INSTALACIONES EN LA  
EDIFICACIÓN DTIE

# CALENER GT

CALIFICACIÓN  
ENERGÉTICA  
DE EDIFICIOS

Edición:  
GRANDES  
EDIFICIOS  
TERCIARIOS



MINISTERIO  
DE INDUSTRIA, TURISMO  
Y COMERCIO



Instituto para la  
Diversificación y  
Ahorro de la Energía



MINISTERIO  
DE VIVIENDA

DIRECCIÓN GENERAL  
DE ARQUITECTURA  
Y POLÍTICA DE VIVIENDA

# DTIE 7.04

ENTRADA DE DATOS AL PROGRAMA  
CALENER GT

PATROCINA



EDITA



---

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

---

**DTIE 7.04 : Entrada de datos al programa CALENER GT**

**Autores:****Arcadio García Lastra.**

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

**Antonio García Laespada.**

Profesor titular de la Universidad Politécnica de Valencia y miembro del Comité Técnico de Atecyr.

**Victor Soto Francés.**

Director del departamento de Termodinámica Aplicada y miembro del Comité Técnico de Atecyr.

**Jose Manuel Pinazo Ojer.**

Catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia y Presidente del Comité Técnico de Atecyr.

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

**Presidente:** JOSÉ MANUEL PINAZO OJER

**Vicepresidente:** RICARDO GARCÍA SAN JOSÉ

**Vocales:** Agustin Maillo Pérez  
Alberto Viti Corsi  
Alejandro Cabetas Hernández  
Antonio Garcia Laespada  
Antonio Paniego Gomez  
Antonio Vegas Casado  
Arcadio Garcia Lastra  
Iñaki Morcillo Irastorza  
Francisco Javier Rey Martínez  
José Antonio Rodríguez Tarodo  
Jose Fernandez Seara  
Jose Luis Esteban  
Jose Manuel Cejudo  
José María Cano Marcos  
Juan Travesí Cabetas  
Manuel Sanchez Marin  
Miguel Ángel Navas Martín  
Paulino Pastor Pérez  
Pedro Torrero Gras  
Pedro Vicente Quiles  
Rafael Úrculo Aramburu  
Ramón Velázquez Vila  
Victor M. Soto Francés

© ATECYR

**Edita:** ATECYR

Navaleno, 9  
28033 Madrid

**Producción y realización:**

ATECYR

**Maquetación e impresión:**

GRÁFICAS ELISA, S.L.

**ISBN:** 978-84-95010-37-7

**Dep. Legal:** M-37601-2010

\* 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 1.700 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 o anexas 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 dichas 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.

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 EUROVENT CERTIFICATION COMPANY; con el Consejo Superior de Colegios de Ingenieros Industriales y el Consejo Superior de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales.

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 edición en Lyon, Francia en abril de 2006, la cuarta edición en Génova, Italia, en septiembre de 2007 y la quinta ha tenido lugar en Lisboa, Portugal en abril de 2009. Está previsto que la siguiente edición se celebre en España en 2011.

En sus más de treinta y seis 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.

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 y los anteriores DTIE's, sin cuya ayuda sería imposible completar este interesante proyecto.

D. Juan José Quixano Burgos  
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

## **SERIE 3: Psicrometría**

- \*3.01 Psicrometría

## **SERIE 4: Tuberías**

- \*4.01 Cálculo de las pérdidas de presión y criterios de diseño. (Edición revisada)

## **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

## **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)
- \*8.04 Energía Solar. Casos Prácticos

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

- \*9.01 Tipos de sistemas
- 9.02 Aplicaciones a diferentes tipos de edificios
- \*9.03 Sistemas de climatización para viviendas, residencias y locales comerciales
- \*9.04 Sistema de suelo radiante
- \*9.05 Sistema 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

