

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

DTIE 9.03

**SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN
PARA VIVIENDAS, RESIDENCIAS
Y LOCALES COMERCIALES**

EDITA

 **Atecyr**

PATROCINA



Saunier Duval

DOCUMENTOS TÉCNICOS DE INSTALACIONES EN LA EDIFICACIÓN DTIE

DTIE 9.03

**SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN PARA VIVIENDAS,
RESIDENCIAS Y LOCALES COMERCIALES**

Edición: ATECYR

Redacción: Felipe Cebrián Quesada

Coordinación: Comité Técnico de ATECYR

Producción y realización: Editorial EL INSTALADOR

Perfil del autor

Felipe Cebrián Quesada

Ingeniero Industrial por la E.T.S.S.I Madrid (1972). Perito e Ingeniero Técnico Industrial por las universidades Laborales de Córdoba y Tarragona (1965).

Experiencia de 30 años como Instalador y 4 años como Ingeniero de Gestión.

Miembro de ASHRAE y del Comité Técnico de ATECYR. Miembro del Comité CT-100 de AENOR

Lista de miembros del Comité Técnico de ATECYR:

Presidente: D. José Manuel Pinazo

Vocales: José M^a Cano
Alejandro Cabetas
Felipe Cebrián
Ricardo García San José
Paul Gerard
Rafael Úrculo
Alberto Viti
Javier Rey
José Antonio Rodríguez Tarodo
Delfín Silío
Julio Largo Cabrerizo

© ATECYR

Edita: ATECYR
INSTITUTO EDUARDO TORROJA
Serrano Galvache, s/n
28033 Madrid

Producción y realización:
EDITORIAL TÉCNICA EL INSTALADOR

Portada:
GALIO DIGITAL

Fotocomposición:
INDUSTRIAS GRAFICAS EL INSTALADOR

Impresión:
INDUSTRIAS GRÁFICAS EL INSTALADOR

ISBN: 84-95010-12-7

Dep. Legal: M-29994-2004

PRESENTACIÓN

La Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR), es una entidad de carácter no lucrativo fundada en 1974, que agrupa a más de 1.000 ingenieros y profesionales que tienen relación o dedican su actividad a los sectores de la Calefacción, Refrigeración, Ventilación y/o Aire Acondicionado.

Básicamente, sus fines y objetivos son el avance de las ciencias y técnicas del sector que abarca, en beneficio de la sociedad en general y de los profesionales y socios en particular.

Para ello, ATECYR desarrolla actividades de formación, investigación, divulgación y promoción de nuevas tecnologías, además tiene relaciones e intercambia conocimientos con otras Asociaciones, Nacionales e internacionales de similares objetivos.

Desde hace dos años ATECYR cuenta con un Comité Científico, el cual está formado por expertos en diferentes áreas y cuya función es el estudio y desarrollo de las actividades relacionadas, en general, con los aspectos científicos y tecnológicos que pueda acometer la Asociación.

Dentro del programa de trabajo del Comité Científico, se decidió la elaboración de Documentos o Guías sobre temas monográficos que ayudaran a los profesionales a realizar su trabajo de diseño y de ejecución de sistemas e instalaciones de forma eficiente y actualizarlo. La guía que ahora se presenta es, por tanto, la primera de una serie de documentos que se irán publicando y ofreciendo al sector periódicamente.

Una de las labores más penosas para el Técnico de nuestro sector es, probablemente, la de buscar información sobre metodología, algoritmos y datos de partidas que sean fiables para el cálculo de sistemas, equipos o aparatos relativos a instalaciones en la edificación, sea aquellos cuyo uso es casi cotidiano como aquellos otros de uso no muy frecuente o excepcional. Los últimos, además, están siempre acompañados del olvido, si es que alguna vez se ha calculado.

Muchos cálculos suelen llevarse a cabo "a sentimiento", es decir, sin tener una idea muy clara del por qué y cuándo se calcula de una manera y, si existe alternativa, por qué se calcula de otra, que factores entran en juego y cuáles son importantes y qué otros parámetros pueden ser despreciados, etc.

