GUIA DE BOLSILLO DE ASHRAE

para
Aire Acondicionado, Calefacción, Ventilación, Refrigeración

(Edición I-P y SI)

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

GUIA DE BOLSILLO DE ASHRAE

para
Aire Acondicionado, Calefacción, Ventilación, Refrigeración

(Edición I-P y SI)

ASHRAE · 1791 Tullie Circle, NE Atlanta, GA 30329 · www.ashrae.org

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

© 2013 ASHRAE
Todos los derechos reservados.
Impreso en los Estados Unidos de América

ISBN 978-1-939200-16-7 (Libro de Bolsillo)
978-1-939200-17-4 (PDF)
Código de Producto: 90074 03/16

This publication translated by permission © 2013 ASHRAE. Translation by Asociación Técnica Ecuatoriana de Aire Acondicionado y Refrigeración (ATEAAR). ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English-language edition, contact ASHRAE, 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329-2305 USA, www.ashare.org.

Este publicación ha sido traducido bajo los derechos de autor © 2013 y con la debida autorización de ASHRAE. La traducción ha sido realizada por la Asociación Técnica Ecuatoriana de Aire Acondicionado y Refrigeración (ATEAAR). ASHRAE no asume responsabilidad por la exactitud de la traducción. Para comprar la edición en lenguaje Inglés se puede contactar a ASHRAE, 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329-2305 Estados Unidos, www.ashrae.org.

ASHRAE is a registered trademark in the U.S. Patent and Trademark Office, owned by the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

ASHRAE es una marca registrada en los Estados Unidos. Patente y marca propiedad de la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado, Inc.

Ninguna parte de este manual puede ser reproducido sin permiso por escrito de ASHRAE, excepto por un revisor quien puede citar pasajes breves o reproducir ilustraciones en una revisión con el crédito apropiado, ni ninguna parte de este libro se reproducirá, almacenará en un sistema de recuperación, o transmitido en cualquier forma o por cualquier medio - electrónico, fotocopiado, grabación u otro - sin permiso por escrito de ASHRAE. Las solicitudes para permiso deben ser presentadas a www.ashrae.org/permissions.

ASHRAE ha elaborado esta publicación con cuidado, pero ASHRAE no ha investigado y ASHRAE expresamente declina cualquier obligación de investigar, cualquier producto, servicio, proceso, procedimiento, diseño o similar que pueda ser descrito aquí. La aparición de cualquier dato técnico o material editorial en esta publicación no constituye justificación o garantía de ASHRAE de cualquier producto, servicio, proceso, procedimiento, diseño o similar. ASHRAE no garantiza que la información en esta publicación está libre de errores y ASHRAE no necesariamente está de acuerdo con cualquier declaración u opinión en esta publicación. El riesgo entero del uso de cualquier información en esta publicación es asumida por el usuario.

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

Names: ASHRAE (Firm), editor.
Title: Guía de bolsillo de ASHRAE para aire acondicionado, calefacción, ventilación, refrigeración.
Other titles: Pocket guide for air conditioning, heating, ventilation, refrigeration. Spanish
Description: Edición I-P y SI. | Atlanta, GA : ASHRAE, 2016. | Translation of: ASHRAE pocket guide for air conditioning, heating, ventilation, refrigeration; first published under title: Pocket guide for air conditioning, heating, ventilation, refrigeration. | Includes index.
Identifiers: LCCN 2016001373| ISBN 9781939200167 (pbk.) | ISBN 9781939200174 (pdf)
Subjects: LCSH: Heating--Equipment and supplies--Handbooks, manuals, etc. | Ventilation--Handbooks, manuals, etc. | Air conditioning--Handbooks, manuals, etc. | Refrigeration and refrigerating machinery--Handbooks, manuals, etc.
Classification: LCC TH7011 .P6318 2016 | DDC 697.9/2--dc23 LC record available at http://lccn.loc.gov/2016001373

Personal de ASHRAE

Special Publications	**Mark S. Owen,** Editor/Group Manager of Handbook and Special Publications
	Cindy Sheffield Michaels, Managing Editor
	James Madison Walker, Associate Editor
	Sarah Boyle, Assistant Editor
	Lauren Ramsdell, Assistant Editor
	Michshell Phillips, Editorial Coordinator
Publishing Services	**David Soltis,** Group Manager of Publishing Services and Electronic Communications
	Jayne Jackson, Publication Traffic Administrator
Publisher	**W. Stephen Comstock**

Actualizaciones/erratas para esta publicación serán anunciados en el sitio red de ASHRAE en www.ashrae.org/publicationupdates.
Las erratas observadas en la lista fechada 08/6/2014 han sido corregidas.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

CONTENIDO

Prefacio ..... **viii**

1 Tratamiento de Aire y Psicometrías
Gráfico de Fricción de Aire 1–2
Velocidades vs. Presiones de Velocidad 3
Conductos No Circulares 4
Accesorios y Conductos Flexibles 4
Fugas de Conductos 4–6
Pérdidas de Accesorios 7
Equivalentes Circulares de Ductos Rectangulares 8-11
Equivalentes de Ductos Ovalados Planos 12–13
Velocidades para Componentes de HVAC 14
Leyes de Ventilación 15–16
Tipos de Ventiladores 17–18
Efecto del Sistema de Ventilación 19
Gráfico Psicométrico 20–21
Procesos de Aire Acondicionado 22–25
Entalpia de Aire 26–27
Datos Atmosféricos Estándar 28
Datos de Aire Húmedo 28
Difusión de Aire Espacio 29–30
Principios de Comportamiento de Chorro 31–33
Patrones de Corriente de Aire de Difusores Diferentes 34–35
Sistemas de Aire Mezclado 36
Sistemas Totalmente Estratificados 41–43
Sistemas Parcialmente Mezclados 43–44
Diseño de Aire de Retorno 45

2 Contaminantes de Aire y Control
Normas de Calidad de Aire 46
Depuradores de Aire Electrónico 47
Bioaerosoles 47
Instalaciones de Filtros 47
Parámetros MERV 48
Pautas de Aplicación de Filtros 49
Fuentes de Contaminantes Interiores 50–52
Contaminantes Gaseosos por Materiales de Construcción 53–54
Sistemas de Lámparas Ultravioletas 55–56
Velocidades de Captura de Campana 57
Diseño de Conducto de Escape y Construcción 57–60
Velocidades de Transporte de Contaminantes 59
Pérdida de Entrada de Campana 60
Ventilación de Cocina 61–63
Campanas de Laboratorio 63
Espacios Limpios 64
Límites de Concentración de Partículas Suspendidas en el Aire 65

3 Agua
Términos de Bomba y Fórmulas 66
Leyes de Afinidad para Bombas 66
Aplicación de Leyes de Afinidad 67
Características de Succión Positiva Neta 68–69
Curvas de Bombas Típicas 70
Propiedades del Agua 72
Flujo de Masa y Calor Específico del Agua 73
Puntos de Congelación de Glicol 73
Capacidad de Tanque Cilíndrico Vertical 74

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Capacidad de Tanque Cilíndrico Horizontal 74
Volumen de Agua en Tubos y Tuberías 75
Gráfico de Fricción de Tubos de Agua, Cobre 76–77
Gráfico de Fricción de Tubos de Agua, Plástico 78–79
Gráfico de Fricción de Tubos de Agua, Acero 80–81
Pérdida por Fricción en Accesorios de Tuberías 82–87

4 Vapor
Tabla de Vapor 88–90
Gráfico de Vapor 91–92
Velocidad de Flujo de Tubos de Vapor 93–94
Capacidades de Tubos de Vapor 95–96
Capacidades de Tubos de Vapor—Red de Retorno y Elevación 97–99

5 Tubería
Datos de Tubos de Acero 100–05
Datos de Tubos de Cobre 106–11
Propiedades de Materiales de Tubos Plásticos 112–15
Tubos, Accesorios y Aplicaciones de Válvulas 116–17
Expansión Térmica de Tubos de Metal 118–19
Espaciamiento de Percha y Tamaños de Varillas 120–21

6 Servicio de Calentamiento de Agua
Elementos del Sistema de Servicio de Calentamiento.de Agua 122
Legionella Pneumophila (Enfermedad de Legionarios) 122
Diversidad de Carga 123–25
Demanda de Agua Caliente para Edificios 126
Demanda de Agua Caliente para Accesorios 127–30
Velocidad de Circulación de Agua Caliente 131–32

7 Uso de Energía Solar
Irradiación Solar 133–36
Datos del Colector Solar 137–38
Sistemas de Calefacción Solar 139–40

8 Ciclos de Refrigeración
Coeficiente de Rendimiento (COP) 141
Ciclo de Compresión de Vapor 142–43
Refrigeración por Absorción 144
Características del Enfriador de Bromuro de Litio 145–46

9 Refrigerantes
Datos del Refrigerante 147
Gráfico de Presión-Entalpia—R-22 148–49
Tablas de Propiedad—R-22 150–53
Gráfico Presión-Entalpia—R-123 154–55
Tabla de Propiedad—R-123 156–57
Gráfico de Presión-Entalpia—R-134a 158–59
Tablas de Propiedad—R-134a 160–63
Gráfico de Presión-Entalpia—T-717 (Amoniaco) 164–65
Tablas de Propiedad—R-717 (Amoniaco) 166–67
Gráfico de Presión-Entalpia—R-404A 168–69
Tabla de Propiedad—R-404A 170–71
Gráfico de Presión-Entalpia—R-407C 172–73
Tabla de Propiedad—R-407C 174–75
Gráfico de Presión-Entalpia—R-410A 176–77
Tabla de Propiedad—R-410A 178–79
Gráfico de Presión-Entalpia—R-507A 180–81
Tabla de Propiedad—R-507A 182–83
Gráfico de Presión-Entalpia—R-1234yf 184–85