\* Editadas

# ÍNDICE

---

|          |  |    |
|----------|--|----|
| <b>1</b> | <b>Introducción</b>  | 11 |
| <b>2</b> | <b>Importación de la envolvente del edificio desde LIDER</b>   | 12 |
| 2.1      | Cálculo de la demanda térmica de calefacción y refrigeración   | 13 |
| 2.2      | Pestaña de Componentes   | 14 |
| 2.2.1    | Datos generales  | 14 |
| 2.2.2    | Composición de cerramientos y acristalamiento  | 15 |
| 2.2.3    | Horarios   | 17 |
| 2.3      | Pestaña de Geometría   | 22 |
| 2.3.1    | Elementos de sombra  | 22 |
| 2.3.2    | Plantas  | 22 |
| 2.3.3    | Espacios   | 23 |
| 2.3.3.1  | Descripción y geometría  | 23 |
| 2.3.3.2  | Ocupación, equipos e infiltración  | 25 |
| 2.3.3.3  | Iluminación  | 28 |
| 2.3.4    | Huecos   | 33 |
| 2.3.4.1  | Ventana  | 33 |
| 2.3.4.2  | Puertas  | 36 |
| <b>3</b> | <b>Interpretación en el programa CALENER GT de los sistemas de climatización</b>                                 | 37 |
| 3.1      | Generalidades  | 38 |
| 3.2      | Subsistemas primarios  | 42 |
| 3.2.1    | Bombas   | 43 |
| 3.2.2    | Circuitos hidráulicos  | 45 |
| 3.2.3    | Subtipos de circuitos (primarios y secundarios)  | 48 |
| 3.2.4    | Variables de entrada en los circuitos hidráulicos secundarios  | 49 |
| 3.2.4.1  | Circuito de agua caliente sanitaria  | 52 |
| 3.2.5    | Ejemplos de tipos de circuitos   | 52 |
| 3.2.6    | Modo de operación de los circuitos hidráulicos.<br>Entrada de funcionamiento de los equipos generadores térmicos | 58 |
| 3.2.7    | Equipos de generación  | 63 |
| 3.2.7.1  | Plantas enfriadoras  | 63 |
| 3.2.7.2  | Torre de refrigeración   | 64 |
| 3.2.7.3  | Calderas   | 65 |
| 3.2.7.4  | Generador de ACS   | 66 |
| 3.2.7.5  | Equipos de cogeneración  | 67 |
| 3.2.7.6  | Alimentación con corriente de agua natural   | 67 |
| 3.3      | Subsistemas secundarios  | 68 |
| 3.4      | Clasificación de subsistemas secundarios   | 69 |
| 3.4.1    | Producción de frío   | 70 |
| 3.4.2    | Localización del tratamiento de aire   | 71 |
| 3.4.3    | Fuentes de calor   | 72 |
| <b>4</b> | <b>Esquema de los subsistemas secundarios.</b>   | 73 |
| 4.1      | Todo aire caudal constante unizona   | 75 |
| 4.2      | Todo aire caudal constante   | 75 |
| 4.3      | Todo aire caudal variable  | 76 |
| 4.4      | Todo aire doble conducto   | 77 |
| 4.5      | Ventiloconvectores (fan-coil)  | 77 |
| 4.6      | Climatizadora de aire primario   | 79 |
| 4.7      | Autónomo caudal constante  | 79 |
| 4.8      | Autónomo caudal variable   | 80 |
| 4.9      | Autónomo caudal y temperatura variable   | 81 |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 4.10     | Autónomo mediante unidades terminales  | 81        |
| 4.11     | Autónomo bomba de calor en circuito cerrado  | 82        |
| 4.12     | Solamente calefacción efecto Joule   | 83        |
| 4.13     | Termoventilación   | 83        |
| 4.14     | Solamente calefacción por agua   | 83        |
| 4.15     | Enfriamiento evaporativo   | 84        |
| <b>5</b> | <b>Uso y ocupación asumido por el programa</b>   | <b>85</b> |
| 5.1      | Calendario   | 85        |
| 5.2      | Horarios   | 86        |
| 5.2.1    | Oficinas   | 86        |
| 5.2.2    | Comercio   | 87        |
| 5.2.3    | Docencia   | 88        |
| 5.2.4    | Hotel, hostel  | 89        |
| 5.2.5    | Residencial  | 90        |
| 5.2.6    | Bares y restaurantes   | 91        |
| 5.2.7    | Sanitaria  | 92        |
| <b>6</b> | <b>Curvas de comportamiento asumidas por el programa</b>   | <b>93</b> |
| 6.1      | Condiciones nominales, condiciones de operación.   | 93        |
| 6.1.1    | Calderas   | 93        |
| 6.1.2    | Equipos autónomos de expansión directa sólo frío o bomba de calor                                  | 93        |
| 6.1.3    | Fan-coils  | 94        |
| 6.1.4    | Planta enfriadora aire-agua y agua-agua  | 94        |
| 6.1.5    | Torre de refrigeración   | 94        |
| 6.1.6    | Bombas de circulación  | 94        |
| 6.2      | Bombas de recirculación  | 95        |
| 6.2.1    | Presión en el fluido   | 95        |
| 6.2.2    | Potencia eléctrica consumida   | 95        |
| 6.3      | Plantas enfriadoras  | 96        |
| 6.3.1    | Potencia frigorífica   | 96        |
| 6.3.2    | Potencia de calorífica   | 98        |
| 6.3.3    | Cociente entre la potencia frigorífica y la potencia consumida EER                                 | 99        |
