



# FUNDAMENTOS DE CLIMATIZACIÓN

*Para instaladores e ingenieros recién titulados*



 **Atecyr**

*Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración*



© ATECYR

**Edita:** ATECYR  
Navaleno, 9  
28033 Madrid

**Producción y realización:**  
ATECYR

**Maquetación e impresión:**  
GRÁFICAS ELISA, S.L.

**ISBN:**  
**Dep. Legal:**

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

## CURSOS PROPIOS de ATECYR

### **Un proyecto: Nuestro compromiso en la formación**

*Desde su fundación el 8 de junio de 1974 la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) nace con una clara vocación de servicio y con el objetivo de aunar esfuerzos de profesionales del sector para la consecución de un mejor desarrollo e implantación de las tecnologías de climatización, calefacción y refrigeración, en España. De este modo, ATECYR desde su comienzo, adquiere por derecho propio un protagonismo substancial en los procesos de normalización, información, **formación**, control de calidad, control de polución y el uso racional de la energía en el ámbito tecnológico de la climatización y la refrigeración.*

*ATECYR cumple al pie de la letra con su carácter asociativo y transforma, fielmente, los fines que figuran en sus estatutos en objetivos a cumplir y en forma de trabajar.*

*ATECYR dirige sus acciones hacia la **técnica de la Climatización** (calefacción, ventilación y acondicionamiento del aire) y sus actividades anexas y que uno de sus objetivos es **dedicarse al estudio de su problemática, su ordenación, reglamentación, protección y divulgación del conocimiento**. Con una clara visión de futuro ya se mencionaba lo de las actividades anexas, como pueden ser, hoy en día, el ahorro y diversificación energética, la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> o los problemas con la agresión a la capa de ozono, y se daba especial relevancia, hace 35 años, a la ingeniería del medio ambiente.*

*Durante el año 2009 se ha desarrollado una intensa actividad formativa y divulgativa. Más de 90 jornadas con más de 6.500 asistentes y 76 cursos con más de 1.900 alumnos, además de haber colaborado, co-organizado y codirigido cursos universitarios. Pero lo más importante es el desarrollo de los contenidos formativos (cursos propios, documentos técnicos, guías de eficiencia energética etc...*

*Pensamos que nuestra aportación principal a la ingeniería y a la sociedad en general es ofrecer valiosas herramientas para la formación y el reciclaje.*

*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 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 nuestra actividad y como instrumentos que nos permitan 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, han marcado las tendencias y la forma de hacer las cosas en los últimos años y que se constituye como el gran dinamizador de toda nuestra actividad*

*El Comité Técnico de ATECYR viene trabajando desde sus orígenes, en la elaboración de una ingente documentación de divulgación científico-técnica sobre temas relacionados con el sector de climatización y refrigeración. Entre esta documentación, se encuentran traducciones de libros y artículos considerados de interés y bibliografía propia.*

*El curso de Fundamentos de Climatización es un libro de texto que acompaña a un curso de 40 horas lectivas. En el libro se pretende asentar los conocimientos básicos en Climatización que un recién titulado debe de tener antes de enfrentarse a un proyecto de instalaciones de Climatización.*

*En sus once capítulos recoge un amplio número de temas, desde las propiedades del aire húmedo, cálculo de cargas térmicas, sistemas de Climatización, modo de selección de las rejillas de difusión de aire, sin olvidarse claro está, de la normativa y legislación aplicable a este sector.*

*Por tanto el tándem curso mas libro es una herramienta fundamental que ayudara al tecnico en su futura actividad profesional en el sector de la Climatización.*

*Sólo queda agradecer su aportación a los patrocinadores de cada capítulo, sin cuya ayuda sería imposible completar este interesante proyecto.*

*Estamos en un momento difícil para toda la actividad económica y es ahora cuando nos tenemos que trabajar para ayudar a los técnicos en soluciones y herramientas.*

*Este curso de Fundamentos de Climatización es un curso propio de ATECYR y te lo presentamos como el resultado de este compromiso*

*D. Juan José Quixano Burgos  
Presidente de ATECYR*

# ÍNDICE

## CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN A LA CLIMATIZACIÓN

<b>1.1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>El diseño de un sistema de climatización .....</b>	<b>2</b>
1.2.1	Condiciones exteriores .....	2
1.2.2	Arquitectura .....	3
1.2.3	Condiciones interiores .....	4
<b>1.3</b>	<b>Pasado y futuro de la climatización .....</b>	<b>4</b>
<b>Problemas</b>	.....	<b>5</b>
<b>Referencias</b>	.....	<b>6</b>

