

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

DTIE 1.02

CALENTAMIENTO DE AGUA DE PISCINAS

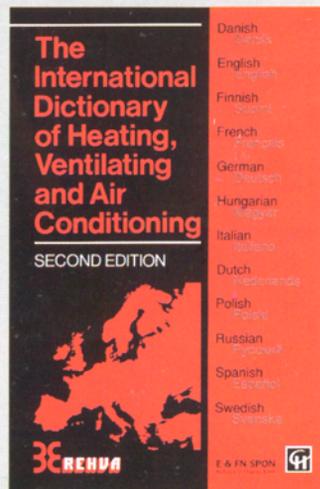
ATECYR

ALGUNAS PUBLICACIONES

ATECYR

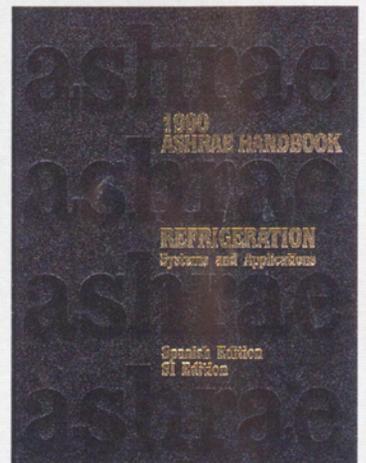
DICCIONARIO INTERNACIONAL DE CALEFACCION, VENTILACION Y AIRE ACONDICIONADO

REHVA, Organización de Asociaciones Profesionales de Ingenieros en Calefacción y Aire Acondicionado de 18 países europeos, ha editado este diccionario multilingüe de los términos usados en la industria de ventilación, calefacción y aire acondicionado. Esta segunda edición incluye once idiomas además del inglés y entre los que se encuentra por supuesto el español.



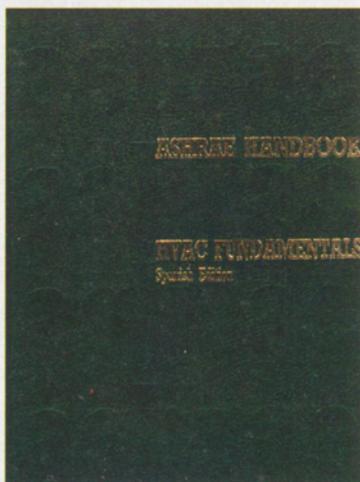
ASHRAE HANDBOOK. REFRIGERACION SISTEMAS Y APLICACION

El Manual de Refrigeración trata del equipo o de los sistemas para una particular aplicación, un proceso o una instalación de conservación en frío, y describe los diseños normales en el caso de aplicaciones específicas. También se tratan en este libro las aplicaciones industriales de la refrigeración y una introducción a la técnica de las bajas temperaturas.



FUNDAMENTALS

Información técnica referente a los sistemas utilizados en calefacción, refrigeración, ventilación y aire acondicionado, basado en memorias técnicas de ASHRAE, investigaciones de ASHRAE, programas de investigación y cooperación de asociaciones, y de métodos de los miembros y colaboradores de la sociedad; y un índice completo de todos los volúmenes actuales en las series de MANUALES.



CONDICIONES DE DISEÑO DE ATECYR

Este estudio ha sido desarrollado por el Grupo de Trabajo "Condiciones de Diseño" de ATECYR, con la finalidad de obtener nuevos datos de condiciones de diseño para proyectos de calefacción.

El trabajo incluye una selección de datos climáticos y un resumen de las normas UNE relacionadas con el tema.

