

ÍNDICE

| | <u>Pág.</u> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Prólogo | 7 |
| Introducción | 9 |
| 1. Concepto de Termotecnia | 17 |
| Su contenido. Origen y evolución | 17 |
| Bibliografía | 24 |
| 2. Transmisión del calor | 25 |
| Introducción | 25 |
| Modos de transmisión del calor | 27 |
| Transmisión del calor por conducción | 29 |
| Conducción en régimen estacionario y concepto de gradiente de temperaturas | 30 |
| Ley de Fourier | 32 |
| Bibliografía | 38 |
| 3. Transmisión del calor por conducción | 39 |
| Conducción no estacionaria o en régimen transitorio | 39 |
| Conducción en régimen estacionario o permanente | 42 |
| Aplicación a algunos casos particulares | 42 |
| Conductividad anisótropa | 52 |
| Bibliografía | 53 |
| 4. Transmisión del calor por convección | 55 |
| Convección térmica | 55 |
| Ley del enfriamiento de Newton | 61 |
| Análisis dimensional | 66 |
| | 11 |

| | Pág. |
|---------------------------------------------------------------------|------------|
| Teoría de la semejanza | 67 |
| Expresiones útiles para el cálculo de h_c | 68 |
| Transmisión del calor en los cambios de estado | 71 |
| Bibliografía | 76 |
| 5. Radiación térmica | 77 |
| Estudio de la radiación de los cuerpos | 81 |
| Leyes de la radiación | 87 |
| Intercambio de energía radiante entre dos cuerpos | 91 |
| Radiación solar | 94 |
| La radiación solar y la biomasa | 96 |
| Efecto invernadero | 98 |
| Los sumideros | 108 |
| Consecuencias del efecto invernadero | 110 |
| Bibliografía | 113 |
| 6. Transmisión térmica compleja | 115 |
| Transmisión del calor entre un sólido y un fluido en contacto | 115 |
| Coeficiente superficial de transmisión de calor h | 116 |
| Resistencia térmica superficial | 117 |
| Transmisión del calor entre dos fluidos separados por una pared .. | 117 |
| Cálculo del coeficiente de transmisión del calor k de los cerra- | |
| mientos | 122 |
| Cerramientos en contacto con el terreno | 123 |
| Puentes térmicos | 123 |
| Transmisión térmica compleja en paredes cilíndricas | 125 |
| Bibliografía | 129 |
| 7. Intercambiadores de calor (I) | 131 |
| Introducción | 131 |
| Clasificación de los intercambiadores | 132 |
| Intercambiadores de tubo liso | 132 |
| Intercambiadores de serpentín | 135 |
| Intercambiadores de tubo con aletas | 137 |
| Intercambiadores de doble tubo | 139 |
| Intercambiadores multitubulares | 144 |
| Bibliografía | 148 |
| 8. Intercambiadores de calor (II) | 149 |
| Intercambiadores de placas | 149 |
| Placas intercambiadoras simples | 149 |
| Intercambiadores de varias placas simples | 152 |

| | Pág. |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Intercambiadores de placas con selladores | 153 |
| Intercambiadores de placas soldadas | 159 |
| Intercambiadores de placas semisoldadas | 161 |
| Representación de los intercambiadores de placas con selladores .. | 161 |
| Intercambiadores por secciones | 162 |
| Variación de la temperatura de los fluidos | 162 |
| Diferencia de temperaturas | 165 |
| Potencia térmica intercambiada | 166 |
| Media logarítmica de la diferencia de temperaturas | 167 |
| Intercambiadores de pasos múltiples | 168 |
| Intercambiadores con corrientes cruzadas | 169 |
| Cantidad máxima de calor que podría transmitir un intercambiador . | 170 |
| Eficiencia de un intercambiador | 170 |
| Número de unidades de transferencia de calor (NUT) | 171 |
| Relación de las capacidades caloríficas de los fluidos | 172 |
| Ensuciamiento de los intercambiadores | 173 |
| Factor de ensuciamiento | 176 |
| Bibliografía | 177 |
| 9. Torres de refrigeración | 179 |
| Introducción | 179 |
| Representación, clasificación y descripción de las torres de refrige- ración | 181 |
| Torres de tiro natural | 182 |
| Torres de tiro forzado | 183 |
| Torres de tiro inducido | 185 |
| Torres de flujos cruzados | 186 |
| Torres de refrigeración cerradas o de contacto directo | 188 |
| Aproximación o acercamiento de la torre | 190 |
| Zona, intervalo o margen de la torre | 190 |
| Pérdidas de agua en una torre | 190 |
| Instalación, utilización y mantenimiento de las torres de refrigeración. | 192 |
| El problema de la Legionella en las torres de refrigeración | 196 |
| Bibliografía | 198 |
| 10. Aislantes térmicos | 199 |
| Introducción | 199 |
| Propiedades generales de los aislantes térmicos | 200 |
| Clasificación | 202 |
| Materiales aislantes de origen vegetal | 203 |
| Aislantes de origen mineral | 215 |
| Aislantes de origen sintético | 226 |
| Bibliografía | 240 |

| | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 11. Transferencia de masa | 241 |
| Introducción | 241 |
| Permeabilidad o difusividad al vapor de agua | 241 |
| Ley de Fick | 243 |
| Coeficiente de difusión | 244 |
| Resistencia al paso del vapor | 245 |
| Permeancia | 245 |
| Pared plana compuesta | 246 |
| Condensación intersticial | 247 |
| Barrera de vapor | 248 |
| Tipos de barreras | 248 |
| Bibliografía | 251 |
| 12. Aislamiento térmico. Norma básica de la edificación (NBE) ... | 253 |
| Introducción | 253 |
| Aislamiento de muros | 255 |
| Aislamiento de techos | 257 |
| Aislamiento de suelos | 260 |
| Suelo de cámaras para productos congelados | 261 |
| Colocación de paneles | 263 |
| Paneles prefabricados o sandwich | 265 |
| Cálculo del espesor del aislante | 270 |
| Norma básica de la edificación sobre condiciones térmicas de los edificios (NBE-CT 79) | 272 |
| Bibliografía | 284 |
| 13. Tablas y diagramas termodinámicos planos para sustancias puras | 285 |
| Introducción | 285 |
| Diagrama $p-v$ | 287 |
| Título o calidad de un vapor húmedo | 291 |
| Diagrama $p-T$. Punto triple | 294 |
| Bibliografía | 296 |
| 14. Vapor de agua | 297 |
| Introducción | 297 |
| El agua y el vapor de agua como fluidos caloportadores | 298 |
| Definiciones | 302 |
| Vapor húmedo | 306 |
| Vapor sobrecalentado | 306 |
| Tablas de propiedades termodinámicas del agua | 307 |
| Diagrama entrópico ($T-s$) para el agua y vapor de agua | 307 |
| Diagrama $h-s$ de Mollier | 309 |

| | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Utilización del diagrama de Mollier para el cálculo del calor en las diferentes transformaciones | 310 |
| Bibliografía | 313 |
| 15. Instalaciones de vapor en la industria agroalimentaria | 315 |
| Introducción | 315 |
| Principales componentes de una instalación de vapor | 316 |
| Calderas | 318 |
| Clasificación de las calderas de vapor | 320 |
| Calderas pirotubulares | 321 |
| Calderas pirotubulares verticales | 330 |
| Calderas acuotubulares | 332 |
| Calderas acuotubulares de serpiente | 334 |
| Calderas eléctricas | 335 |
| Instalación de las calderas de vapor | 337 |
| El agua para las calderas | 348 |
| Alimentación de agua | 340 |
| Desgasificación (desaireación) | 340 |
| Purga de la caldera | 340 |
| Red de distribución del vapor | 341 |
| Los condensados | 342 |
| Purgadores mecánicos o de flotador | 343 |
| Purgadores térmicos | 344 |
| Otros tipos de purgadores | 348 |
| Eliminación del aire de la instalación | 348 |
| Recuperación de los condensados | 349 |
| Revaporizado | 349 |
| Bibliografía | 349 |
| 16. Aire húmedo y humedad atmosférica | 351 |
| Introducción | 351 |
| Aire seco | 356 |
| Aire húmedo | 356 |
| Temperatura de rocío o punto de rocío | 359 |
| Humedad absoluta | 359 |
| Humedad relativa | 360 |
| Humedad específica | 361 |
| Entalpía de un aire húmedo | 361 |
| Medida de la humedad del aire | 362 |
| Saturación adiabática | 363 |
| Diagramas psicrométricos | 364 |
| Diagrama de Mollier | 364 |
| Mezcla de dos masas de aire húmedo | 367 |
| Diagrama de Carrier | 369 |

| | <u>Pág.</u> |
|---------------------------------------------------------|-------------|
| Cálculo informatizado | 370 |
| Aplicaciones | 371 |
| Calentamiento del aire, sin humidificación | 371 |
| Enfriamiento del aire | 372 |
| Humidificación | 374 |
| Humidificadores | 375 |
| Bibliografía | 378 |