Muchas veces se suelen arrastrar errores de conceptos desde el comienzo de la profesión, ya que difícilmente se posee el tiempo de reflexionar, estudiar, buscar y saber buscar la información o se tiene a disposición en la empresa un compañero experimentado y amable que sepa aclarar las dudas si es que surgen (¡mala apariencia tiene el asunto si no surgen dudas!).

Se comprende que el riesgo de cometer errores aumenta al acentuarse la complicación del sistema que se pretende calcular. Tener a disposición una documentación bien elaborada (esta es, por lo menos, nuestra pretensión) no solamente facilita la labor y hace ahorrar tiempo, si no que, en un cierto sentido, descarga parte de la responsabilidad del Técnico, que habrá hecho la oportuna referencia al DTIE correspondiente.

La información que se necesita suele estar dispersa en fuentes muy variadas, desde libros hasta artículos de diferentes especializadas, en diferentes lenguas y en diferentes unidades de medidas, mirada bajo diferentes, aunque siempre muy interesantes, puntos de vista.

Además, la información presenta, a menudo, dificultades de interpretación por falta de definición de ciertas magnitudes y/o de sus unidades de medida, por falta de claridad

del autor del escrito que suele dar por sentados unos conceptos que para nada lo son, por la necesidad de recurrir a una fuente diferente de información para calcular otro parámetro que es imprescindible, por interpretación errónea de algunas afirmaciones, por errores de imprenta o mecanografía, por una presentación deficiente, etc.

Hoy en día, además, la frenética labor normativa del Comité Europeo de Normalización (CEN) Y DE AENOR, entes en los que ATECYR está debidamente representado, hace improbar la labor de estar al día con las últimas novedades en este campo.

Los Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación (DTIEs pretenden reducir estos inconvenientes (¡el empleo del verbo “eliminar” sería excesivo!), ofreciendo al técnico unos instrumentos de trabajo de uso cotidiano, completos de toda la información necesaria para el desarrollo del cálculo que, además, estará efectuando según las últimas tecnologías disponibles y, por supuesto, debidamente documentado. Se incluyen tablas, gráficos y figuras para que algunas magnitudes puedan ser estimadas rápidamente para cálculos preliminares o con el fin de visualizar la variación de una magnitud en función de otra u otras.

Cada DTIE es un documento dedicado a un tema muy específico, desarrollado para el límite de los conocimientos del autor o autores.

En cuanto al cumplimiento de normas y reglamentos, se hace observar que los documentos tiene el propósito de estudiar un tema desde el punto de vista técnico, no normativo. Por tanto, será responsabilidad del Técnico que deba efectuar el proyecto tener en cuenta las limitaciones impuestas por las normas y reglamentos en vigor que, eventualmente, afecten al sistema que va a ser objeto del cálculo.

Los DTIEs pretenden ser claros en su exposición, facilitando la comprensión de lo que el Técnico quiere llevar a cabo en todas sus facetas. Este objetivo se considera fundamental y su frustración debe considerarse un fracaso.

Todos o casi todos los DTIEs tiene un contenido que puede ser objeto de un programa de cálculo por ordenador, algunos con facilidad, otros menos. En cualquier caso, el Técnico hará bien en recurrir a esta herramienta de trabajo para, entre otras razones, evitar los errores de cálculo que, casi inevitablemente, se cometen por prisa o ... por tener la cabeza en otro sitio. Una vez hecho el programa, revisado y validado su funcionamiento, éste será un instrumento útil durante muchos años, máxime si se habrá hecho con medios propios (esto es, si se posee el programa fuente), lo que permitirá adecuar su contenido a los cambios de normativa o a las necesidades de un cliente particular, con facilidad y casi sin costo adicional.

El comité científico de ATECYR, que edita esta serie de documentos, ha emprendido una serie de acciones para llevar a cabo esta labor, larga y difícil. Entre ellas destaca la voluntad de llevarla a cabo, sin pausas, retomando una iniciativa de hace ya algunos años. Ya existe una lista de documentos a elaborar e incluso un calendario.