| 6.3.4    | Cociente entre la potencia calorífica y la potencia consumida COP                                  | 101       |
| 6.4      | Torres de refrigeración  | 102       |
| 6.4.1    | Caudal nominal de agua   | 102       |
| 6.4.2    | Potencia eléctrica consumida por ventilador  | 104       |
| 6.5      | Calderas   | 104       |
| 6.5.1    | Potencia calorífica  | 104       |
| 6.5.2    | Cociente entre la potencia calorífica y la potencia eléctrica consumida.<br>Rendimiento eléctrico. | 104       |
| 6.5.3    | Cociente entre la potencia calorífica y la potencia térmica consumida. Rendimiento térmico.        | 105       |
| 6.6      | Generadores de ACS   | 106       |
| 6.6.1    | Potencia calorífica  | 106       |
| 6.6.2    | Cociente entre la potencia calorífica y la potencia térmica consumida. Rendimiento térmico.        | 106       |
| 6.7      | Equipos de cogeneración  | 107       |
| 6.7.1    | Potencia eléctrica generada  | 107       |
| 6.7.2    | Potencia térmica recuperada  | 107       |
| 6.7.3    | Relación entre la potencia consumida y la potencia eléctrica generada. Rendimiento eléctrico       | 108       |
| 6.7.4    | Relación entre la potencia consumida y la potencia térmica recuperada. Rendimiento térmico         | 108       |
| 6.8      | Fan coil (ventiloconvectores)  | 109       |
| 6.8.1    | Potencia frigorífica   | 109       |
| 6.8.2    | Potencia frigorífica sensible  | 110       |
| 6.8.3    | Potencia calorífica  | 111       |
| 6.8.4    | Factor de By-Pass BP   | 111       |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 6.9    | Baterías de UTA .....  | 112 |
| 6.9.1  | Potencia frigorífica .....   | 112 |
| 6.9.2  | Potencia frigorífica sensible .....  | 113 |
| 6.9.3  | Potencia calorífica .....  | 114 |
| 6.9.4  | Factor de By-Pass BP .....   | 114 |
| 6.10   | Autónomos .....  | 115 |
| 6.10.1 | Potencia frigorífica .....   | 115 |
| 6.10.2 | Potencia frigorífica sensible .....  | 116 |
| 6.10.3 | Potencia calorífica .....  | 117 |
| 6.10.4 | Factor de By-Pass BP .....   | 118 |
| 6.10.5 | Cociente entre la potencia frigorífica y la potencia consumida. EER .....                          | 119 |
| 6.10.6 | Cociente entre la potencia calorífica y la potencia consumida. COP .....                           | 120 |
| 6.10.7 | Efectividad del compresor .....  | 121 |
| 6.10.8 | Variación de la fracción de tiempo de desescarche. ....  | 122 |
| 6.11   | BdC en circuito cerrado .....  | 123 |
| 6.11.1 | Potencia frigorífica .....   | 123 |
| 6.11.2 | Potencia frigorífica sensible .....  | 123 |
| 6.11.3 | Potencia calorífica .....  | 124 |
| 6.11.4 | Factor de By-Pass BP .....   | 124 |
| 6.11.5 | Cociente entre la potencia frigorífica y la potencia consumida. EER .....                          | 125 |
| 6.11.6 | Cociente entre la potencia calorífica y la potencia consumida. COP .....                           | 126 |
| 6.12   | Enfriamiento evaporativo .....   | 126 |
| 6.12.1 | Potencia calorífica .....  | 126 |
| 6.12.2 | COP .....  | 127 |
| 6.12.3 | Efectividad .....  | 128 |
| 7      | <b>Anexo 1: Usos de los edificios</b> .....  | 129 |
| 8      | <b>Anexo 2: Sistemas de control y regulación de iluminación natural</b> .....                      | 131 |
| 9      | <b>Anexo 3: Sensibilidad en la disposición de los circuitos hidráulicos</b> .....                  | 133 |
| 10     | <b>Anexo 4: Análisis en la variación de los modos de operación en el programa CALENR GT.</b> ..... | 140 |
| 11     | <b>Anexo 5: Introducción de esquemas</b> .....   | 145 |
| 11.1   | Sistemas compactos de pequeña potencia (split) .....   | 146 |
| 11.2   | Sistemas partidos (multisplit) .....   | 147 |
| 11.3   | Caudal de refrigerante variable .....  | 147 |
| 11.4   | Unidades compactas de cubierta (Roof-top) .....  | 148 |
| 11.5   | Sistema de aire de caudal constante .....  | 149 |
| 11.6   | Sistema de aire de caudal variable .....   | 150 |
| 11.7   | Doble conducto de caudal constante o variable .....  | 150 |
| 11.8   | Sistema de agua con ventilosconvectores (fancoils) y climatizadora de aire primario .....          | 151 |
| 11.9   | Sistema de bomba de calor agua-aire en anillo .....  | 153 |
| 11.10  | Sistemas radiantes. Suelos radiantes .....   | 154 |
| 12     | <b>Anexo 6: Limitación de temperaturas (IT 3.8)</b> .....  | 155 |
| 13     | <b>Bibliografía.</b> .....   | 156 |