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Tabla de Propiedad—R1234yf 186–87
Gráfico de Presión-Entalpia—R-1234ze(E) 188–89
Tabla de Propiedad—R-1234ze(E) 190–91
Procedimiento Refrigerante.Comparativo 192–95
Capacidades de Línea del Refrigerante—R-404A 196–99
Capacidades de Línea del Refrigerante—R-507A 200–03
Capacidades de Línea del Refrigerante—R-410A 204–07
Capacidades de Línea del Refrigerante—R-407C 208–11
Capacidades de Línea del Refrigerante—R-22 212–15
Capacidades de Línea del Refrigerante—R-134a 216–19
Arrastre de Petróleo en Elevadores de Succión—R-22 y R-134a 220–23
Arrastre de Petróleo en Elevadores de Gas Caliente—R-22 y R-134a 224–27
Capacidades de Línea de Refrigeración—Amoniaco (R717) 228–29
Capacidades de Línea al Amoníaco 230–31
Lubricantes en Sistemas Refrigerantes 232
Refrigerantes Secundarios 232–33
Energía de Bombeo Relativo 233

10 Seguridad de Refrigerantes
Clasificación del Grupo de Seguridad 234
Datos y Clasificación de Seguridad para Refrigerantes y Mezclas 235–36
Norma 15-2010 de ASHRAE. 237–43

11 Carga de Refrigeración
Carga de Transmisión 244
Carga de Producto 245
Carga Interna 246
Carga de Aire de Infiltración 246
Carga Relacionada con Equipos 247–48
Factor de Seguridad 248
Enfriadores de Aire de Circulación Forzada 248–49

12 Datos de Carga de Aire Acondicionado
Cargas de Calefacción y Enfriamiento 250–51
Valores de Verificación de Cargas de Refrigeración 252–53
Proceso de Cálculo de Carga de Refrigeración 254
Flujo de Calor a través de los Materiales de Construcción 255
Resistencia Térmica de Espacios de Aire Plano 256–57
Conductancias de Superficie y Resistencias 258–59
Emisividad 259
Resistencia Térmica de Áticos Ventilados 260–61
Propiedades Térmicas de Materiales 262–71
Diferencias de Temperatura de Carga de Refrigeración (CLTD)
para Techos Planos 272–74
Diferencia de Temperatura de Carga de Refrigeración (CLTD)
para Paredes Iluminadas por Luz Solar 275–77
Carga de Refrigeración Solar para Vidrios Iluminados por Luz Solar 278–79
Coeficientes de Sombreado para.Vidrios 280–81
Ganancia de Calor de Seres Humanos 282–83
Ganancia de Calor de Iluminación y LPDs 284–91
Ganancia de Calor de Motores 291–94
Ganancia de Calor de Equipos de Restaurantes 295–303
Ganancia de Calor de Equipos de Hospitales y Laboratorio 303–05
Ganancia de Calor de Equipos de Oficina 306–08
Efecto de Refrigeración de Accesorios Expuestos 309

13 Ventilación
Norma 62.2-2010 de ASHRAE 310
Norma 62.1-2010.de ASHRAE 311–13
Procedimientos de la Norma 62.1-2010 de ASHRAE 313–22

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Normativo de Apéndice A de la Norma 62.1-2010 de ASHRAE 323–26
Parámetros de Diseño para Instalaciones de Centros de Salud 327–29
Operación y Mantenimiento 330

14 Diseño de Conservación de Energía
Sostenibilidad 331–32
Normas de Eficiencia Energética 332
Zonas Climáticas para Ubicaciones en los Estados Unidos 333

15 Eléctrico
Características de Motores AC 334
Amperios de Motores a Plena Carga 335–36
Fórmulas Eléctricas Útiles 337
Controladores de Motores 337
Accionamiento de Velocidad Variable (VSDs) 337–38
Sistemas Fotovoltaicos 339

16 Absorbentes y Desecantes
Ciclo Desecante 340
Equipo Desecante 341–42
Deshumidificación del Desecante 343
Modelo Deshumidificador del Desecante Sólido Rotativo 344–49

17 Calor Combinado y Sistemas Eléctricos
Ciclos de Calor Combinado y Energía (CHP) 350–51
Tablas de Tamaño del Motor 352
Mantenimiento de Motor Recomendado 353
Rendimiento de Enfriador de Motor a Gas 354
Balance Calorífico para Motor 355
Diagrama de Límite de Energía 356
Temperaturas de Aplicación de Calor 356
Flujos de Masas y Temperaturas para Varios Motores 356
Tasas de Vapor para Turbinas a Vapor 357–58
Turbinas de Combustión 359–60
Células de Combustible 360–61

18 Combustibles y Combustión
Tabla de Calibre de Tubos de Gas 362–63
Valores de Viscosidad y Calor de Combustible 364–65
Combustibles Líquidos para Motores 366
Tablas de Calibre de Tubos de Aceite Combustible 367–69

19 Posesión y Operación
Costos de Mantenimiento 370–71
Datos de Costos de Posesión y Operación 372
Análisis Económicos 373–74

20 Acústica
Presión Acústica y Niveles de Presión Acústica 375
Combinación de Niveles Acústicos 376
Potencia Acústica y Nivel de Potencia Acústica 376
Ponderación A y C 376
Bandas de Octava y 1/3 de Octava de Banda 377
Pautas de Diseño para Sistemas de HVAC 378
Métodos de Calificación de Acústica 379–80
Trayectos de Acústica en Sistemas HVAC 380
Silenciadores 381
Configuraciones de Salida 382
Niveles de Ruido de Equipo Mecánico 382
Aisladores de Acústica de Equipo Mecánico 383–84

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

21 Vibración
Un Solo Grado de Sistemas de Libertad 385
Dos Grados de Sistema de Libertad 385
Selección de Aislamiento 386–401

22 Enfriamiento por Evaporación
Evaporación Directa de Enfriadores de Aire 402
Evaporación Indirecta de Enfriadores de Aire 403–05
Enfriadores Evaporativos de Múltiples Etapas 406–07
Gráfico de Temperatura Efectiva 407

23 Controles Automáticos
Componentes del Sistema de HVAC 408–14
Sistemas HVAC 415–16

24 Comodidad del Ocupante
Norma 55-2010 de ASHRAE 417–18
Método de Zona de Confort Gráfico 417
Temperatura Operativa y Efectiva 418
Voto Medio Predicho 418
Velocidad de Aire para Compensación 418
Valores de Aislamiento de Ropa 419
Inconformidad Local 419–20
Comodidad Térmica en Edificios Ventilados Naturalmente 420

25 Sistemas Geotérmicos
Bombas de Calor de Fuente a Tierra 421–23
Propiedades Térmicas de Suelos y Rocas 423–24
Tuberías de Tierra 425–27
Tuberías de Agua Superficiales 428

26 General
Criterios de Diseños del Sistema 429–32
Unidades SI y Fórmulas de Aire Acondicionado 433–34
Fórmulas de Medición para Calefacción/Refrigeración 435
Rendimiento de Torre de Enfriamiento 436–37
Acumulación Térmica 438–39
Distribución de Aire Frio 440
Deshumidificadores Mecánicos 440
Tubos de Calor 442–43
Recuperación de Energía Aire a Aire 443–46
Panel de Calefacción y Enfriamiento 447–49
Flujo de Refrigerante Variable 450–53
Unidades y Conversiones 454–55

Indice 456–457

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

PREFACIO

La Guía de Bolsillo de ASHRAE fue desarrollado para servir como una referencia rápida, fuera de línea para ingenieros sin acceso rápido a los volúmenes grandes del Manual de ASHRAE. La mayoría de la información está tomada de los cuatro volúmenes de las series de los Manuales de ASHRAE, así como de varias de las Normas de ASHRAE y abreviada o reducida para ajustarse al tamaño pequeño de la página.

Esta octava edición, revisada y extendida para el 2013, incluye propiedades para refrigerantes nuevos, nuevos datos sobre seguridad refrigerante, requisitos de ventilación para ocupaciones residenciales y no residenciales, confort térmico para ocupantes, datos extensivos sobre sonido y control de vibración, almacenaje térmico, panel radiante de calefacción y refrigeración, recuperación de energía aire-a-aire, datos de difusión de aire en el espacio, datos e carga de calor del equipo, turbinas de combustión, células de combustible, sistemas de lámparas ultravioletas, flujo refrigerante variable y más.

Esta edición del Manual de Bolsillo de ASHRAE, que fue publicado primero en 1987, fue recopilada por los editores administrativos de ASHRAE, los principales contribuyentes anteriores fueron Carl W. MacPhee, Griffiith C. Burr, Jr., Harry E. Rountree y Frederick H. Kohloss.

A través de esta Guía de Bolsillo, fuentes originales de figuras y tablas son indicadas donde es aplicable. Por motivos de espacio, una abreviatura de publicaciones de ASHRAE ha sido adoptada. Las fuentes de ASHRAE son observadas como encabezamientos o títulos de tablas en corchetes utilizando las siguientes abreviaturas:

Fig	Figura
Tbl	Tabla
Ch	Capítulo
Std	Norma de ASHRAE
2013F, 2009F, etc.	*Manual de ASHRAE—Fundamentos*
2012S, 2008S, etc.	*Manual de ASHRAE—Sistemas y Equipos HVAC*
2011A, 2007A, etc.	*Manual de ASHRAE—Aplicaciones HVAC*
2010R, 2006R, etc.	*Manual de ASHRAE—Refrigeración*

Entradas completas para todas las referencias citadas en las tablas y figuras están disponibles en la publicación de la fuente original.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

1. TRATAMIENTO DE AIRE Y PSICOMETRIAS

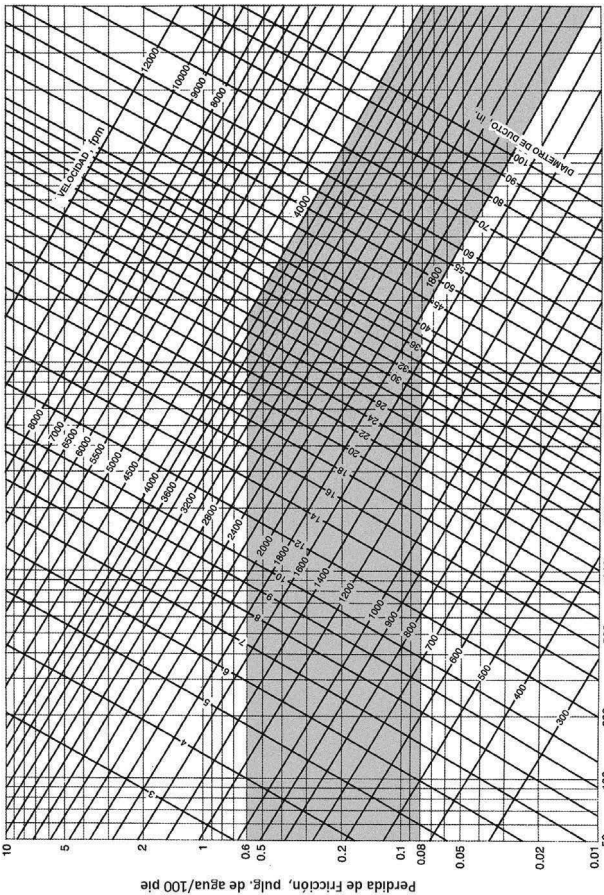


Figura 1.1 (I-P) Gráfico de Fricción para Conducto Redondo (ρ = 0.075 lb_m/ft^3 y ε =0.0003 ft)
[2013F, Ch21, Fig 10]