Se recibirán con agrado las observaciones que los usuarios de estos DTIEs quieran aportar con el fin de mejorar su contenido e incluso su presentación en próximas ediciones y, por tanto, cumplir con los objetivos fijados.

El comité Científico de ATECYR no se hace responsable del uso incorrecto que se pueda hacer de la información contenida en los documentos.

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer al Socio Protector, la empresa SAUNIER DUVAL DICOSA, S.A., por su valiosa colaboración prestada a la edición de ésta y sucesivas dité, pues concedora del proyecto emprendido por ATECYR para la elaboración de esta colección de Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación, ha decidido subvencionar la edición de todas las DTIE proyectadas.

Serie ATECYR de 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

SERIE 2: Condiciones de diseño

- *2.01 Calidad del ambiente térmico
- 2.02 Calidad de aire interior
- 2.03 Ambiente acústico: origen, remedios y límites de ruidos y vibraciones

SERIE 3: Psicrometría

- *3.01 Psicrometría

SERIE 4: Tuberías

- *4.01 Cálculo de las pérdidas de presión y criterios de diseño

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

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 térmicas de energía solar a baja temperatura

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

SERIE 10: Sistemas de calefacción

- 10.01 Tipos de sistemas
- 10.02 Aplicaciones para edificios residenciales
- *10.03 Calderas individuales

SERIE 11: Control

- 11.01 Esquemas de control

***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

INDICE

1. Capítulo 1

- 1.1 Introducción
- 1.2 Categoría de Residencias
- 1.3 Componentes de la carga térmica
- 1.4 criterio de cálculo para el dimensionamiento del sistema y la potencia instalada
- 1.5 Metodología básica para el cálculo de las cargas térmicas
- 1.6 Reflexiones

2. Capítulo 2

- 2.1 Ciclo de compresión
- 2.2 Refrigerantes
- 2.3 Líneas frigoríficas: Práctica de diseño
- 2.4 Tubería de cobre para circuitos frigoríficos
- 2.5 Aislamiento de líneas frigoríficas
- 2.6 Aplicación del reglamento para plantas e instalaciones frigoríficas a los circuitos de interconexión de las unidades

3. Difusión de aire

- 3.1 Difusión por mezcla
- 3.2 Transporte de aire
- 3.3 Métodos aplicables para el dimensionamiento de conductos

4. Equipos y sistemas para vivienda y locales comerciales

4.1 Sistema aire-aire

- 4.1.1 Equipos ventana
- 4.1.2 Unidades compactas para conductos

4.2 Equipos autónomos partidos con condensador enfriado por aire, ciclo sólo frío y bomba de calor

- 4.2.1 Gama comercial
- 4.2.2 Aplicaciones
- 4.2.3 Prescripciones para su instalación

4.3 Sistema multisplit

- 4.3.1 Características generales
- 4.3.2 Instalación de los equipos
- 4.3.3 Sistemas múltiples singulares

4.4 Sistemas con caudal variable de refrigerante, ciclos frío y bomba calor

- 4.4.1 Esquema funcional
- 4.4.2 Aplicaciones
- 4.4.3 Especificaciones básicas para la instalación

4.5 Sistemas de agua

- 4.5.1 Sistemas con equipos compactos y partidos con condensador enfriado por agua
- 4.5.2 Sistemas con plata enfriadora de agua y unidades terminales fan-coils
- 4.5.3 Transporte de agua refrigerada, enfriada y caliente:
Grupos motobombas y red de tuberías
 - 4.5.3.1 Grupos motobombas
 - 4.5.3.2 Esquemas de principios
 - 4.5.3.3 Criterios de diseño para redes de tuberías
 - 4.5.3.4 Tanque de expansión
 - 4.5.3.5 Aislamiento térmico y anticondensación de redes de tuberías

5. **Drenaje de condensado**

- 5.1 Cierre hidráulico
- 5.2 Bote sifónico
- 5.3 Sifonamiento
- 5.4 Pérdida del sello hidráulico

Anexo 1. Teoría básica y métodos para la determinación de las cargas térmicas.