## INDICE DE IMAGENES

|  |    |
|--|----|
| Imagen 1: Estructura del programa.....   | 12 |
| Imagen 2: Introducción del edificio (envolvente+sistema) .....   | 13 |
| Imagen 3: Comparación demanda Calener VyP y Calener GT .....   | 14 |
| Imagen 4: Datos generales .....  | 14 |
| Imagen 5: Energías renovables .....  | 14 |
| Imagen 6: Posición del cerramiento .....   | 15 |
| Imagen 7: Tabla de propiedades de un cerramiento .....   | 16 |
| Imagen 8: Horario todo/nada .....  | 18 |
| Imagen 9: Horario fracción.....  | 18 |
| Imagen 10: Horario multiplicador .....   | 19 |
| Imagen 11: Horario temperatura .....   | 19 |
| Imagen 12: Horario todo/nada/temperatura .....   | 19 |
| Imagen 13: Ley de correspondencia con la temperatura exterior .....  | 20 |
| Imagen 14: Horarios diarios para el funcionamiento del ventilador .....  | 21 |
| Imagen 15: Horarios semanales para el funcionamiento del ventilador .....  | 21 |
| Imagen 16: Horario anual del funcionamiento del ventilador .....   | 21 |
| Imagen 17: Sombras exportables .....   | 22 |
| Imagen 18: Definición de plenum .....  | 22 |
| Imagen 19: Formas de transferencia de calor en los espacios solares .....  | 23 |
| Imagen 20: Ocupación .....   | 24 |
| Imagen 21: Máximos de los horarios .....   | 25 |
| Imagen 22: Iluminación artificial y natural .....  | 29 |
| Imagen 23: Tipos de luminarias .....   | 29 |
| Imagen 24: Ubicación del fotosensor. En el dibujo falta la coordenada Z .....  | 30 |
| Imagen 25: Control de iluminación artificial .....   | 31 |
| Imagen 26: Control progresivo .....  | 31 |
| Imagen 27: Control progresivo-apagado .....  | 32 |
| Imagen 28: Control por etapas .....  | 32 |
| Imagen 29: Visualización de los huecos en 3D .....   | 33 |
| Imagen 30: Hueco en CALENER GT .....   | 33 |
| Imagen 31: Definición de huecos .....  | 34 |
| Imagen 32: Sombra temporal en huecos.....  | 34 |
| Imagen 33: Transformación de una puerta .....  | 36 |
| Imagen 34: Base de datos LIDER a edificio en CALENER GT .....  | 36 |
| Imagen 35: Representación esquemática del edificio.....  | 37 |
| Imagen 36: Sistemas de climatización en el programa CALENER GT.....  | 37 |
| Imagen 37: Sistema de refrigeración con condensación por torre .....   | 38 |
| Imagen 38: Sistema de refrigeración con condensación por aire.....   | 39 |
| Imagen 39: Sistema autónomo condensado por aire .....  | 39 |
| Imagen 40: Sistema autónomo condensado por aire .....  | 39 |
| Imagen 41: Sistema de calefacción con bomba de calor agua-agua .....   | 40 |
| Imagen 42: Sistema de calefacción con bomba de calor aire-agua .....   | 41 |
| Imagen 43: Sistema de calefacción con bomba de calor aire-aire .....   | 41 |
| Imagen 44: Sistema de calefacción con bomba de calor agua-aire .....   | 41 |
| Imagen 45: Sistema de calefacción con caldera .....  | 41 |
| Imagen 46: Sistema de ACS .....  | 42 |
| Imagen 47: Subsistemas primarios .....   | 42 |
| Imagen 48: Circuito de agua fría .....   | 45 |
| Imagen 49: Circuito hidráulico simple .....  | 52 |
| Imagen 50: Circuito de caudal variable con bombas en paralelo y caudal constante en dos enfriadoras .....            | 54 |
| Imagen 51: Circuito de caudal variable y caudal variable en enfriadoras .....  | 54 |
| Imagen 52: Caudal variable en circuito y plantas enfriadoras y bombas asignadas en las plantas .....                 | 55 |
| Imagen 53: Circuitos primarios y secundarios .....   | 55 |
| Imagen 54: Circuito de condensación con dos torres de enfriamiento sirviendo a tres plantas enfriadoras .....        | 56 |
| Imagen 55: Disposición incorrecta en circuitos de condensación con torre de refrigeración .....                      | 56 |
| Imagen 56: Circuito de condensación con bombas propias en las plantas enfriadoras .....                              | 57 |
| Imagen 57: Circuito de condensación con bombas de circulación en plantas enfriadoras y torres de refrigeración ..... | 57 |