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

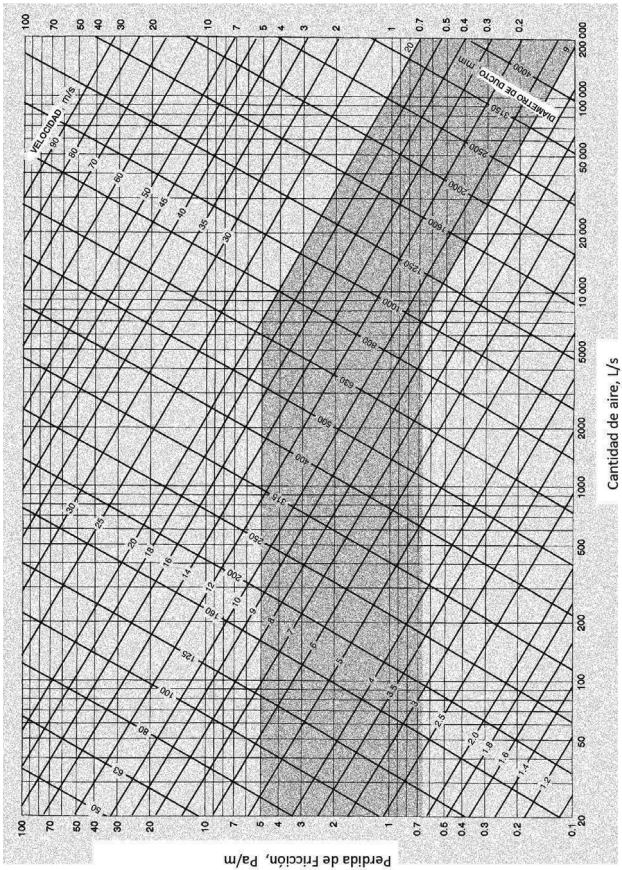


Figura 1.1 (SI) Gráfico de Fricción para Conducto Redondo (ρ = 1.20 kg/m3 y ε = 0.09 mm)
[2013F, Ch21, Fig 10]

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Tabla 1.1 (I-P) Velocidades vs. Presiones de Velocidad

Velocidad V, fpm	Presión de Velocidad P_v, in. H_2O
300	0.01
400	0.01
500	0.02
600	0.02
700	0.03
800	0.04
900	0.05
1000	0.06
1100	0.08
1200	0.09
1300	0.11
1400	0.12
1500	0.14
1600	0.16
1700	0.18
1800	0.2
1900	0.22
2000	0.25
2100	0.27
2200	0.3
2300	0.33
2400	0.36
2500	0.39

$P_v = (V/4005)^2$

Tabla 1.1 (SI) Velocidades vs. Presiones de Velocidad

Velocidad V, m/s	Presión de Velocidad, P_v, Pa
1.0	0.6
2.0	2.4
3.0	5.4
4.0	9.6
5.0	15.1
5.5	18.3
6.0	21.7
6.5	25.5
7.0	29.5
7.5	33.9
8.0	38.5
8.5	43.5
9.0	48.8
9.5	54.3
10.0	60.2
11.0	72.9
12.0	86.7
13.0	101.8
14.0	118.0
15.0	135
17.5	184
20.0	241
22.5	305
25.0	376

$P_v = 0.602\ V^2$

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Conductos No Circulares

Diámetro hidráulico $D_h = 4A/P$, donde A = área de ducto (in.^{2} [mm]) y P = perímetro (in, [mm]). Los ductos que tienen el mismo diámetro hidráulico tendrán aproximadamente la misma resistencia de fluido a velocidades iguales.

Accesorios

La resistencia a fluir a través de accesorios puede ser expresada por la pérdida de ajuste de coeficientes C. La pérdida de fricción en un accesorio en pulgadas de agua es CP_v. Lo más radical el flujo de aire es cambiado en dirección o velocidad, cuanto mayor sea el coeficiente de pérdida del accesorio. Ver *Base de Datos de Ajuste de Conductos de ASHRAE* para una lista completa. Codos biselados de 90° con álabes usualmente tendrán C entre 0.11 y 0.33.

Conductos Redondos Flexibles

Ductos flexibles no metálicos extendidos totalmente tienen pérdidas de fricción aproximadamente tres veces mayor que los conductos de acero galvanizado. Este se eleva rápidamente para conductos no extendidos por un factor de corrección de 4 si es extendido el 70%, 3 si es extendido el 80% y 2 si es extendido el 90%. Para relación de radio de curvatura central a diámetro de 1 a 4 el coeficiente de pérdida aproximado está entre 0.82 y 0.87.

Tabla 1.2 (I-P) Clasificación de Fugas de Conductos [a]

Tipo de Conducto	Fugas Predichas Clase C_L	
	Sellado [b,c]	Sin Sellar[c]
Metal (excluido flexible)		
Redondo y ovalado plano	3	30
		(6 a 70)
Rectangular		
≤2 pulg. de agua	12	48
(ambas presiones positiva y negativa)		(12 a 110)
>2 y ≤10 pulg. de agua	6	48
(ambas presiones positiva y negativa)		(12 a 110)[c]
Flexible		
Metal, aluminio	8	30
		(12 a 54)
Sin metal	12	30
		(4 a 54)
Fibra de vidrio		
Redondo	3	na
Rectangular	6	na

[a] Las clases de fugas indicadas en esta tabla son promedios basados en pruebas conducidas por AISI/SMACNA (1972), ASHRAE/SMACNA/TIMA (1985) y Swim and Griggs (1995).

[b] Las clases de fugas indicadas en la categoría sellado están basadas en los supuestos que para conductos de metal, todas las juntas transversales, costuras y aberturas en la pared del conducto están sellados a presiones sobre 3 pulg. de agua, que las juntas transversales y costuras longitudinales están selladas en 2 y 3 pulg. de agua, y que las juntas transversales están selladas bajo 2 pulg. de agua. Las clases más bajas de sellado son obtenidas mediante selección cuidadosa de juntas y métodos de sellados.

[c] Las clases de fugas asignadas anticipan cerca de 25 juntas por 100 pie lineal de conducto. Para sistemas con un alto ajuste de relación de conducto recto, ocurren mayores fugas en ambas condiciones selladas y sin sellar.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Tabla 1.2 (SI) Clasificación de Filtración de Conducto[a]

Tipo de Conducto	Sellado[b,c]		Sin Sellar[c]	
	Fuga Prevista Clase C_L	Tasa de Fuga L(s·m^2) a 250Pa	Fuga Prevista Clase C_L	Tasa de Fuga L(s·m^2) a 250Pa
Metal (excluida flexible)				
Redondo y ovalado plano	4	0.14	42	1.5
			(8 a 99)	(0.3 a 3.6)
Rectangular				
≤500 Pa	17	0.62	68	2.5
(ambas presiones positiva y negativa)			(17 a 155)	(0.6 a 5.6)
>500 y ≤250 Pa	8	0.29	68	2.5
(ambas presiones positiva y negativa)			(17 a 155)	(0.6 a 5.6)
Flexible				
Metal, aluminio	11	0.40	42	1.5
			(17 a 76)	(0.6 a 2.8)
No metálico	17	0.62	30	1.5
			(6 a 76)	(0.2 a 2.8)
Fibra de vidrio				
Redondo	4	0.14	na	na
Rectangular	8	0.29	na	na

[a] Las clases de fugas indicadas en esta tabla son promedios basados en pruebas conducidas por AISI/SMACNA (1972), ASHRAE/SMACNA/TIMA (1985) y Swim and Griggs (1995).
[b] Las clases de fugas indicadas en la categoría sellado están basadas en los supuestos que para conductos metálicos, todas las juntas transversales, costuras y aberturas en la pared del conducto son sellados a presiones sobre 750 Pa, que las juntas transversales y costuras longitudinales son selladas a 500 y 750 Pa y que juntas transversales son selladas bajo 500 Pa. Clases de fugas menores son obtenidas por selección cuidadosa de juntas y métodos de sellado.
[c] Las clases de fugas asignadas anticipan alrededor de 0.82 juntas por metro de conducto Para sistemas con un alto ajuste de relación de conducto recto, fugas mayores ocurren en ambas condiciones selladas y sin sellar.

Tabla 1.3 (I-P) Clase de Fuga de Red de Conductos Recomendado por Tipo de Conducto

Tipo de Conducto		Clase de Fuga C_L, cfm/100 pie^2 a 1 pulg. de agua	
Metal (excluido flexible)			
	Redondo	3	
	Ovalado	Plano	3
	Rectangular	6	
Flexible		6	
Fibra de vidrio			
	Redondo	3	
	Rectangular	6	

Tabla 1.3 (SI) Clase de Fuga de Red de Conductos Recomendado por Tipo de Conducto

Tipo de Conducto		Clase de Fuga, C_L, Tasa de Fuga, L/(s·m^2) a 250 Pa	
Metal			
	Redondo	4	0.14
	Ovalado plano	4	0.14
	Rectangular	8	0.29
Flexible		8	0.29
	Fibra de Vidrio		
	Redondo	4	0.14
	Rectangular	8	0.29

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Clase de Fuga $C_L = Q/\Delta P_S^{0.65}$

donde

Q = tasa de fuga, cfm/100 pie^2 (L/s/100 m^2) área de superficie

ΔP_s = diferencia de presión estática, pulgadas de agua (Pa) entre el interior y exterior del conducto

Tabla 1.4 Niveles de Exigencia para Sellado de Conductos

Niveles de Sellado de Conductos	Exigencias de Sellado[a]
A	Todas las juntas transversales, costuras longitudinales y penetraciones en la pared de los conductos
B	Todas las juntas transversales y costuras longitudinales
C	Sólo juntas transversales

[a] Juntas transversales son conexiones de dos conductos o elementos de ajuste orientados perpendicular para fluir. Costuras longitudinales son juntas orientadas en la dirección de la corriente de aire. Penetraciones de la pared de los conductos son aberturas hechas por tornillos, sujetadores no autosellantes, cañerías, tuberías, barras y cables. Costuras de bloqueo espiral redondas y ovaladas planas no necesitan ser selladas antes del ensamblaje, pero pueden ser recubiertas después del ensamblaje para reducir fuga. Todas las otras conexiones son consideradas juntas transversales, incluido pero no limitado a espines, enchufes y otras conexiones de ramales, acceso a marcos de puertas y conexiones de conductos a equipos.