- 0. Teoría básica y métodos para la determinación de las cargas térmicas
- 1. Sistema internacional de unidades: magnitudes: magnitudes y unidades de uso más corriente
 - 1.1 Presión
 - 1.2 Temperatura
 - 1.3 Cantidad de calor
 - 1.4 Transmisión del calor: Conceptos fundamentales, definiciones prácticas
 - 1.5 Cálculo de coeficiente de transmisión de calor de cerramientos
 - 1.6 Carga de refrigeración
 - 1.7 Carga de calefacción
 - 1.8 Factores de mayorización de la carga térmica de dispersión
 - 1.9 Infiltración de aire exterior

1. CAPÍTULO 1

1.1. INTRODUCCIÓN

Características que diferencian las viviendas y residencias de otros tipos de edificaciones:

- Ocupación continua y mayor tiempo diario de operación de los sistemas térmicos.
- Las cargas térmicas dependen casi exclusivamente de las ganancias y pérdidas de energía a través de los cerramientos y de las infiltraciones de aire exterior.
- En muchos casos se utilizan sistemas de una sola zona con alguna opción limitada de control en cada dependencia aunque hay algunas excepciones que serán consideradas.
- La potencia térmica instalada suele ser pequeña o moderada y por su alta dependencia de las condiciones exteriores, su rendimiento estacional estará muy penalizado, si bien hay situaciones diferentes que serán comentadas.
- La des-humidificación se produce durante el ciclo de enfriamiento del aire. Para zonas de alta temperatura húmeda exterior podría suponer alguna limitación. No se contempla normalmente un post-calentamiento, aunque en algunos sistemas puede hacerse.

1.2 CATEGORÍA DE RESIDENCIAS

a) Residencias y viviendas UNIFAMILIARES

- Chalés aislados
- Chalés adosados

b) Viviendas multifamiliares, conocidas popularmente como pisos y apartamentos

1.3 COMPONENTES DE LA CARGA TERMICA

- a) Ganancias y pérdidas de calor sensible a través de la epidermis: paredes, techos, suelos y superficies acristaladas.
- b) Ganancias y pérdidas de calor sensible y latente por causa de la infiltración de aire exterior y posible ventilación positiva.
- c) Ganancias interiores por ocupantes, calor sensible y latente.
- d) Ganancias por aparatos domésticos, iluminación y equipos informáticos personales.

1.4 CRITERIO DE CÁLCULO PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA Y LA POTENCIA INSTALADA.

- Cálculo habitación por habitación, de la carga máxima estimando la punta según radiación y/o condiciones exteriores máximas. Deben tantearse, en algún caso, varios supuestos y ver el peso de los componente de carga interior (aplicable a salones, salas de estar y comedor)
- Debe analizarse la carga térmica máxima simultánea del día (QMS), si el sistema es con unidad enfriadora central, unitaria o colectiva y unidades terminales que se seleccionarán, no obstante, para la carga máxima de cada dependencia. Este criterio puede ser aplicable, aunque con mayor limitación, a ciertos sistemas de caudal variable de aire y de refrigerante.
- En el cálculo de la distribución y dimensionamiento de unidades terminales hay que tener muy en cuenta el ciclo de preferencia. El ciclo de calefacción debe ser prioritario respecto al de refrigeración cuando no hay otro sistema de calefacción (suelo o techo radiante o radiadores). Se debe diseñar la distribución de aire según las cargas térmicas de invierno de cada dependencia, aunque suponga un desequilibrio para el ciclo de verano. Con algunos sistemas y dentro de un entorno estrecho, puede llegarse a un compromiso aceptable.