|  |     |
|--|-----|
| Imagen 58: Circuitos de condensación independientes .....  | 57  |
| Imagen 59: Modo de operación de los circuitos hidráulicos .....  | 58  |
| Imagen 60: Disponibilidad permanente .....   | 58  |
| Imagen 61: Solapamiento .....  | 60  |
| Imagen 62: Tipos de torres de refrigeración.....   | 65  |
| Imagen 64: Nivel de sistema y nivel de zona.....   | 68  |
| Imagen 63: Subsistema secundario.....  | 68  |
| Imagen 65: Conexión entre subsistemas.....   | 69  |
| Imagen 66: Tipos de control para el enfriamiento gratuito .....  | 74  |
| Imagen 67: Todo aire caudal variable.....  | 76  |
| Imagen 68: Todo aire doble conducto.....   | 77  |
| Imagen 69: Fan-coil dos tubos .....  | 78  |
| Imagen 70: Fan-coil cuatro tubos .....   | 78  |
| Imagen 71: Climatizadora de aire primario .....  | 79  |
| Imagen 72: Autónomo caudal constante.....  | 80  |
| Imagen 73: Autónomo caudal variable .....  | 80  |
| Imagen 74: Autónomo con caudal y temperatura variable.....   | 81  |
| Imagen 75: Autónomo mediante unidades terminales .....   | 81  |
| Imagen 76: Autónomo bomba de calor en circuito cerrado .....   | 82  |
| Imagen 77: Calefacción efecto Joule .....  | 83  |
| Imagen 78: Termoventilación .....  | 83  |
| Imagen 79: Radiadores o suelo radiante.....  | 83  |
| Imagen 80: Enfriamiento evaporativo: todo el caudal de impulsión pase por el enfriador evaporativo .....       | 84  |
| Imagen 81. Integración del enfriamiento evaporativo del aire exterior .....                                    | 84  |
| Imagen 82: Integración del enfriamiento evaporativo del aire exterior y parte del recirculado .....            | 84  |
| Imagen 83: Calendario por defecto (las horas noche van desde las 1 hasta las 8 inclusive).....                 | 85  |
| Imagen 84: Comportamiento de curvas .....  | 95  |
| Imagen 85: Curvas de potencia ventilador en torres. ....   | 104 |
| Imagen 86: Curvas de rendimiento eléctrico en calderas. ....   | 105 |
| Imagen 87: Curvas de rendimiento térmico en calderas. ....   | 105 |
| Imagen 88: curvas de potencia térmica de los generadores de ACS .....  | 106 |
| Imagen 89: Curvas de potencia térmica recuperada de equipos de cogeneración .....                              | 108 |
| Imagen 90: Curvas de rendimiento de equipos de cogeneración .....  | 109 |
| Imagen 91: Variación de la potencia frigorífica sensible en fan-coil .....                                     | 110 |
| Imagen 92. Variación de la potencia frigorífica sensible en UTA .....  | 113 |
| Imagen 93: Efectividad del compresor .....   | 122 |
| Imagen 94: Variación de la potencia frigorífica BdC circuito cerrado.....                                      | 123 |
| Imagen 95: Variación de la potencia calorífica BdC circuito cerrado .....                                      | 124 |
| Imagen 96: Variación de la efectividad en enfriamiento evaporativo .....                                       | 128 |
| Imagen 97: Acristalamiento fachada exterior.....   | 131 |
| Imagen 98: Patios no cubiertos.....  | 131 |
| Imagen 99: Patios cubiertos .....  | 132 |
| Imagen 100: Tipo de espacio solar: Patio cubierto.....   | 132 |
| Imagen 101: Edificio de estudio .....  | 133 |
| Imagen 102: Sistema de radiadores .....  | 133 |
| Imagen 103: Caso1: Circuito hidráulico simple .....  | 134 |
| Imagen 104: Caso 2: Circuito de caudal variable y caudal constante en una caldera .....                        | 135 |
| Imagen 105: Caso 3: Circuito de caudal variable y caudal constante en dos calderas .....                       | 135 |
| Imagen 106: Caso 4: Circuito de caudal variable con bombas en paralelo y caudal constante en dos calderas..... | 136 |
| Imagen 107: Caso 5: Circuito de caudal variable y caudal variable en calderas.....                             | 137 |
| Imagen 108: Caso 6: Caudal variable en circuito y calderas y bombas asignadas en las plantas .....             | 137 |
| Imagen 109: Resultados con bomba de caudal constante y válvula de dos vías .....                               | 138 |
| Imagen 110: Resultados con válvula de dos vías y bomba de velocidad variable.....                              | 138 |
| Imagen 111: Resultados con válvula de tres vías y bomba de velocidad constante .....                           | 139 |
| Imagen 112: Resultados totales .....   | 139 |
| Imagen 113: Definición de horarios .....   | 140 |
| Imagen 114: Influencia del modo de operación de los circuitos hidráulicos .....                                | 141 |
| Imagen 115: Influencia del modo de operación de los circuitos hidráulicos .....                                | 142 |
| Imagen 116: Sistema unizona por zona de control y sin zona de control .....                                    | 143 |

|   |     |
|---|-----|
| Imagen 117: Influencia del modo de operación de los circuitos hidráulicos ..... | 143 |
| Imagen 118: Influencia del modo de operación de los circuitos hidráulicos ..... | 144 |
| Imagen 120: Entrada de valores de sistemas zonales .....                        | 146 |
| Imagen 119: Sistemas de pequeña potencia compactos .....                        | 146 |
| Imagen 121: Sistemas de pequeña potencia compactos partidos .....               | 147 |
| Imagen 122. Volumen de refrigerante variable.....                               | 147 |
| Imagen 123: Roof-top .....  | 148 |
| Imagen 124. Sistema de aire de caudal constante .....                           | 149 |
| Imagen 125. Todo aire de caudal variable .....                                  | 150 |
| Imagen 126: Fan-coil .....  | 151 |
| Imagen 127: Fan-coil + climatizadora de aire primario .....                     | 151 |
| Imagen 128: Anillo energético .....   | 153 |
| Imagen 129: Suelo radiante .....  | 154 |

## INDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1: Contribución solar mínima permitida según el CTE DB HE-4 .....   | 15  |
| Tabla 2: Edificios regulados por el CTE DB HE-5 .....   | 15  |
| Tabla 3: Valores de absorptividad (FUENTE: Manual del programa) .....   | 16  |
| Tabla 4: Factor solar y transmisividad visible de vidrios comerciales .....   | 17  |
| Tabla 5: Hipótesis de diseño para la superficie de suelo por personas (UNE EN 13779) .....                          | 25  |
| Tabla 6: Densidad de ocupación según CTE DB SI .....  | 26  |
| Tabla 7: Potencia térmica desprendida por las personas (Manual del programa).....                                   | 27  |
| Tabla 8: Potencia térmica desprendida por las personas (temperatura del aire 24°C) UNE EN 13779 .....               | 27  |
| Tabla 9: Potencias y carga orientativa de diferentes equipos .....  | 27  |
| Tabla 10: Infiltración en edificio unifamiliar .....  | 28  |
| Tabla 11: Infiltración en edificio multifamiliar y terciario .....  | 28  |
| Tabla 12: Lámparas de descarga .....  | 29  |
| Tabla 13: Lámparas halógenas de baja tensión .....  | 29  |
| Tabla 14: Factor corrector de la transmitancia térmica .....  | 35  |
| Tabla 15: Factor corrector de la ganancia solar para cortina o persiana.....  | 35  |
| Tabla 16: Clasificación de los huecos .....   | 35  |
| Tabla 17: Valores de entrada para las bombas.....   | 44  |
| Tabla 18: Rendimiento de motores eléctricos .....   | 44  |
| Tabla 19: Modos de operación por defecto .....  | 60  |
| Tabla 20: Variables de entrada de los circuitos .....   | 62  |
| Tabla 21: Variables de entrada y valores por defecto de las plantas enfriadoras .....                               | 64  |
| Tabla 22: Variables de entrada de las torres de refrigeración .....   | 65  |
| Tabla 23: Variables de entrada y valores por defecto para las calderas .....  | 66  |
| Tabla 24: Variables de entrada y valores por defecto de los generadores de ACS. ....                                | 67  |
| Tabla 25: Variables de entrada y valores por defecto de los sistemas de cogeneración .....                          | 67  |
| Tabla 26: Clasificación de los subsistemas secundarios .....  | 72  |
| Tabla 27: Condiciones de bienestar térmico .....  | 73  |
| Tabla 28: Eficiencia de la recuperación.....  | 73  |
| Tabla 29: Potencia específica de ventiladores .....   | 74  |
| Tabla 30: Horarios de oficinas.....   | 86  |
| Tabla 31: Horarios de comercio.....   | 87  |
| Tabla 32: Horarios de docencia .....  | 88  |
| Tabla 33: Horarios de hotel, hostel .....   | 89  |
| Tabla 34: Horarios residencial.....   | 90  |
| Tabla 35: Horarios de bares y restaurantes .....  | 91  |
| Tabla 36: Horarios sanitarios .....   | 92  |
| Tabla 37: Condiciones nominales de equipos autónomos.....   | 93  |
| Tabla 38: Condiciones nominales de fan-coil (temperatura en °C).....  | 94  |
| Tabla 39: Condiciones nominales de plantas enfriadoras (temperatura en °C).....                                     | 94  |
| Tabla 40: Curvas de variación de la potencia frigorífica para plantas enfriadoras .....                             | 97  |
| Tabla 41: Curvas de variación de la potencia calorífica para plantas enfriadoras .....                              | 98  |
| Tabla 42: Curvas de variación de EER para plantas enfriadoras, condiciones de operación. Condensadas por aire ..... | 99  |
| Tabla 43: Curvas de variación de EER para plantas enfriadoras, condiciones de operación. Condensadas por agua.....  | 100 |
| Tabla 44: Curvas de variación de EER para plantas enfriadoras, estado de carga .....                                | 101 |
| Tabla 45: Curvas de variación de COP para plantas enfriadoras. ....   | 102 |
| Tabla 46: Curvas de variación de caudal nominal de agua en torres. ....   | 103 |
| Tabla 47: Curvas de rendimiento de los generadores de ACS .....   | 107 |
| Tabla 48: Variación de la potencia frigorífica en fan-coil .....  | 110 |
| Tabla 49: Variación de la potencia calorífica en fan-coil .....   | 111 |
| Tabla 50: Variación del BP en fan-coil .....  | 112 |
| Tabla 51: Variación de la potencia frigorífica en UTA .....   | 113 |
| Tabla 52: Variación de la potencia calorífica en UTA.....   | 114 |
| Tabla 53: Variación de BP en UTA .....  | 115 |
| Tabla 54: Variación de la potencia frigorífica en autónomo .....  | 116 |
| Tabla 55: Variación de la potencia frigorífica sensible en autónomo .....   | 117 |
| Tabla 56: Variación de la potencia calorífica en autónomo.....  | 118 |
| Tabla 57: Variación de BP en autónomo .....   | 119 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 58: Variación de EER en autónomo.....   | 120 |
| Tabla 59: Variación de COP en autónomo.....   | 121 |
| Tabla 60: Tiempo de desescarche .....   | 122 |
| Tabla 61: Variación de la potencia frigorífica sensible de BdC circuito cerrado ..... | 124 |
| Tabla 62: Variación de BP en BdC circuito cerrado .....                               | 125 |
| Tabla 63: Variación de EER en BdC circuito cerrado.....                               | 125 |
| Tabla 64: Variación de COP en BdC circuito cerrado.....                               | 126 |
| Tabla 65: Variación de la potencia calorífica enfriamiento evaporativo.....           | 127 |
| Tabla 66: Variación de COP en enfriamiento evaporativo .....                          | 127 |

# 1 Introducción

Este documento nace con el propósito de ayudar a los posibles usuarios del programa CALENER GT en su labor de certificación de edificios terciarios de nueva construcción.