Tabla 1.5 Recomendaciones para Sellado de Conductos

Niveles de Sellado de Conducto Recomendado	Tipo de Conducto			
	Suministro			
Ubicación de Conducto	≤2 pulg. (≤500 Pa) de agua	> 2 pulg. (500 Pa) de agua	Escape	Retorno
Exteriores	A	A	A	A
Espacios no acondicionados	B	A	B	B
Espacios acondicionados (conductos ocultos)	C	B	B	C
Espacios acondicionados (conductos expuestos)	A	A	B	B

Tabla 1.6 Fuga de Conducto por Unidad de Longitud

Fuga de Costura Longitudinal sin Sellar		Fuga, cfm por pie (L por metro) Longitud de Costura a 1 pulg. Presión de Agua (a 250 Pa Presión Estática)	
Tipo de Conducto/Costura		Margen	Promedio
Rectangular	Bloqueo Pittsburgh		
	Calibre 26	0.01 a 0.02 (0.015 a 0.03)	0.0164 (0.025)
	Calibre 22	0.001 a 0.002 (0.0015 a 0.003)	0.0016 (0.0025)
	Cerradura de resorte botón perforador		
	Calibre 26	0.03 a 0,15 (0.05 a 0.23)	0.0795 (0,12)
	Calibre 22	NA (1 prueba)	0.0032 (0.005)
Redondo	Espiral (calibre 26)	NA (1 prueba)	0.015 (0.023)
	Cerradura de resorte	0.04 a 0.14 (0.06 a 0.22)	0.11 (0.17)
	Ranura	0.11 a 0.18 (0.17 a 0.28)	0.12 (0.19)

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

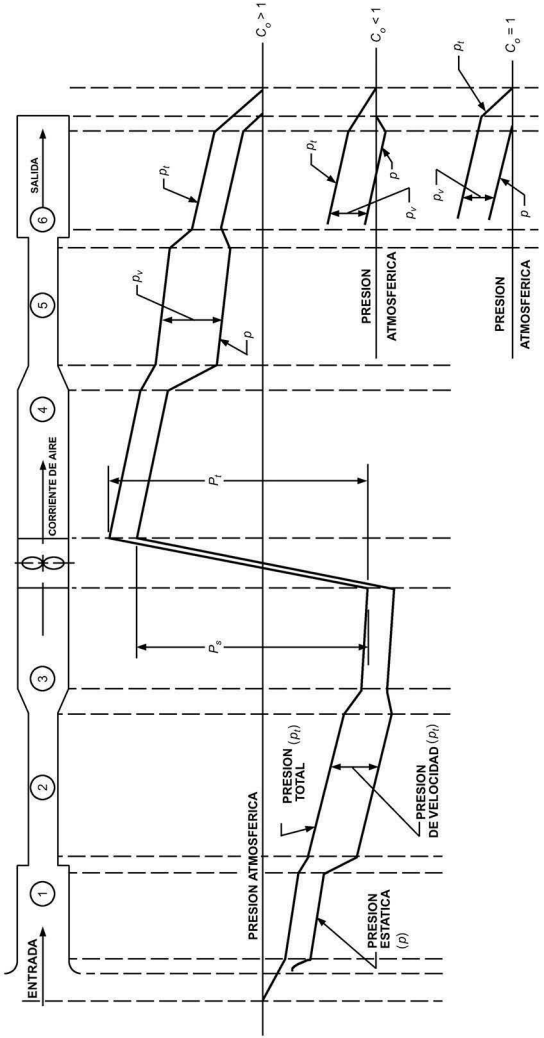


Figura 1.2 A la Salida Coeficiente de Ajuste C_o Afecta ρ_t Perdida [2013F, Ch 21, Fig.7]

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Tabla 1.7 (I-P) Equivalentes Circulares de Conducto Regular para Igualdad de Fricción y Capacidad[a]

Largo Ady.[b]	Longitud de un Lado de Conducto Rectangular (*a*), pulg.																			
	4.0	**4.5**	**5.0**	**5.5**	**6.0**	**6.5**	**7.0**	**7.5**	**8.0**	**9.0**	**10.0**	**11.0**	**12.0**	**13.0**	**14.0**	**15.0**	**16.0**			
3.0	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.7	4.9	5.1	5.2	5.5	5.7	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0			
4.0	4.4	4.6	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	5.8	6.1	6.4	6.7	7.0	7.3	7.6	7.8	8.0	8.3			
5.0	4.9	5.2	5.5	5.7	6.0	6.2	6.4	6.7	6.9	7.3	7.6	8.0	8.3	8.6	8.9	9.1	9.4			
Largo	**Longitud de un Lado del Conducto Rectangular (*a*), pulg.**																			**Largo**
Ady.[b]	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**22**	**24**	**26**	**28**	**30**	**Ady.[b]**
6	6.6																				6
8	7.6	8.2	8.7																		8
10	8.4	9.1	9.8	10.4	10.9																10
12	9.1	9.9	10.7	11.3	12.0	12.6	13.1														12
14	9.8	10.8	11.4	12.2	12.9	13.5	14.2	14.7	15.3												14
16	10.4	11.3	12.2	13.0	13.7	14.4	15.1	15.7	16.4	16.9	17.5										16
18	11.0	11.9	12.9	13.7	14.5	15.3	16.0	16.7	17.3	17.9	18.5	19.1	19.7								18
20	11.5	12.6	13.5	14.4	15.2	16.0	16.8	17.5	18.2	18.9	19.5	20.1	20.7	21.3	21.9						20
24	12.4	13.5	14.6	15.6	16.5	17.4	18.3	19.1	19.9	20.6	21.3	22.0	22.7	23.3	34.9	25.1	26.2				24
28	13.2	14.5	15.6	16.7	17.7	18.7	19.6	20.5	21.3	22.1	22.9	23.7	24.4	25.1	25.8	27.1	28.3	29.5	30.6		28
32	14.0	15.3	16.5	17.7	18.8	19.8	20.8	21.8	22.7	23.5	24.4	25.2	26.0	26.7	27.5	28.9	30.2	31.5	32.7	33.9	32
36	14.7	16.1	17.4	18.6	19.8	20.9	21.9	22.9	23.9	24.8	25.7	26.6	27.4	28.2	29.0	30.5	32.0	33.3	34.6	35.9	36
40	15.3	16.8	18.2	19.5	20.7	21.8	22.9	24.0	25.0	26.0	27.0	27.9	28.8	29.6	30.5	32.1	33.6	35.1	36.4	37.8	40
44	15.9	17.5	18.9	20.3	31.5	22.7	23.9	25.0	26.1	27.1	28.1	29.1	30.0	30.9	31.8	33.5	35.1	36.7	38.1	39.5	44
48	16.5	18.1	19.6	21.0	22.3	23.6	24.8	26.0	27.1	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.1	34.9	36.6	38.2	39.7	41.2	48
52	17.1	18.7	20.2	21.7	23.1	24.4	25.7	26.9	28.0	29.2	30.3	31.3	32.3	33.3	34.3	36.2	37.9	39.6	41.2	42.8	52
56	17.6	19.3	20.9	22.4	23.8	25.2	26.5	27.7	28.9	30.1	31.2	32.3	33.4	34.4	35.4	37.4	39.2	41.0	42.7	44.3	56
60	18.1	19.8	21.5	23.0	24.5	25.9	27.3	28.6	29.8	31.0	32.2	33.3	34.4	35.5	36.5	38.5	40.4	42.3	44.0	45.7	60
64		20.3	22.0	23.6	25.1	26.6	28.0	29.3	30.6	31.9	33.1	34.3	35.4	36.5	37.6	39.6	41.6	43.5	45.3	47.1	64

Tabla 1.7 (I-P) Equivalentes Circulares de Conducto Regular para Igualdad de Fricción y Capacidad[a] *(Continuo)*

Largo Ady.[b]	Longitud de un Lado del Conducto Rectangular (*a*), pulg.																			Largo Ady.[b]
	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	
32	35.0																				32
36	37.1	38.2	39.4																		36
40	39.0	40.3	41.5	42.6	43.7																40
44	40.9	42.2	43.5	44.7	45.8	48.1															44
48	42.6	44.0	45.3	46.6	47.9	49.1	50.2	51.4	52.5												48
52	44.3	45.7	47.1	48.4	49.7	51.0	52.2	53.4	54.6	55.7	56.8										52
56	45.8	47.3	48.8	50.2	51.6	52.9	54.2	55.4	56.6	57.8	59.0	61.2									56
60	47.3	48.9	50.4	51.9	53.3	54.7	60.0	57.3	58.6	59.8	61.0	63.4	65.6								60
64	48.7	50.4	51.9	53.5	54.9	56.4	57.8	59.1	60.4	61.7	63.0	65.4	67.7	70.0							64
68	50.1	51.8	53.4	55.0	56.5	58.0	59.4	60.8	62.2	63.6	64.9	67.4	69.8	72.1	74.3						68
72	51.4	53.2	54.8	56.5	58.0	59.6	61.1	62.5	63.9	65.3	66.7	69.3	71.8	74.2	76.5	78.7					72
76	52.7	54.5	56.2	57.9	59.5	61.1	62.6	64.1	65.6	67.0	68.4	71.1	73.7	76.2	78.6	80.9	83.1				76
80	53.9	55.8	57.5	59.3	60.9	62.6	64.1	65.7	67.2	68.7	70.1	72.9	75.4	78.1	80.6	82.9	85.2	87.5			80
84	55.1	57.0	58.8	60.6	62.3	64.0	65.6	67.2	68.7	70.3	71.7	74.6	77.3	80.0	82.5	85.0	87.3	89.6	91.8		84
88	56.3	58.2	60.1	61.9	63.6	65.4	67.0	68.7	70.2	71.8	73.3	76.3	79.1	81.8	84.4	86.9	89.3	91.7	94.0	96.2	88
92	57.4	59.3	61.3	63.1	64.9	66.7	68.4	70.1	71.7	73.3	74.9	77.9	80.8	83.5	86.2	88.8	91.3	93.7	96.1	98.4	92
96	58.4	60.5	62.4	64.3	66.2	68.0	69.7	71.5	73.1	74.8	76.3	79.4	82.4	85.3	88.0	90.7	93.2	95.7	98.1	100.5	96