## CAPÍTULO 2 PROPIEDADES DEL AIRE HÚMEDO. DIAGRAMA PSICROMÉTRICO

<b>2.1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2</b>	<b>Aire seco.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3</b>	<b>Vapor de agua .....</b>	<b>11</b>
<b>2.4</b>	<b>Aire húmedo .....</b>	<b>11</b>
<b>2.5</b>	<b>Variables psicrométricas del aire húmedo .....</b>	<b>12</b>
2.5.1	Presión total .....	13
2.5.2	Presión del aire seco .....	13
2.5.3	Presión del vapor de agua.....	13
2.5.4	Humedad específica .....	14
2.5.5	Presión de vapor saturado.....	14
2.5.6	Grado de saturación .....	16
2.5.7	Humedad relativa.....	16
2.5.8	Temperatura seca .....	17
2.5.9	Temperatura de rocío.....	17
2.5.10	Entalpía del aire seco .....	19
2.5.11	Entalpía del vapor de agua .....	19
2.5.12	Entalpía del aire húmedo.....	20
2.5.13	Temperatura húmeda o de bulbo húmedo (Tg).....	21
2.5.14	Temperatura de saturación adiabática (Th).....	24
2.5.15	Relación entre temperatura húmeda y de saturación adiabática .....	26
2.5.16	Volumen específico del aire húmedo.....	26
2.5.17	Densidad del aire húmedo.....	27
2.5.18	Presión atmosférica .....	27
<b>2.6</b>	<b>Relación entre pares de variables psicrométricas .....</b>	<b>29</b>
<b>2.7</b>	<b>El diagrama psicrométrico .....</b>	<b>33</b>
2.7.1	Construcción de los diagramas .....	34
<b>2.8</b>	<b>Diagrama MOLLIER .....</b>	<b>36</b>
2.8.1	Principios del diagrama .....	36
2.8.2	Líneas de entalpía constante.....	37
2.8.3	Líneas de humedad específica constante .....	37
2.8.4	Líneas de presión de vapor constante.....	37
2.8.5	Líneas de temperatura seca constante .....	37
2.8.6	Líneas de humedad relativa constante .....	38
2.8.7	Líneas de temperatura húmeda constante .....	38
2.8.8	Líneas de temperatura de rocío constante .....	38
2.8.9	Líneas de volumen específico constante.....	39
<b>2.9</b>	<b>Diagrama Ashrae .....</b>	<b>40</b>
2.9.1	Principio del diagrama .....	40
2.9.2	Líneas de entalpía constante.....	40
2.9.3	Líneas de humedad específica constante .....	40
2.9.4	Líneas de temperatura seca constante .....	40
2.9.5	Líneas de humedad relativa constante .....	41
2.9.6	Líneas de temperatura húmeda constante .....	41
2.9.7	Líneas de volumen específico constante.....	41

2.9.8	Otras variables.....	41
<b>2.10</b>	<b>Diagrama Carrier .....</b>	<b>42</b>
2.10.1	Principios del diagrama .....	42
2.10.2	Líneas de temperatura seca constante .....	42
2.10.3	Líneas de humedad específica constante .....	42
2.10.4	Líneas de humedad relativa constante .....	42
2.10.5	Líneas de temperatura húmeda constante .....	43
2.10.6	Líneas de entalpía constante.....	43
2.10.7	Líneas de volumen específico constante.....	43
2.10.8	Otras variables.....	43
<b>Referencias</b>	<b>.....</b>	<b>44</b>