DOCUMENTOS TÉCNICOS DE INSTALACIONES EN LA EDIFICACIÓN DTIE

DTIE 1.02. CALENTAMIENTO DE AGUA DE PISCINAS

Edición: ATECYR

Redacción: Alberto Viti

Coordinación: Comité Científico de ATECYR

Producción y realización: Editorial EL INSTALADOR

Perfil del autor

Doctor ingeniero industrial por la Universidad de Roma

Más de 35 años de experiencia laboral en el sector

Presidente del Comité Técnico de Normalización CTN 100 Climatización de AENOR

Presidente del Comité Científico de ATECYR

Lista de miembros del Comité Científico de ATECYR:

Aurelio Alamán Simón

Juan Carlos Bermúdez Gómez

Alejandro Cabetas Hernández

Felipe Cebrián Quesada

José María de las Casas Ayala

Juan Manuel Espinosa Peñuela

José Luis Esteban Saiz

Manuel Lamúa Soldevilla

Juan Vicente Martín Zorraquino

José Manuel Pinazo Ojer

Pedro Pozo Gómez

Francisco Javier Rey Martínez

Ramón Velázquez Vila

Alberto Viti Corsi

© ATECYR

Edita:

ATECYR
Conde de Peñalver, 38
28006 MADRID

Edición:

EDITORIAL TÉCNICA EL INSTALADOR

Portada:

BILD DESIGN

Fotocomposición:

VERSAL, S.L.

Impresión:

INDUSTRIAS GRÁFICAS EL INSTALADOR

ISBN: 84-921270-4-X

Dep. Legal: M. 35992 - 1996

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, qué 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 revistas 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 defini-

ción 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 improba 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 efectuado 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 hasta el límite de los conocimientos del autor o autores.

En cuanto al cumplimiento de normas y reglamentos, se hace observar que los documentos tienen 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 tienen 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 DTIE, pues conocedora 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 Pérdidas de calor y masa de la superficie 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 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 las pérdidas de presión y criterios de diseño

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 Sistemas de recuperación de calor
- 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

SERIE 10: Sistemas de calefacción

10.01 Tipos de sistemas

10.02 Aplicaciones para edificios residenciales

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

ÍNDICE

0	Símbolos, definiciones y unidades de medida	5
1	Datos de partida	6
2	Pérdidas de vapor de agua	8
	2.1. Método de ASHRAE	
	2.2. Método de CoSTIC	
	2.3. Método de Shah	
	2.4. Método de Hanssen y Mathisen	
3	Pérdidas de calor	11
4	Características del agua	13
5	Características del aire	14
6	Cálculo	16
	6.1. Datos de partida	
	6.2. Transferencia de vapor de agua	
	6.3. Pérdidas de calor	
7	Cálculo del tiempo de puesta a régimen	22
8	Esquemas	24
9	Piscinas al aire libre	25
10	Referencias	31

0. SÍMBOLOS, DEFINICIONES Y UNIDADES DE MEDIDA

En lo que sigue se emplearán los símbolos y definiciones resumidos en la siguiente tabla:

SÍMBOLO	DEFINICIÓN	UNIDAD
t (T)	temperatura t_w del agua t_a del aire	°C (K)
Δt	diferencia de temperatura	°C o K
p	presión parcial del vapor de agua en el aire saturado	Pa
p_a	presión del aire húmedo	Pa o kPa
r	calor latente de evaporación del agua	kJ/kg
ρ	densidad del agua	kg/m ³
S	superficie	m ²
P	potencia térmica	kW
c	calor específico c_w del agua c_a del aire (a presión constante)	kJ/(kg · K)
ε	emitancia de una superficie	-
H	altitud sobre el nivel del mar	m
HR	humedad relativa	%
Φ	humedad relativa	-
J	entalpía	kJ/kg
v	volumen específico	m ³ /kg
X	humedad específica	g/kg
\dot{m}	caudal másico (transferencia de vapor de agua al aire)	g/s
M	masa de agua en la piscina	kg
V	velocidad del aire sobre la lámina de agua o alrededor del cuerpo	m/s
ω	coeficiente de velocidad del aire en contacto con una superficie	W/(m ² · Pa)
φ	coeficiente de transferencia de masa	kW/(m ² · K)
F	factor de actividad	-
N	número de bañistas	-
exp [n]	número de Nepero e (2,7182818) elevado a n	
ln [n]	logaritmo en base e de n	

Algunas de las magnitudes antes indicadas tendrán sub-índices cuyo significado se explicará más adelante.