Dentro de la colección de DTIEs (Documentos Técnicos de Instalaciones en los Edificios) de Atecyr existe ya un documento que analiza la certificación energética de edificios terciarios en el programa CALENER VyP, por eso todos los datos reflejados allí simplemente se citarán (ejemplo de cálculo del valor de eficiencia energética en iluminación VEEL, umbrales tabulados y legislados, construcción por los programas del edificio de referencia, cálculo del índice de eficiencia energética en edificios terciarios, etc.). Se recomienda por tanto su lectura como complemento a esta publicación.

En la redacción del documento se está suponiendo que la geometría del edificio se ha exportado desde el programa LIDER (para poder mover ficheros de CALENER GT entre carpetas es necesario copiar los archivos con extensión<sup>1</sup> \*.pd2 y \*.inp), en el que ya se ha tenido que introducir el edificio para dar cumplimiento a la sección 1 del Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE DB HE-1). Esta geometría se podría introducir directamente en el programa CALENER GT, pero no parece lógico hacerlo así cuando ya se debe introducir antes en LIDER.

Existe un capítulo amplio donde se cita qué valores se deben revisar en el programa CALENER GT cuando se ha exportado un edificio del programa LIDER y qué valores toman por defecto elementos que no se definen en el LIDER pero que si se permite su edición en el programa CALENER GT, por ejemplo la absorptividad de las paredes exteriores o la transmisividad visible de los vidrios.

Existen dos capítulos y un anexo que intentan visualizar la forma que tiene el programa para definir los diferentes sistemas de climatización, en un capítulo se analiza la estructura general que utiliza el programa, considerando los sistemas de climatización como suma de subsistemas primarios (lado del agua) y subsistemas secundarios (lado del aire) y un segundo donde se reproducen los esquemas de los subsistemas secundarios del programa DOE 2.2 (motor de cálculo del programa CALENER GT).

Una parte importante del documento trata sobre las variaciones de las prestaciones de los equipos y unidades terminales que el programa asume por defecto. Con ello se pretende ampliar el documento de curvas que el programa tiene, en dos sentidos, el primero ver la representación gráfica de estas variables y el segundo ver los factores correctores de estas prestaciones en el Sistema Internacional de Unidades y no en el americano como actualmente tiene el documento.

La versión del programa CALENER GT con la que se ha trabajado en este documento es la versión 3.1 de octubre de 2009 publicada en la página del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio del 1 de septiembre de 2009.

El programa CALENER GT se puede descargar en la siguiente página web:

[www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/ProgramaCalener/Paginas/DocumentosReconocidos.aspx](http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/ProgramaCalener/Paginas/DocumentosReconocidos.aspx)

---

<sup>1</sup> Con la edición de los ficheros \*.BDL y \*.SIM se localiza la descripción de los errores.

## 2 Importación de la envolvente del edificio desde LIDER

Algunas propiedades del edificio que afectan a su demanda térmica han sido supuestas en el programa LIDER y pueden ser cambiadas en el programa CALENER GT y algunas otras deben completarse en CALENER GT puesto que no han sido demandadas en LIDER.

El programa está estructurado en 4 pestañas en las que se define la envolvente del edificio y sus instalaciones en una estructura de árbol:

- Pestaña *Componentes*: En esta pestaña se define la ubicación del edificio (su zona climática), la posibilidad de generar energía a partir de fuentes renovables, constitución de los cerramientos del edificio, definición de los perfiles horarios, y las curvas de comportamiento de los equipos.
- Pestaña de *Geometría*: Se construye el edificio a partir de los cerramientos y huecos de los edificios, se genera su visualización en una imagen 3D y se ajustan los horarios de ocupación, cargas internas, iluminación, infiltración y elementos de sombras temporales de los huecos.
- Pestaña de *Subsistemas primarios*: Se crearan todos los equipos generadores térmicos y correspondientes circuitos hidráulicos y bombas de circulación.
- Pestaña de *Subsistemas secundarios*: Se analizarán los equipos que tratan el aire (baterías de agua-aire, baterías de refrigerante-aire, equipos autónomos,...) así como los elementos de control dentro de la zona (termostatos).