### CAPÍTULO 3 PROCESOS ELEMENTALES

<b>3.1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>47</b>
<b>3.2</b>	<b>Principios de conservación de masa y energía aplicados al aire húmedo .....</b>	<b>47</b>
<b>3.3</b>	<b>Mezcla adiabática de dos corrientes de aire húmedo .....</b>	<b>50</b>
<b>3.4</b>	<b>Análisis de los procesos con una única corriente de aire .....</b>	<b>56</b>
3.4.1	Balances de masa y energía en una corriente de aire húmedo .....	56
3.4.2	Recta de maniobra .....	57
3.4.3	Calor sensible y latente en un proceso .....	58
3.4.4	Factor de calor sensible.....	60
3.4.5	Representación de la recta de maniobra y del factor de calor sensible en el diagrama psicrométrico. ....	61
<b>3.5</b>	<b>Tipos de procesos elementales y equipos básicos .....</b>	<b>62</b>
<b>3.6</b>	<b>Procesos elementales con baterías .....</b>	<b>64</b>
3.6.1	Modelo simplificado de baterías. Temperatura superficial y factor de by-pass.....	64
3.6.2	Batería con temperatura superficial mayor que la temperatura seca del aire. Proceso de calentamiento sensible .....	67
3.6.3	Batería con temperatura superficial menor que la temperatura seca y mayor que la temperatura de rocío del aire. Proceso de enfriamiento sensible .....	69
3.6.4	Batería con temperatura superficial menor que la temperatura de rocío del aire. Proceso de enfriamiento con deshumidificación .....	71
<b>3.7</b>	<b>Proceso de calentamiento sensible con resistencias .....</b>	<b>74</b>
<b>3.8</b>	<b>Procesos de humidificación con agua líquida .....</b>	<b>76</b>
<b>3.9</b>	<b>Procesos de humidificación con vapor .....</b>	<b>82</b>
<b>3.10</b>	<b>Procesos de deshumidificación con desecantes .....</b>	<b>8</b>
<b>3.11</b>	<b>Recuperación de energía .....</b>	<b>87</b>
<b>Problemas</b>	<b>.....</b>	<b>92</b>
<b>Referencias</b>	<b>.....</b>	<b>93</b>

### CAPÍTULO 4 TRANSFERENCIA DE CALOR EN CLIMATIZACIÓN

<b>4.1</b>	<b>Introducción a la transferencia de calor .....</b>	<b>97</b>
4.1.1	Mecanismos básicos de transferencia de calor.....	97
4.1.2	Justificación del estudio de la transferencia de calor en climatización .....	98
<b>4.2</b>	<b>Conducción .....</b>	<b>98</b>
4.2.1	Descripción del fenómeno. Ley de Fourier. Conductividad térmica.....	98
4.2.2	Conducción estacionaria en sistemas simples: placa, cilindro, esfera .....	99
4.2.3	Concepto de resistencia térmica. Aplicación a sistemas simples .....	101
4.2.4	Conducción estacionaria en sistemas compuestos. Coeficiente global de transferencia U ..	104
4.2.5	Conducción transitoria. Sistemas de capacidad. ....	106
<b>4.3</b>	<b>Convección .....</b>	<b>108</b>
4.3.1	Descripción del fenómeno. Ley de enfriamiento de Newton. Coeficiente de película .....	108
4.3.2	Tipos de convección .....	110
4.3.3	Expresiones para el cálculo del coeficiente de película.....	113
4.3.4	Transferencia convectiva de masa .....	129

<b>4.4</b>	<b>Radiación</b> .....	<b>132</b>
4.4.1	Descripción del fenómeno. Magnitudes radiantes .....	132
4.4.2	Cuerpo negro. Leyes de la Radiación Térmica .....	134
4.4.3	Radiación en cuerpos reales: propiedades radiantes .....	136
4.4.4	Intercambio radiante entre superficies difusas en un medio transparente .....	137
4.4.5	Casos particulares de formulaciones radiantes .....	142
<b>4.5</b>	<b>Aplicaciones de la transferencia de calor en climatización</b> .....	<b>146</b>
4.5.1	Superficies extendidas (Aletas) .....	146
4.5.2.	Intercambiadores de calor .....	150
<b>Problemas</b>	.....	<b>160</b>
<b>Referencias</b>	.....	<b>163</b>