[a] Tabla basada en $D_e = 1.30\,(ab)^{0.625}/(a+b)^{0.25}$

[b] Longitud del lado adyacente del conducto rectangular duct (b), in.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Tabla 1.7 (SI) Equivalentes Circulares de Conducto Rectangular para Friccion Igual y Capacidad[a]

Largo	Longitud de un lado del Conducto Rectangular (*a*), mm.																			
Ady[b]	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900
100	109																			
150	133	150	164																	
200	152	172	189	204	219															
250	169	190	210	228	244	259	273													
300	183	207	229	248	266	283	299	314	328											
400	207	235	260	283	305	325	343	361	378	409	437									
500	227	258	287	313	337	360	381	401	420	455	488	518	547							
600	245	279	310	339	365	390	414	436	457	496	533	567	598	628	656					
700	261	298	331	362	391	418	443	467	490	533	573	610	644	677	708	737	765			
800	275	314	350	383	414	442	470	496	520	567	609	649	687	722	755	787	818	847	875	
900	289	330	367	402	435	465	494	522	548	597	643	686	726	763	799	833	866	897	927	984
1000	301	344	384	420	454	486	517	546	574	626	674	719	762	802	840	876	911	944	976	1037
1200	324	370	413	453	490	525	558	590	620	677	731	780	827	872	914	954	993	1030	1066	1133
1400	344	394	439	482	522	559	595	629	662	724	781	835	886	934	980	1024	1066	1107	1146	1220
1600	362	415	463	508	551	591	629	665	700	766	827	885	939	991	1041	1088	1133	1177	1219	1298
1800	379	434	485	533	577	619	660	698	735	804	869	930	988	1043	1096	1146	1195	1241	1286	1371
2000	395	453	506	555	602	646	688	728	767	840	908	973	1034	1092	1147	1200	1252	1301	1348	1438
2200	410	470	525	577	625	671	715	757	797	874	945	1013	1076	1137	1195	1251	1305	1356	1406	1501
2400	424	486	543	597	647	695	740	784	826	905	980	1050	1116	1180	1241	1299	1355	1409	1461	1561
2600	437	501	560	616	688	717	764	810	853	935	1012	1085	1154	1220	1283	1344	1402	1459	1513	1617
2800	450	516	577	634	688	738	787	834	879	964	1043	1119	1190	1259	1324	1387	1447	1506	1562	1670

Tabla 1.7 (SI) Equivalentes Circulares de Conducto Rectangular para Friccion Igual y Capacidad[a] *(Continuo)*

Largo	Longitud de un lado del Conducto Rectangular (*a*), mm.																			
Ady.[b]	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900
1000	1093																			
1100	1146	1202																		
1200	1196	1256	1312																	
1300	1244	1306	1365	1421																
1400	1289	1354	1416	1475	1530															
1500	1332	1400	1464	1526	1584	1640														
1600	1373	1444	1511	1574	1635	1693	1749													
1700	1413	1486	1555	1621	1684	1745	1803	1858												
1800	1451	1527	1598	1667	1732	1794	1854	1912	1968											
1900	1488	1566	1640	1710	1778	1842	1904	1964	2021	2077										
2000	1523	1604	1680	1753	1822	1889	1952	2014	2073	2131	2186									
2100	1558	1640	1719	1793	1865	1933	1999	2063	2124	2183	2240	2296								
2200	1591	1676	1756	1833	1906	1977	2044	2110	2173	2233	2292	2350	2405							
2300	1623	1710	1793	1871	1947	2019	2088	2155	2220	2283	2343	2402	2459	2514						
2400	1655	1744	1828	1909	1986	2060	2131	2200	2266	2330	2393	2453	2511	2568	2624					
2500	1685	1776	1862	1945	2024	2100	2173	2243	2311	2377	2441	2502	2562	2621	2678	2733				
2600	1715	1808	1896	1980	2061	2139	2213	2285	2355	2422	2487	2551	2612	2672	2730	2787	2842			
2700	1744	1839	1929	2015	2097	2177	2253	2327	2398	2466	2533	2598	2661	2722	2782	2840	2896	2952		
2800	1772	1869	1961	2048	2133	2214	2292	2367	2439	2510	2578	2644	2708	2771	2832	2891	2949	3006	3061	
2900	1800	1898	1992	2081	2167	2250	2329	2406	2480	2552	2621	2689	2755	2819	2881	2941	3001	3058	3115	3170

[a] Tabla basada en $D_e = 1.30\,(ab)^{0.625}/(a + b)^{0.25}$.

[b] Longitud del lado adyacente de conducto rectangular duct (b), mm.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Tabla 1.8 (I-P) Equivalente de Dimensiones de Ducto Ovalado Plano* [2013F, Ch 21, Tbl 3]

Diametro de Conducto Circular, pulg	Eje Menor *a*, pulg. / Eje Mayor *A*, pulg.											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16
5	8											
5.5	9	7										
6	11	9										
6.5	12	10	8									
7	15	12	10	8								
7.5	19	13	—	9								
8	22	15	11	—								
8.5		18	13	11	10							
9		20	14	12	—	10						
9.5		21	18	14	12	—						
10			19	15	13	11						
10.5			21	17	15	13	12					
11				19	16	14	—	12				
11.5				20	18	16	14	—				
12				23	20	17	15	13				
12.5				25	21	—	—	15	14			
13				28	23	19	17	16	—	14		
13.5				30	—	21	18	—	16	—		
14				33	—	22	20	18	17	15		
14.5				36	—	24	22	19	—	17		
15				39	—	27	23	21	19	18		
16				45	—	30	—	24	22	20	17	
17				52	—	35	—	27	24	21	19	
18				59	—	39	—	30	—	25	22	19

Diametro de Conducto Circular, pulg	Eje Menor a, pulg. / Eje Mayor *A*, pulg.										
	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24
19	46	—	34	—	28	23	21				
20	50	—	38	—	31	27	24	21			
21	58	—	43	—	34	28	25	23			
22	65	—	48	—	37	31	29	26			
23	71	—	52	—	42	34	30	27			
24	77	—	57	—	45	38	33	29	26		
25			63	—	50	41	36	32	29		
26			70	—	56	45	38	34	31		
27			76	—	59	49	41	37	34		
28					65	52	46	40	36		
29					72	58	49	43	39	35	
30					78	61	54	46	40	38	
31					81	67	57	49	44	39	37
32						71	60	53	47	42	40
33						77	66	56	51	46	41
34							69	59	55	47	44
35							76	65	58	50	46
36							79	68	61	53	49
37								71	64	57	52
38								78	67	60	55
40									77	69	62
42										75	68
44										82	74

*Tabla basada en $D_e = 1.30\,(ab)^{0.625}/(a+b)^{0.25}$.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

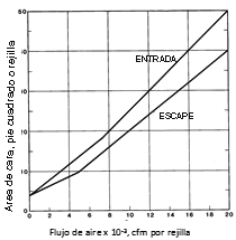
Tabla 1.8 (SI) Equivalente de Dimensiones de Ducto Ovalado Plano* [2013F, Ch 21, Tbl 3]

Diametro de Conducto Circular, pulg	Eje Menor *a*, mm															
	70	100	125	150	175	200	#	275	300	325	350	375	400	450	500	550	600
	Eje Mayor *A*, mm																
125	205																
140	265	180															
160	360	235	190														
180	475	300	235	200													
200		380	290	245	215												
224		490	375	305	—	240											
250			475	385	325	290											
280				485	410	360	—	285									
315				635	525	—	—	345	325								
355				840	—	580	#	425	395	375							
400				1115	—	760	—	530	490	460	435						
450				1490	—	995	—	675	—	570	535	505					
500						1275	—	845	—	700	655	615	580				
560						1680	—	1085	—	890	820	765	720				
630								1425	—	1150	1050	970	905	810			
710										1505	1370	1260	1165	1025			
800											1800	1645	1515	1315	1170	1065	
900												2165	1985	1705	1500	1350	
1000														2170	1895	1690	
1120															2455	2170	1950
1250																2795	2495

*Tabla basada en $D_e = 1.30\,(ab)^{0.625}/(a + b)^{0.25}$.