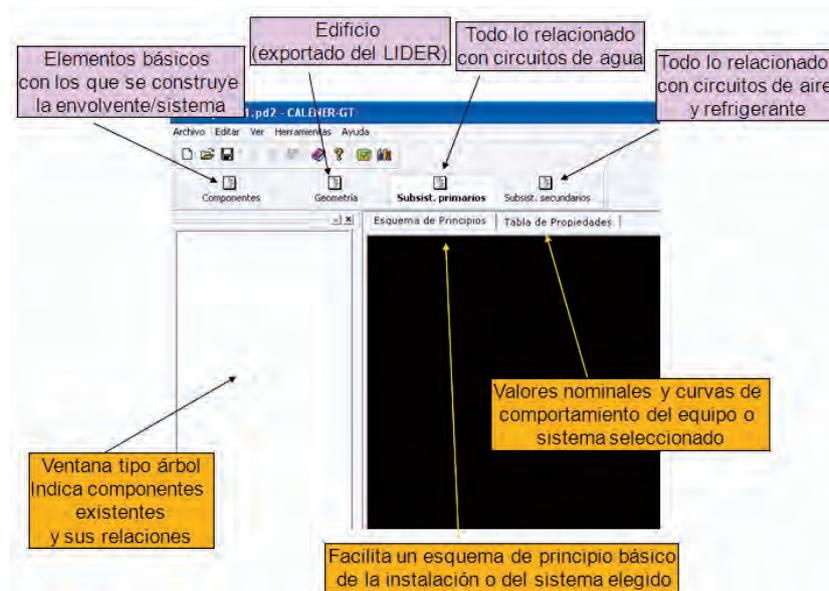


Imagen 1: Estructura del programa

Como se aprecia de la anterior clasificación y entendiendo el edificio como la suma de su envolvente térmica y sus instalaciones de climatización y ACS, las dos primeras pestañas están dedicadas a la envolvente del edificio y las otras dos a los sistemas térmicos y de producción de agua caliente sanitaria.

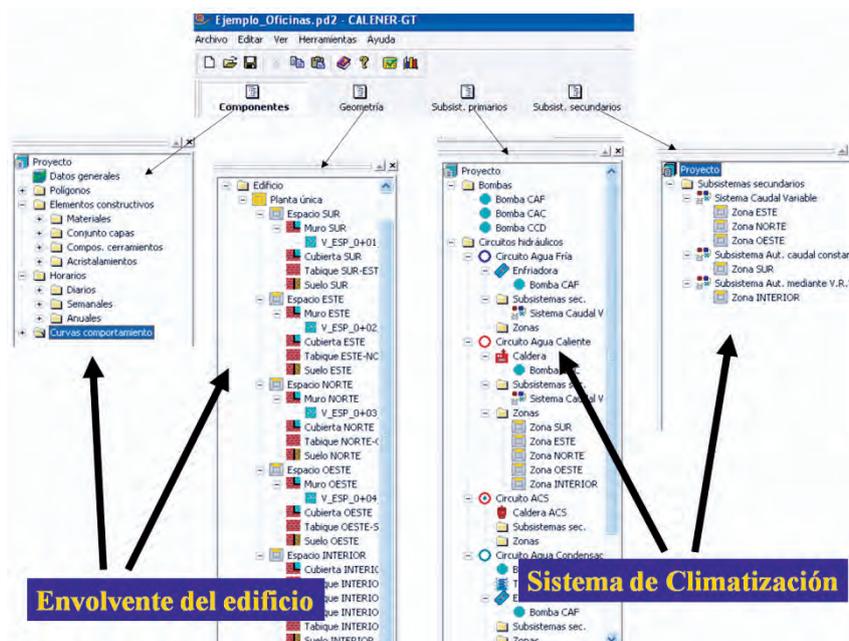


Imagen 2: Introducción del edificio (envoltente+sistema)

Se analiza en este capítulo las variables de la envolvente térmica del edificio (pestañas de *Componentes* y *Geometría*) siguiendo el orden lógico establecido por el programa a la hora de definir un edificio para ser calificado energéticamente. Se aporta además una pequeña comparación de un edificio terciario calificado con CALENER VyP y CALENER GT para ver la discrepancia de resultados en el cálculo de la demanda energética del edificio.

## 2.1 Cálculo de la demanda térmica de calefacción y refrigeración

Puede suceder que un mismo edificio terciario sea calificado por el programa CALENER VyP (Calificación Energética para edificios de Viviendas y Pequeños edificios terciarios) o CALENER GT (Calificación Energética para edificios Grandes edificios terciarios) pues no existe ninguna distinción excluyente (por ejemplo a partir de un número determinado de m<sup>2</sup>) para determinar el programa de calificación.

Al tener un motor de cálculo distinto, el CALENER VyP calcula la demanda según el programa LIDER y CALENER GT a través del DOE-2.2, el cálculo de las demandas es diferente (aunque la calificación final debe de ser la misma).

En el programa CALENER GT se calcula la demanda de calefacción durante todo el año de todos los espacios del edificio cuando la temperatura de los mismos se encuentra por debajo de 22,5°C y calcula la demanda de refrigeración cuando la temperatura supera este umbral.

En cambio en CALENER VyP para los edificios terciarios la consigna de temperatura para el cálculo de la demanda de calefacción es de 20°C y para la demanda de refrigeración es de 25°C oscilando libremente la temperatura en las zonas cuando está entre 20 y 25°C. Estas consignas no son constantes todo el año<sup>2</sup> (salvo cuando se selecciona un horario de 24h) ni para todos los tipos de días, sino que dependen del tipo de horario seleccionado (que se trabaje 8h, 12h, 16h y 24h), es decir el cálculo de demanda no se realiza durante todo el año.

<sup>2</sup> En el DTIE 7.03 están representados todos los horarios que por defecto se pueden asignar en el programa CALENER VyP