## CAPITULO 5 BIENESTAR TÉRMICO EN EL CUERPO HUMANO

<b>5.1</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>167</b>
<b>5.2</b>	<b>Intercambio de calor entre las personas y su entorno</b> .....	<b>167</b>
5.2.1	Reacciones del cuerpo humano ante desequilibrios energéticos .....	169
<b>5.3</b>	<b>Expresiones utilizadas en el balance de energía</b> .....	<b>170</b>
5.3.1	Metabolismo .....	171
5.3.2	Potencia mecánica .....	172
5.3.3	Potencia calorífica por radiación a onda larga .....	172
5.3.4	Potencia calorífica por conducción .....	176
5.3.5	Potencia calorífica por convección .....	176
5.3.6	Potencia calorífica sensible en la respiración .....	177
5.3.7	Potencia calorífica latente en la respiración .....	178
5.3.8	Potencia calorífica latente en la evaporación de la piel .....	179
<b>5.4</b>	<b>Balance de energía en las personas</b> .....	<b>181</b>
5.4.1	Influencia de la existencia de ropa en el intercambio de calor del cuerpo humano .....	181
5.4.2	Temperatura de la piel .....	184
5.4.3	Temperatura operativa .....	185
5.4.4	Balance de energía para un hombre estándar en un recinto cerrado .....	191
5.4.5	Conclusiones del intercambio térmico entre el cuerpo humano y el ambiente .....	195
<b>5.5</b>	<b>Índices térmicos del ambiente</b> .....	<b>195</b>
5.5.1	Temperatura de la piel agradable .....	196
5.5.2	Permeabilidad de la piel .....	196
<b>5.6</b>	<b>Condiciones de bienestar en base a la temperatura y la permeabilidad de la piel</b> .....	<b>196</b>
5.6.1	Variación de las condiciones de bienestar variando las condiciones asumidas como estándar .....	199
5.6.2	Temperatura efectiva y humedad relativa .....	201
<b>5.7</b>	<b>Bienestar de un grupo de personas en la zona ocupada</b> .....	<b>204</b>
5.7.1	Zona ocupada .....	204
5.7.2	Escala de sensaciones térmicas .....	205
5.7.3	Incomodidad local (Malestar térmico local) .....	210
<b>5.8</b>	<b>Otros condicionantes del ambiente interior</b> .....	<b>217</b>
5.8.1	La ventilación .....	218
5.8.2	El nivel de ruido .....	218
<b>5.9</b>	<b>Criterios de diseño térmico</b> .....	<b>218</b>
<b>Problemas</b>	.....	<b>221</b>
<b>Referencias</b>	.....	<b>221</b>

## CAPÍTULO 6 CARGAS TÉRMICAS

<b>6.1.</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>225</b>
<b>6.2.</b>	<b>Condiciones Exteriores</b> .....	<b>234</b>
6.2.1.	Temperatura seca .....	234
6.2.2.	Temperatura húmeda .....	242
6.2.3.	Velocidad y dirección de viento .....	245
6.2.4.	Radiación solar global sobre superficie .....	245
6.2.5.	Posición del sol .....	246

<b>6.3.</b>	<b>Transmisión de calor a través de un cerramiento opaco.....</b>	<b>248</b>
6.3.1.	Factores de respuesta .....	248
6.3.2.	Propiedades de materiales .....	249
6.3.3.	Coeficiente global de convección-radiación en el interior de recintos y temperatura equivalente interior a considerar .....	249
<b>6.3.4.</b>	<b>Coeficiente global de convección-radiación en el exterior de recintos y temperatura sol-aire (equivalente) .....</b>	<b>251</b>
6.3.5.	Determinación de la cantidad de calor que se transfiere al recinto a través de un cerramiento exterior .....	252
6.3.6.	Determinación práctica de la carga (cantidad de calor que se transfiere al aire) a través de un cerramiento exterior .....	253
6.3.7.	Muros y suelos enterrados o a vacíos sanitarios.....	258
6.3.8.	Muros y suelos a otros locales no calefactados .....	260
<b>6.4.</b>	<b>Transmisión de calor a través de un cerramiento semitransparente .....</b>	<b>262</b>
6.4.1.	Intercambio de calor por conducción-convección (debida a $T_{s, ext}$ ).....	262
6.4.2.	Intercambio de calor por radiación solar .....	264
<b>6.5.</b>	<b>Transmisión de calor a través de puentes térmicos .....</b>	<b>274</b>
<b>6.6.</b>	<b>Carga por Ventilación .....</b>	<b>275</b>
<b>6.7.</b>	<b>Carga por Infiltración .....</b>	<b>278</b>
<b>6.8.</b>	<b>Carga por Ocupantes.....</b>	<b>280</b>
<b>6.9.</b>	<b>Carga por Iluminación.....</b>	<b>282</b>
<b>6.10.</b>	<b>Carga por Equipamiento .....</b>	<b>283</b>
<b>6.11.</b>	<b>Carga por propia instalación .....</b>	<b>284</b>
<b>6.12.</b>	<b>Carga de mayoración .....</b>	<b>285</b>
<b>6.13.</b>	<b>Planteamiento de una hoja de cargas en refrigeración .....</b>	<b>285</b>
<b>6.14.</b>	<b>Caso de calefacción .....</b>	<b>287</b>
<b>6.15.</b>	<b>Consideraciones para funcionamiento diferente a 24 horas.....</b>	<b>294</b>
<b>6.16.</b>	<b>Orden de magnitud .....</b>	<b>295</b>
	<b>Referencias.....</b>	<b>296</b>