Tabla 1.9 Velocidades de Diseño Típico para Componentes HVAC

Elemento de Conducto	Velocidad Frontal, fpm (m/s)
Rejillas	
Entrada	
7000 cfm (3300 L/s) y mayor	400 (2)
Menos que 7000 cfn (3300L/s)	Ver figura de abajo
Escape	
5000 cfm (24000 L/s) y mayor	500 (2.5)
Menos que 5000 cfm (2400 L/s)	Ver figura de abajo
Filtros	
Filtros de panel	
Impacto viscoso	200 a 800 (1 a 4)
Tipo seco, superficie extendida	
Plana (baja eficiencia)	Velocidad de Conducto
Medios plisados (eficiencia intermedia)	Hasta 750 (3.8)
HEPA	250 (1.3)
Filtros medios renovables	
Cortina en movimiento impacto viscoso	500 (2.5)
Cortina en movimiento medios secos	200 (1)
Depurador de aire electrónico	
Tipo ionizante	150 a 350 (0.8 a 1.8)
Bobinas de calefacción	
Vapor y agua caliente	500 a 1000 (2.5 a 5) 200 (1) min. 1500 (8) max.
Eléctrico	
Cable abierto	Referir a datos mfg.
Aletas tubular	Referir a datos mfg.
Bobinas de deshumidificación	400 a 500 (2 a 3)
Depuradores de aire	
Tipo aerosol	Referir a datos mfg.
Tipo celda	Referir a datos mfg.
Tipo aerosol de alta velocidad	1200 a 1800 (6 a 9)



Parámetros Pertinentes Utilizados en Establecer Figura		
Parámetro	**Parámetro de Admisión**	**Parámetro Escape**
Área Mínima Libre (48-pulg. (1220-mm) Sección de Prueba Cuadrado). %	45	45
Penetración de agua. oz/(ft^2/0.25 h) [μL/(m^2 · s)]	Inapreciable [menos de 0.2 (0.6)]	No aplicable
Caida de presión estática máxima, pulg. de agua (Pa)	0.15 (35)	0.25 (60)

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Tabla 1.10 Leyes de Ventilación [a,b]
Para todas las leyes de ventilación:
$\eta_{t1} = \eta_{t2}$ y (punto de capacidad)$_1$ = (punto de capacidad)$_2$

No.	Variables Dependientes	Variables Independentes	
1a	$Q_1 = Q_2$	$\times \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^3 \times \frac{N_1}{N_2}$	$\times$ 1
1b	Press.$_1$ = Press.$_2$[a]	$\times \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \times \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$	$\times \frac{\rho_1}{\rho_2}$
1c	$W_1 = W_2$	$\times \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^5 \times \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3$	$\times \frac{\rho_1}{\rho_2}$
2a	$Q_1 = Q_2$	$\times \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \times \left(\frac{\text{Press.}_1}{\text{Press.}_2}\right)^{1/2}$	$\times \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right)^{1/2}$
2b	$N_1 = N_2$	$\times \left(\frac{D_2}{D_1}\right) \times \left(\frac{\text{Press.}_1}{\text{Press.}_2}\right)^{1/2}$	$\times \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right)^{1/2}$
2c	$W_1 = W_2$	$\times \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \times \left(\frac{\text{Press.}_1}{\text{Press.}_2}\right)^{3/2}$	$\times \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right)^{1/2}$
3a	$N_1 = N_2$	$\times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3 \times \frac{Q_1}{Q_2}$	$\times$ 1
3b	Press.$_1$ = Press.$_2$	$\times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^4 \times \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^2$	$\times \frac{\rho_1}{\rho_2}$
3c	$W_1 = W_2$	$\times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^4 \times \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^3$	$\times \frac{\rho_1}{\rho_2}$

[a] El subíndice 1 denota que el variable es para el ventilador bajo consideración
[b] El subíndice 2 denota que el variable es para el ventilador probado
[c] P_{tf} o P_{sf}.
A menos que se identifique de otro modo, los datos de rendimiento del ventilador están basados en aire seco en condiciones estándar 14.696 psi y 70°F (0.075 lb_m/pie^3) [101.325 kPa y 20°C (1.204 kg/m^3)]. En aplicaciones actuales, el ventilador puede ser requerido para utilizar aire o gas en alguna otra densidad. El cambio en densidad puede ser debido a temperatura, composición del gas o altitud. Como indicado en las Leyes del Ventilador, el rendimiento del ventilador es afectado por la densidad del gas. Con tamaño constante y velocidad, los caballos de fuerza y presión varían directamente como la relación de la densidad del gas a la densidad del aire estándar.

La aplicación de las Leyes del Ventilador para un cambio en velocidad del ventilador, *N,* para un ventilador de tamaño específico está mostrado en la Figura 1.3. La curva P_t computarizada es derivada de la curva de base. Por ejemplo, punto E(N_1 = 650) es computarizada del punto D (N_2 = 600) como sigue:

En Punto D,

$$Q_2 = 6 \text{ cfm y } P_{tf_2} = 1.13 \text{ pulg. agua } (Q_1 = 3 \text{ m}^3/\text{s y } P_{tf_2} = 228 \text{ Pa})$$

Utilizando Ley de Ventilador 1a en Punto E

$$Q_1 = 6000\ (650/600) = 6500 \text{ cfm } (Q_1 = 3 \times 650/600 = 3.25 \text{ m}^3/\text{s})$$

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Utilizando Ley de Ventilador 1b

$$P_{tf_1} = 1.13 \times (650/600)^2 = 1.33 \text{ psi} \quad \text{(I-P)} \qquad [P_{tf_1} = 228 \times (650/600)^2 = 268 \text{ Pa}] \quad \text{(SI)}$$

La curva completada P_{tf_1}, $N = 650$ por tanto puede ser generado computando puntos adicionales de los datos en la curva base, tal como el punto G desde el punto F.

$$\text{hp} = \frac{\text{cfm} \times \text{presión estática, pulg. de agua}}{\text{Eficiencia del ventilador (decimal)} \times 6356} \quad \text{(I-P)}$$

$$\text{Ventilador de potencia, kW} = \frac{\text{L/s} \times \text{diferencia de presión, kPa}}{40350 \times \text{eficiencia de ventilador} \times \text{eficiencia de motor}} \quad \text{(SI)}$$

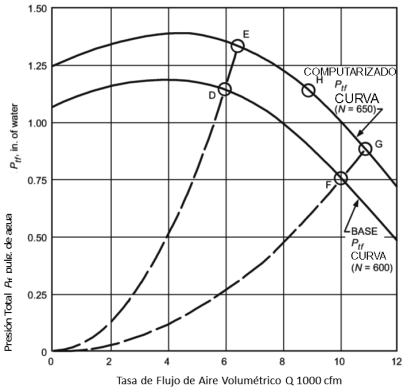


Figura 1.3 (I-P) Ejemplo de Cálculo de Leyes del Ventilador [2012S, Ch 21, Fig. 4]

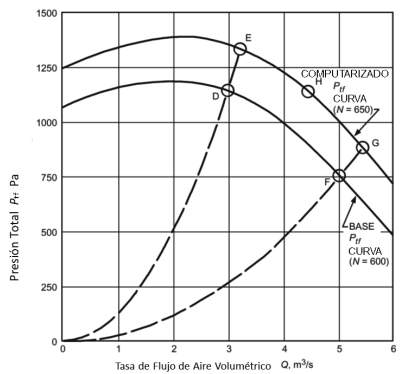


Figura 1.3 (SI) Ejemplo de Cálculo de Leyes del Ventilador [2012S, Ch 21, Fig. 4]

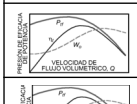
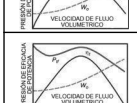
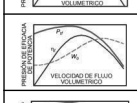
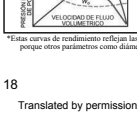
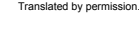
Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Tabla 1.11 Tipos de Ventiladores [2012S, Ch 21, Tbl 1]

Tipo		Diseño del Rotor		Diseño de Cubierta
Ventiladores Centrífugos	Superficie Aerodinámica		Aletas de contorno de perfil aerodinámico curvado lejos de la dirección de rotación. Aletas profundos permiten expansión eficiente entre el trayecto de los álabes. El aire sale del rotor a una velocidad inferior a la velocidad punta. Para servicio dado, tener la velocidad más alta de diseños del ventilador centrífugo.		Diseño de espiral para conversión eficiente de presión de velocidad a presión estática. La eficiencia máxima requiere despeje cerca y alineación entre rueda y entrada.
	Inclinado Hacia Atrás Curvado Hacia Atrás		Aletas de espesor sencillo curvado o inclinado lejos de la dirección de rotación. Eficientes por las mismas razones como ventilador de aletas aerodinámicas.		Utiliza la misma configuración de cubierta como el diseño de aletas aerodinámicas.
	Radial (Rt) Radial – Lá Bogalla		Características de presión más alta que las aletas aerodinámicas, curvadas hacia atrás y ventiladores inclinados hacia atrás. La curva puede tener una distancia a la izquierda de la presión de pico y el ventilador no debe ser operado en esta área. La potencia aumenta continuamente hacia la entrega gratuita.		El espiral similar a y a menudo idéntico a otros diseños de ventilador centrífugo. Encaja entre la rueda y entrada no es tan crítico como para aletas y ventiladores inclinados hacia atrás.
	Curvado Hacia Addelante		Curva de presión plana y eficiencia más baja que la aleta, curvado hacia atrás e in clinado hacia atrás. No tasar el ventilador en la inclinación de la curva a la izquierda de la presión estática de pico. La potencia aumenta continuamente hacia la entrega gratuita.		El espiral similar a y a menudo idéntico a otros diseños de ventilador centrífugo. Encaja entre la rueda y entrada no es tan crítico como para aletas y ventiladores inclinados hacia atrás.
	Enchufe de Plenо		Ventiladores impelentes y de enchufe típicamente utilizan aletas, impulsores inclinados hacia atrás o curvados hacia atrás en una configuración de entrada simple. Los beneficios relativos de cada impulsor son los mismos como aquellos descritos para ventiladores de cubierta espiral.		Ventiladores impelentes y de enchufe son únicos en que ellos son operados sin cubierta. El equivalente de una cubierta o cámara impelente (línea de puntos), depende de la aplicación. Los componentes del sistema de accionamiento para el ventilador de enchufe están situados fuera de la corriente de aire.
Ventiladores Axiales	Propulsor		Baja eficiencia. Limitado a aplicaciones de presión baja. Usualmente los impulsores de bajo costo tienen dos o más álabes de espesor simple adjunto a un relativamente pequeño cubo. La energía primaria es transferida por presión de velocidad.		Anillo circular simple, placa de orificio o venturi. Diseño óptimo es próximo a las puntas de las aletas y forma superficie aerodinámica lisa en las ruedas.
	Tubo Axial		Algo más eficiente y capaz de desarrollar más presión estática útil que ventiladores de hélice. Usualmente tiene de 4 a 8 aletas con perfil aerodinámico o sección transversal de espesor único. El cubo es usualmente menos de la mitad que el diámetro de la punta del ventilador.		Tubo cilíndrico con distancia cerca a la punta de la paleta.
	Aube Axial		Buen diseño de la paleta da capacidad de presión media a alta en buena eficiencia. Más eficiente tiene aletas de perfil aerodinámico. Las aletas pueden tener fijo, controlable o paso controlable. El cubo es usualmente más grande que la mitad del diámetro de la punta del ventilador.		Tubo cilíndrico con despeje cercano a las puntas de la paleta. Aletas guiadoras corriente arriba o corriente abajo del impulsor aumentan la capacidad de presión y eficiencia.
Flujo Mixto	Flujo Mixto		Combinación de las características axial y centrífuga. Idealmente adecuado en aplicaciones en la cual el aire tiene que circular dentro y fuera axialmente. Características de presión más alta que los ventiladores axiales.		La mayoría de ventiladores de circulación mixta están en una cubierta tubular e incluyen aletas de giro de salida. Pueden operar sin cubierta o en un tubo y el conducto.
Flujo Cruzado	Flujo Cruzado (Tangencial)		Impulsor con aletas curvadas hacia adelante. Durante la rotación el flujo de aire pasa a través de parte de las aletas del rotor dentro del rotor. Esto crea un área de turbulencia el cual, trabajando con el sistema de guía, desvía la corriente de aire a través de otra sección del rotor dentro del ducto de descarga de la cubierta del ventilador. Eficiencia más baja de cualquier tipo de ventilador.		Diseño especial de cubierta para 90° o recto a través de la corriente de aire.
Otros Diseños	Centrífugo Tubular		Rendimiento similar a ventiladores curvados hacia atrás excepto que capacidad y presión son más bajos. Eficiencia más baja que ventiladores curvados hacia atrás. La curva de rendimiento puede tener una inclinación hacia la izquierda del pico de presión,		Tubo cilíndrico similar al ventilador de paleta axial, excepto que la distancia a la rueda no está tan cerca. El aire descarga radialmente de la rueda y gira 90° para fluir a través de las aletas guiadoras.
Ventiladores de Rodete de Hormiga	Centrífugo		Sistemas de escape de baja presión como fábrica general, cocina, bodega y algunas instalaciones comerciales. Provee ventilación de evacuación positiva, lo cual es una ventaja sobre unidades de evacuación de tipo de gravedad. Las unidades centrífugas son un poco más silenciosas que las unidades axiales.		Cubiertas normales no son usadas, debido a que el aire descarga del impulsor en círculo completo. Usualmente no incluye configuración para recuperar presión de velocidad del componente.
	Axial		Sistemas de escape de baja presión como fábrica general, cocina, bodega y algunas instalaciones comerciales. Provee ventilación de evacuación positiva, lo cual es una ventaja sobre unidades de evacuación de tipo de gravedad. La cubierta protege al ventilador del tiempo y actúa como protección de seguridad.		Esencialmente, un ventilador de hélice montado en una estructura de soporte. Descargas de aire desde espacio anular en parte inferior de cubierta de tiempo.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Tabla 1.11 Tipos de Ventiladores [2012S, Ch 21, Tbl 1] ***(Cotinuado)***