1.5 METODOLOGÍA BÁSICA PARA EL CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS

- 1) Conocer composición de cerramientos, espesores, calidad y si es posible su masa específica. Cerramientos acristalados tipo, composición y color. Tipo de carpintería
- 2) Definir los coeficientes de transmisión de calor de los cerramientos
- 3) Orientaciones de fachadas exteriores (radiación exterior)
- 4) Exposición de la edificación (infiltraciones)
- 5) Condiciones termo-higrométricas exteriores
- 6) Condiciones interiores

1.6 REFLEXIONES

- 1) Los datos de las calidades de los cerramientos debe darlos el Arquitecto. Es muy importante el tipo de construcción: *LIGERA*, *MEDIA* o *PESADA*. Fundamental es conocer el tipo de cristal y el material de la carpintería de huecos exteriores.
- 2) Es muy importante conocer la orientación geográfica del Edificio. Supone un importante ahorro económico la protección solar pasiva para sistemas de refrigeración: sombras, aleros, orientaciones *SUR* y *NORTE*, etc.
- 3) El grado de exposición de la edificación condiciona de forma importante el caudal de aire de infiltración
- 4) Existen datos muy fiables sobre condiciones de temperaturas seca y húmeda exteriores, percentiles 95%, 97,5% y 99%, aunque en pocas ciudades del País. Pueden adoptarse los de UNE-100014-84: “Bases para el proyecto, condiciones exteriores de cálculo”, con la ampliación a otras localidades, según la ETSII Se-

villa, Cátedra de Termotecnia: (comentarios al RITE, Pág. 202). Es también recomendable, para condiciones de invierno, el Manual de condiciones de diseño para el cálculo de instalaciones de calefacción (ATECYR).

Cuando no existan datos fiables puede tomarse una interpolación entre localidades afines, según altitud y latitud geográficas.

- 5) Con relación a la temperatura exterior de diseño para unidades de condensador enfriado por aire, debe adoptarse un criterio conservador y valor superior al percentil más exigente. Igual criterio y con relación a la temperatura húmeda, debe tenerse en cuenta en el diseño de las torres de refrigeración.

Es un criterio de economía la elección del percentil para el cálculo de la carga de transmisión, si bien y para la carga de invierno, debe adoptarse un valor riguroso si no existe otro sistema de calefacción.

- 6) Una vez definido el ciclo prioritario debemos considerar que sobredimensionar el equipo no es correcto. El estudio de la carga térmica óptima es labor de ingeniería. No debería dejarse en manos de personas no cualificadas. Sabemos que la potencia del sistema no es ni debe ser la carga punta. Conocer la curva probable de variación de la carga diaria, variación de la temperatura exterior, inercia del edificio, disciplina de utilización racional del sistema, informar al usuario de cómo debe usarlo, protecciones solares externas o internas, etc., deben conducir al dimensionamiento óptimo de las unidades, sea cual fuese el sistema elegido. Además de la economía en inversión, se utilizará menos espacio y el costo de mantenimiento y explotación serán menores.
- 7) Ninguno de estos sistemas pueden definirse como *ACONDICIONAMIENTO DE AIRE* y así debemos acostumbrar a promotores y usuarios. Son sistemas de atemperamiento térmico, rara vez garantizan el control de más parámetros que la temperatura y en algún caso (muy raro) la velocidad del aire ambiente.

Al igual que no se concibe una vivienda sin calefacción en gran parte de España, está ocurriendo con la Refrigeración. Cada día crece el número de pisos con preinstalación e incluso con instalación completa. Al mismo tiempo se han popularizado los equipos partidos mono o múltiples y se han convertido en un electrodoméstico más, su comercialización e incluso instalación está en gran parte fuera del control de nuestro sector. Al no ser igual que un electrodoméstico, el impacto en el público puede ser negativo y alguna vez aparece en los medios algún desafortunado artículo de algún periodista no informado, que contribuye con notable injusticia al creciente desprestigio del sector.

El objetivo de esta DTI es conseguir una metodología sencilla para información y ayuda a los técnicos y comerciales que trabajan en este importante sector. No se pretende un manual cargado de programas informáticos, solamente una herramienta de ayuda en cuya utilización es imprescindible, al menos, una formación básica teórica