1. DATOS DE PARTIDA

Se enumeran a continuación los datos de partida para el diseño de piscina cubiertas según las principales fuentes de información disponible, sean normas o publicaciones de asociaciones.

La normativa disponible sobre piscinas está constituida por las normas NIDE del Consejo Superior de Deportes (ref. [1]) y por el Reglamento (ref. [2]), que, en breve, será sustituido por el RITE (ref. [13]).

1.1. NORMAS NIDE (ref. [1])

Las características técnicas de las piscinas, de acuerdo a las normas NIDE, son las siguientes:

denominación	uso	superficie de la lámina de agua	profundidad		temperatura mínima del agua	
		m ²	min m	max m	°C	
CHA	chapoteo	50 a 250	–	0,30	24	
ENS	enseñanza	32 a 200	0,70	1,30	25	
REC	recreo	> 200	1,00	1,40	22	
NAT	natación	312,5 a 1.250	1,80	2,20	24 26	competición entrenamiento
PFF	polivalente de fondo fijo	312,5 a 1.050	1,40	2,20 ⁽¹⁾ 4,20 ⁽²⁾	22 24 26	recreo competición entrenamiento

Notas: ⁽¹⁾ sólo natación ⁽²⁾ para saltos

Las normas NIDE prescriben para el aire de piscinas cubiertas una temperatura seca de 2° a 3° C superior a la temperatura del agua indicada en la tabla y una humedad relativa entre el 60 y el 70%.

1.2. EL REGLAMENTO (ref. [2])

El Reglamento impone las siguientes limitaciones a la climatización de piscinas:

- El uso de energía convencional está permitido solamente para calentar el agua de piscinas para usos terapéuticos o de piscinas públicas en locales cerrados
- Para el calentamiento del agua de todas las piscinas al aire libre y las privadas en locales cerrados deberán emplearse fuentes de energía de tipo gratuito o residual
- La temperatura máxima del agua de piscinas públicas cubiertas se fija en 25° C
- El recinto de piscinas cubiertas podrá climatizarse manteniendo una temperatura seca no superior a 28° C y una humedad relativa inferior al 65%

1.3. EL RITE (ref. [13])

Las prescripciones del RITE son resumida a continuación:

1. El uso de energías convencionales está permitido solamente para el calentamiento de piscinas cubiertas.

2. La temperatura del agua de la pileta será, según el uso de la piscina, la siguiente:

2.1. uso privado:	25 a 26° C
2.2. uso público:	
recreo:	23° C
chapoteo:	24° C
enseñanza:	25° C
entrenamiento:	26° C
competición:	24° C

La medición se hará en el centro de la piscina a unos 20 cm por debajo de la lámina de agua. La tolerancia de temperatura del agua en el espacio, horizontal y verticalmente, no podrá ser superior a $\pm 1^\circ \text{C}$.

3. La temperatura seca del aire del local será entre 2° y 3°C superior a la del agua, con un mínimo de 26°C y un máximo de 28°C .

4. La humedad relativa se mantendrá entre el 55% y el 70%, siendo recomendable escoger como valor de diseño 60%.

1.4. ASPE (ref. [4])

Según ASPE, las temperaturas del agua a tomar como bases de diseño, en función del uso, son las siguientes:

– mínimo aceptable	24° C
– piscinas de competición	24 a 25,5° C
– piscinas en edificios comerciales (club, hotel, apartamentos)	26,5 a 28° C
– piscinas en edificios residenciales	26,5 a 29,5° C
– piscinas terapéuticas	32 a 38° C

1.5. ASHRAE (ref. [7])

Según ASHRAE las condiciones de temperatura a mantener en piscinas cubiertas son las siguientes:

1. aire interior

piscinas de recreo:	24° a 29° C con humedad relativa entre 50 y 60%
piscinas terapéuticas:	27° a 29° C con humedad relativa entre 50 y 60%

2. agua

piscinas de recreo:	24° a 29° C
piscinas terapéuticas:	29° a 35° C
piscinas de competición:	22° a 24° C