Curvas de Rendimiento*	Características de Rendimiento	Aplicaciones
	La más alta eficiencia de todos los diseños de ventiladores centrífugos y las eficiencias de pico ocurren en 50 a 60% de volúmenes muy abiertos. El ventilador no tiene características de sobrecarga, lo que significa que la potencia alcanza la eficiencia máxima cerca del pico y se vuelve más bajo, o auto limitado hacia la entrega gratis.	Aplicaciones generales de calefacción, ventilación y aire acondicionado. Usualmente sólo es aplicado a sistemas grandes, que pueden ser aplicaciones de presión baja, media o alta. Aplicado a grandes operaciones industriales de aire limpio para ahorro de energía significante.
	Similar ventiladores de aletas aerodinámicas, excepto eficiencia de pico ligeramente bajo. Aletas curvadas son ligeramente más eficientes que las aletas rectas.	Las mismas aplicaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado que el ventilador de aletas aerodinámicas. Utilizados en algunas aplicaciones industriales donde el ambiente puede corroer o erosionar aletas aerodinámicas.
	Características de presión más alta que ventiladores aerodinámicos y curvados hacia atrás. La presión puede descender de repente a la izquierda de la presión de pico, pero esto usualmente no causa problemas. La potencia se eleva continuamente para entrega libre, lo cual es una característica de sobrecarga. Aletas curvadas son ligeramente más eficientes que las aletas rectas.	Principalmente para materiales que se manejan en plantas industriales. También para algunos requisitos industriales de alta presión. La rueda fuerte es fácil de reparar en el campo. La rueda algunas veces recubierta con material especial. No común para aplicaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC).
	Curva de presión menos pronunciada que la de los ventiladores curvados hacia atrás. La más alta eficiencia se produce en 40 a 50% de volumen abierto. Operar el ventilador a la derecha de la presión del pico. La potencia aumenta continuamente para descarga gratis lo cual es una característica de sobrecarga.	Principalmente para aplicaciones de baja presión de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) como hornos residenciales, unidades de estación central y acondicionadores de aire.
	Ventiladores impelentes y de enchufe son similares a ventiladores cubiertos de aletas aerodinámicas curvadas hacia atrás, pero generalmente son menos eficientes debido a la conversión ineficiente de energía cinética en la descarga de corriente de aire. Son más susceptibles a la degradación de rendimiento causado por mala instalación.	Ventiladores impelentes y de enchufe son utilizados en una variedad de aplicaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) como transportadores de aire, especialmente donde arreglos de accionamiento directo son deseables. Otras ventajas de estos ventiladores son la configuración de descarga, flexibilidad y potencial para unidades más pequeñas.
	Velocidad de circulación alta, pero capacidades de presión muy bajas. La eficiencia máxima alcanzada cerca de descarga gratis. Descarga de patrón circular y remolinos de corriente de aire.	Para aplicaciones de baja presión, movimiento de aire de alto volumen, como circulación de aire en un espacio o ventilación a través de una pared sin tuberías. Utilizado para recuperar aplicaciones de aire.
	Velocidad de circulación alta, capacidades de presión media. La curva de presión se inclina hacia la izquierda de la presión de pico. Evite operar el ventilador en esta región. Descarga de patrón circular rota o arremolina.	Aplicaciones de baja y media presión para conductos de calefacción, refrigeración y aire acondicionado (HVAC) donde la distribución del aire corriente abajo no es crítica. Utilizado en aplicaciones industriales como hornos de secado, pintar cabinas y escapes de humos.
	Características de alta presión con capacidades de flujo de medio volumen. La curva de presión se inclina hacia la izquierda de la presión de pico. Evite operar el ventilador en esta región. Las aletas guiadoras corrigen el movimiento circular impartido por el impulsor y mejora las características de presión y eficiencia del ventilador.	El sistema general de calefacción, refrigeración y aire acondicionado (HVAC) en aplicaciones de presión baja, media y alta donde flujo recto e instalación compacta son requeridos. Tiene buena distribución del aire aguas abajo. Tiene en aplicaciones industriales en lugar de ventiladores tubo axial. Ventiladores más compactos que centrífugos para el mismo servicio.
	Característica de curva de presión entre ventiladores axiales y ventiladores centrífugos. Presión más alta que ventiladores axiales y flujo de volumen más alto que ventiladores centrífugos.	Aplicaciones similares de calefacción, refrigeración y aire acondicionado (HVAC) a ventiladores centrífugos o en aplicaciones donde un ventilador axial no puede generar suficiente aumento de presión.
	Similar a ventiladores curvados hacia adelante. La potencia aumenta continuamente para descarga gratis, lo cual es una característica de sobrecarga. Diferente a todos los otros ventiladores, las curvas de rendimiento incluyen las características del motor. Eficiencia más baja de cualquier tipo de ventilador.	Sistemas de baja presión de calefacción, refrigeración y aire acondicionado (HVAC), como calentadores de ventilador, rellenos de chimenea, enfriador electrónico y cortinas de aire.
	Rendimiento similar a ventilador curvado hacia atrás, excepto que capacidad y presión son bajas. Eficiencia más baja que el ventilador curvado hacia atrás porque el aire gira a 90°. La curva de rendimiento de algunos diseños es similar al ventilador de flujo axial y se inclina hacia la izquierda de la presión de pico.	Principalmente para presión baja, sistemas de aire de retorno en aplicaciones de calefacción, refrigeración y aire acondicionado (HVAC). Tiene flujo recto.
	Usualmente operado sin tuberías; por consiguiente opera a presión muy baja y volumen alto.	Unidades centrífugas son de alguna manera más silenciosos que las unidades de flujo axial. Sistemas de evacuación de baja presión, como factoría general, cocina, bodega y algunas instalaciones comerciales. Bajo costo inicial y costo de operación bajo da una ventaja sobre sistemas de evacuación de flujo de gravedad.
	Usualmente operado sin tuberías; por consiguiente opera a presión muy baja y volumen alto	Sistemas de evacuación de baja presión, como factoría general, cocina, bodega y algunas instalaciones comerciales. Bajo costo inicial y costo de operación bajo da una ventaja sobre sistemas de evacuación de flujo de gravedad.

*Estas curvas de rendimiento reflejan las características generales de varios ventiladores como es aplicado comúnmente. No están destinados para proporcionar criterios de selección completo, porque otros parámetros como diámetro y velocidad no son definidos.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Efectos del Sistema de Ventilación

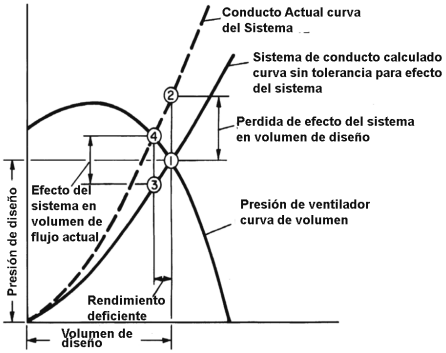


Figura 1.4 Ventilador Deficiente/Rendimiento del Sistema

La Figura 1.4 ilustra ventilador deficiente/rendimiento del sistema. Las pérdidas de presión del sistema han sido determinadas con precisión y un ventilador ha sido seleccionado para operación en el punto 1. Sin embargo, ninguna concesión ha sido hecha para efectos de conexiones del sistema al ventilador o rendimiento del ventilador. Para compensar, un efecto al sistema del ventilador debe ser agregado a las pérdidas de presión del sistema calculadas para determinar la curva del sistema actual. El punto de intersección entre la curva de rendimiento de ventilador y curva del sistema actual es punto 4. El volumen del flujo actual es, por consiguiente, deficiente por la diferencia de 1 a 4. Para lograr el volumen de flujo de diseño, una pérdida de presión del sistema de ventilación igual a la diferencia de presión entre los puntos 1 y 2 debe ser agregada a las pérdidas de presión del sistema calculadas y el ventilador debe ser seleccionado para operar en el punto 2.