## CAPÍTULO 7 CICLOS DE CLIMATIZACIÓN

<b>7.1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>299</b>
<b>7.2</b>	<b>Contenidos y metodología .....</b>	<b>302</b>
<b>7.3</b>	<b>Recta de operación del local .....</b>	<b>303</b>
7.3.1	Condiciones de impulsión .....	303
7.3.2	Factores de calor sensible y latente .....	307
7.3.3	Ejemplo .....	309
<b>7.4</b>	<b>Ganancias y pérdidas de calor parásitas .....</b>	<b>312</b>
7.4.1	Incremento de temperatura en un ventilador.....	312
7.4.2	Plenum.....	313
7.4.3	Ganancias o pérdidas de calor en conductos .....	314
<b>7.5</b>	<b>Ciclos de calefacción .....</b>	<b>315</b>
7.5.1	Ciclo de calefacción sin control de humedad .....	315
7.5.2	Ciclo de calefacción con control de humedad .....	320
<b>7.6</b>	<b>Ciclos de refrigeración .....</b>	<b>325</b>
7.6.1	Ciclo de refrigeración sin control de humedad .....	326
7.6.2	Ciclo de refrigeración con control de humedad .....	330
7.6.3	Enfriamiento gratuito ( <i>free-cooling</i> ) .....	335
<b>7.7</b>	<b>Comentario final sobre las condiciones exteriores.....</b>	<b>338</b>
	<b>Ejercicios propuestos .....</b>	<b>340</b>
	<b>Anexo .....</b>	<b>342</b>
	<b>Referencias.....</b>	<b>350</b>



**CAPÍTULO 8 SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN**

<b>8.1</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>353</b>
<b>8.2</b>	<b>Criterios de elección de sistemas</b> .....	<b>353</b>
8.2.1	Coste de un sistema de climatización .....	353
8.2.2	Confort alcanzado por el sistema de climatización .....	354
8.2.3	Flexibilidad del sistema de climatización .....	355
8.2.4	Espacio ocupado por el sistema de climatización .....	355
<b>8.3</b>	<b>Clasificación de los sistemas de climatización</b> .....	<b>356</b>
<b>8.4</b>	<b>Sistemas compactos de pequeña potencia</b> .....	<b>357</b>
<b>8.5</b>	<b>Sistemas partidos</b> .....	<b>358</b>
<b>8.6</b>	<b>Unidades compactas de cubierta (Roof-top)</b> .....	<b>358</b>
<b>8.7</b>	<b>Caudal de refrigerante variable</b> .....	<b>360</b>
<b>8.8</b>	<b>Sistema de aire de caudal constante</b> .....	<b>362</b>
<b>8.9</b>	<b>Sistema de aire de caudal constante con bypass</b> .....	<b>364</b>
<b>8.10</b>	<b>Sistema de aire de caudal variable</b> .....	<b>366</b>
<b>8.11</b>	<b>Otros sistemas de aire</b> .....	<b>369</b>
<b>8.12</b>	<b>Sistema de agua con ventiloconvectores (fancoils)</b> .....	<b>371</b>
<b>8.13</b>	<b>Sistema de agua con inductores</b> .....	<b>376</b>
<b>8.14</b>	<b>Sistema de bomba de calor agua-aire en anillo</b> .....	<b>378</b>
<b>8.15</b>	<b>Sistemas radiantes. Suelos radiantes</b> .....	<b>380</b>
<b>8.16</b>	<b>Techos fríos</b> .....	<b>383</b>
<b>Problemas</b>	.....	<b>385</b>
<b>Referencias</b>	.....	<b>385</b>