Para rendimiento nominal, el aire debe entrar al ventilador uniformemente sobre el área de entrada en una dirección axial sin pre-rotación.

Ventiladores sin impelentes y armarios o próximos a paredes deben estar localizados de tal forma que el aire pueda fluir sin obstrucción en las entradas.

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

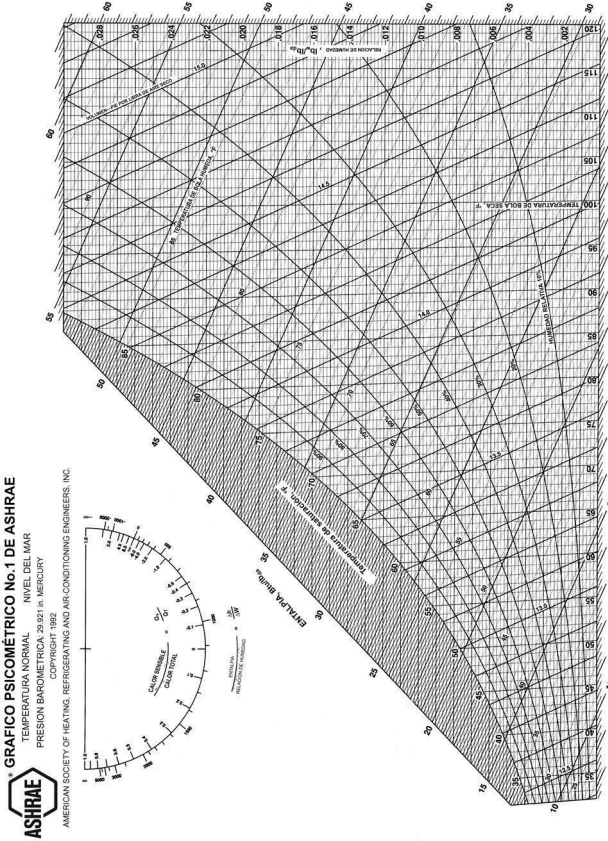


Figura 1.5 (I-P) Carta Psicométrica para Temperatura Normal, Nivel del Mar [2013F, Ch 1, Fig. 1]

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

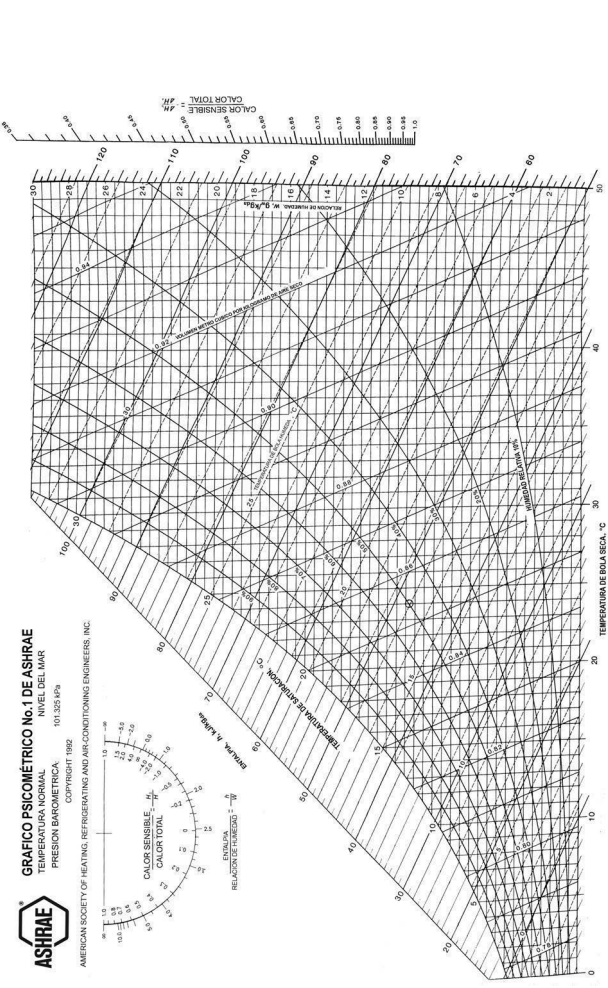
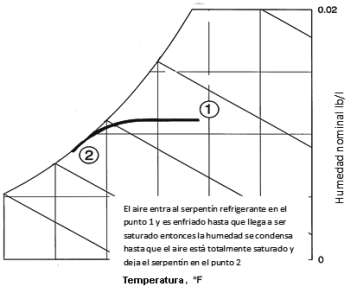


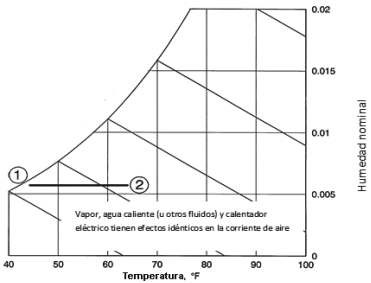
Figura 1.5 (SI) Carta Psicométrica para Temperatura Normal, Nivel del Mar [2013F, Ch 1, Fig. 1]

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

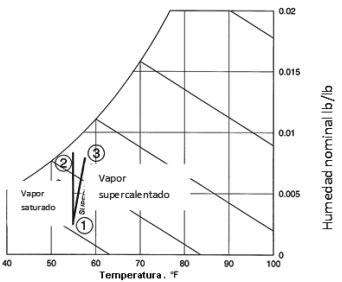
Procesos de Aire Acondicionado



Expansión directa o agua refrigerada enfriamiento deshumidificación

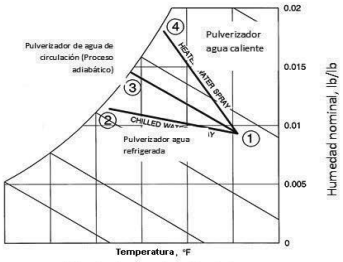


Vapor, agua caliente y calefacción electrica

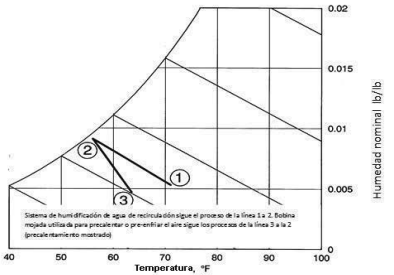


Humidificador de vapor

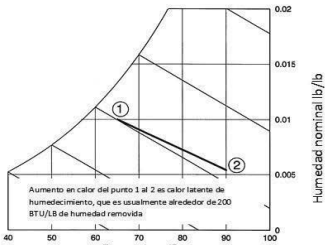
Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.



Pulverizador agua de enfriamiento

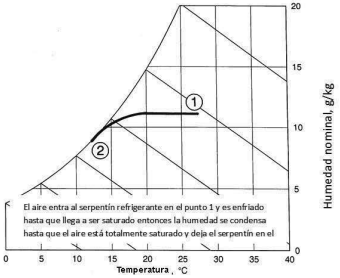


Humidificación

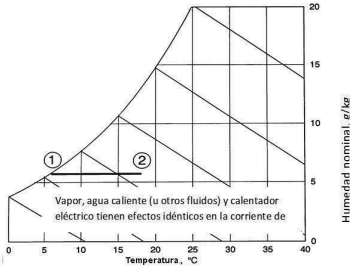


Deshumidificador Quimico

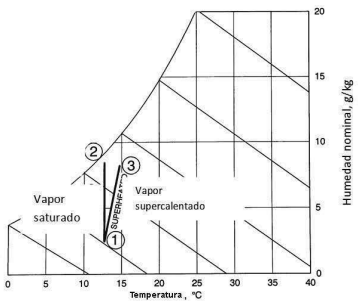
Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.



Expansión directa o agua refrigerada enfriamiento deshumidificación

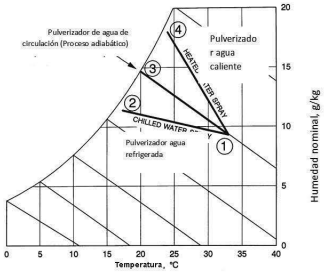


Vapor, agua caliente y calefacción electrica

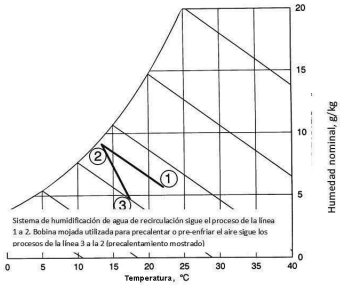


Humidificador de vapor

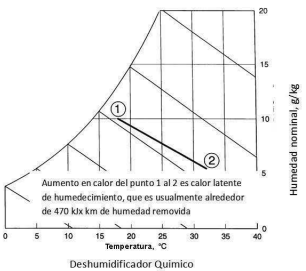
Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.



Pulverizador agua de enfriamiento



Humidificación



Deshumidificador Químico

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.

Tabla 1.12 (I-P) Entalpia de Aire Húmedo en Presión Atmosférica Estándar, 14.696 psia [2013F, Ch 1, Tbl 2, Abreviada]

Temp.,°F	Entalpia, Btu/lb$_{da}$	Temp.,°F	Entalpia, Btu/lb$_{da}$
–80	–19.213	79	42.634
–70	–16.804	80	43.701
–60	–14.390	81	44.794
–50	–11.966	82	45.914
–40	–9.524	83	47.062
–30	– 7.052	84	48.239
–20	–4.527	85	49.445
–15	–3.234	86	50.682
–10	–1.915	87	51.950
–5	–0.561	88	53.250
0	0.835	89	54.584
5	2.286	90	55.952
10	3.803	91	57.355
15	5.403	92	58.795
20	7.106	93	60.272
25	8.934	94	61.787
30	10.916	95	63.343
35	13.009	96	64.039
40	15.232	97	66.578
45	17.653	98	68.260
50	20.306	99	69.987
55	23.229	100	71.761
60	26.467	110	92.386
65	30.070	120	119.615
70	34.097	130	156.077
71	34.959	140	205.828
72	35.841	150	275.493
73	36.744	160	376.736
74	37.668	170	532.269
75	38.015	180	793.142
76	39.584	190	1303.297
77	40.576	200	2688.145
78	41.593		

Translated by permission. Translation by ATEAAR. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation.
To purchase the English language edition, contact ASHRAE.