**CAPÍTULO 9 DISTRIBUCIÓN DE FLUIDOS**

<b>9.1</b>	<b>Equipos de transporte de fluidos</b> .....	<b>389</b>
9.1.1	Bombas .....	390
9.1.2	Ventiladores .....	391
<b>9.2</b>	<b>Redes de tuberías</b> .....	<b>392</b>
9.2.1	Pérdida de presión en tuberías .....	392
9.2.2	Cálculo práctico de las redes de tuberías .....	394
<b>9.3</b>	<b>Curvas características de las bombas. Punto de funcionamiento</b> .....	<b>396</b>
9.3.1	Curvas características de las bombas .....	396
9.3.2	Curva resistente de la instalación .....	397
9.3.3	Punto de funcionamiento de la instalación .....	398
9.3.4	Regulación del punto de funcionamiento.....	399
9.3.5	Equilibrado hidráulico .....	402
<b>9.4</b>	<b>Redes de conductos</b> .....	<b>405</b>
9.4.1	Presión estática y dinámica del aire .....	405
9.4.2	Recuperación estática .....	407
9.4.3	Flujo real en la red de conductos. Pérdidas de presión.....	407
9.4.4	Cálculo práctico de la red de conductos .....	410
<b>9.5</b>	<b>Curvas características de los ventiladores. Punto de funcionamiento</b> .....	<b>411</b>
9.5.1	Curvas características de los ventiladores .....	411
9.5.2	Presiones estática, dinámica y total en la conexión del ventilador .....	413
9.5.3	Recuperación estática de la energía del ventilador.....	415
9.5.4	Curva resistente de la instalación. Punto de funcionamiento .....	415
9.5.5	Regulación del punto de funcionamiento.....	418
<b>9.6</b>	<b>Distribución del aire</b> .....	<b>420</b>
9.6.1	Principios de la distribución del aire, definiciones.....	420
9.6.2	Tipos de Difusión.....	424
9.6.3	Bocas de salida.....	430
9.6.4	Ruido.....	432
9.6.5	Ejemplo de selección de boas de impulsión.....	433
<b>Problemas</b>	.....	<b>439</b>
<b>APÉNDICE A: SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS</b>	.....	<b>441</b>
<b>APÉNDICE B: SELECCIÓN DEL DIÁMETRO DE LOS CONDUCTOS</b>	.....	<b>448</b>
<b>Referencia</b>	.....	<b>455</b>

**CAPÍTULO 10 AHORRO DE ENERGÍA EN CLIMATIZACIÓN**

<b>10.1</b>	<b>Sostenibilidad energética de los sistemas de climatización en edificios.....</b>	<b>459</b>
<b>10.2</b>	<b>Ahorro de energía de la demanda .....</b>	<b>461</b>
<b>10.3</b>	<b>Ahorro de energía en sistemas de climatización. ....</b>	<b>469</b>
10.3.1	Ahorro en generación de calor y frío. ....	469
10.3.2	Ahorro en distribución. ....	481
10.3.3	Ahorro en sistemas de climatización. ....	485
10.3.4	Recuperación de energía: Ejemplo. ....	510
<b>10.4</b>	<b>Ejercicios de aplicación .....</b>	<b>513</b>
<b>Referencias</b>	<b>.....</b>	<b>515</b>

**CAPÍTULO 11 REGLAMENTACIÓN**

<b>11.1</b>	<b>Entorno Reglamentario .....</b>	<b>519</b>
11.1.1	Jerarquía de la reglamentación. ....	519
11.1.2	Tipos de documentos reglamentarios. ....	519
11.1.3	Campos reglamentarios. ....	520
11.1.4	Justificación del cumplimiento reglamentario. ....	520
<b>11.2</b>	<b>La Certificación Energética de los Edificios. ....</b>	<b>521</b>
11.2.1	Factores del consumo. ....	522
11.2.2	Documento HE del CTE. ....	523
11.2.3	Documento HE2 del CTE. ....	524
<b>11.3</b>	<b>Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios .....</b>	<b>524</b>
11.3.1	Estructura del RITE. ....	525
11.3.2	IT 01: Diseño y dimensionado. ....	526
11.3.3	IT 02: Montaje. ....	536
11.3.4	IT 03: Mantenimiento. ....	537
11.3.5	IT 04: Inspección.....	540
<b>11.4</b>	<b>Relación de normativas que afectan a las instalaciones de climatización .....</b>	<b>541</b>
11.4.1	Instalaciones térmicas. ....	541
11.4.2	Normativa de edificación. ....	542
11.4.3	Certificación y etiquetado energético. ....	543
11.4.4	Combustibles y energía. ....	543
11.4.5	Normas UNE EN ISO. ....	544

<b>Variables utilizadas</b>	<b>.....</b>	<b>545</b>
-----------------------------	--------------	------------



