

Norma AMCA 205-10

Clasificación de eficiencia
energética para ventiladores



**AIR MOVEMENT AND CONTROL
ASSOCIATION INTERNATIONAL, INC.**

La Autoridad Internacional en Componentes de Sistemas de Aire

Clasificación de eficiencia energética para ventiladores



Publicaciones AMCA

Autoridad La Norma Internacional 205 AMCA fue aprobada por los miembros de Air Movement and Control Association International, Inc. el 19 de febrero de 2010.

Se emitió una fe de erratas el 4 de marzo de 2010, y se incorporó en el documento el 9 de marzo de 2010 para abordar las correcciones editoriales. Las correcciones se pueden consultar en la sección fe de erratas al final de este documento.

Copyright © 2010 por Air Movement and Control Association International, Inc.

Todos los derechos reservados. Está prohibida la reproducción o traducción de cualquier parte de este trabajo más allá de lo permitido por los Apartados 107 y 108 de la Ley de Derechos de Autor de los Estados Unidos sin el permiso del propietario de los derechos de autor. Las solicitudes de permiso o de información complementaria deberían ser enviadas a la atención del Executive Director, Air Movement and Control Association International, Inc. a 30 West University Drive, Arlington Heights, IL 60004-1893 U.S.A.

Observaciones Air Movement and Control Association International, Inc. tendrá en consideración y decidirá todas las reclamaciones por escrito en relación con sus normas, programas de certificación, o interpretaciones de los mismos. Para obtener información sobre los procedimientos para presentar y atender reclamaciones, dirijase por escrito a:

Air Movement and Control Association International
30 West University Drive
Arlington Heights, IL 60004-1893 U.S.A.

AMCA International, Incorporated
c/o Federation of Environmental Trade Associations
2 Waltham Court, Milley Lane, Hare Hatch
Reading, Berkshire, United Kingdom
RG10 9TH

Exención de responsabilidad AMCA hace todo lo posible para producir normas para el beneficio de la industria y del público a la vista de la información disponible y las prácticas aceptadas de la industria. Sin embargo, AMCA no garantiza, certifica ni asegura la seguridad ni rendimiento de ningún producto, componente ni sistema probados, diseñados, instalados y operados conforme a las normas AMCA ni que las pruebas realizadas bajo sus normas no serán peligrosas ni estarán libres de riesgo.

Comité de revisión

Franco Cincotti, Presidencia	Comefri USA Inc.
Thomas Bader	Ziehl-Abegg, Inc.
Guido Banzi	Maico Italia S.p.A
Mike Brendel	Lau Industries, Inc.
Tony Breen	Nuaire Ltd.
Dario Brivio	Nicotra Gebhardt S.p.A
John Cermak	Acme Engineering and Manufacturing Corp.
W.T.W. (Bill) Cory	Cory Consultancy
Pierangelo Dela Mora	Comefri S.p.A
Matt Gaedtke	Greenheck Fan Corp.
Rad Ganesh	Twin City Fan Companies, Ltd.
Maszlan Abdul Ghafer	Mecomb Singapore, Ltd.
Sra. S.L. Goh	AFMA Technologies
Alain Guedel	CETIAT
Tom Gustafason	Hartzell Fan, Inc.
Oh-yong Kwon	MPI
Bong-soo Lee	MPI
Geoff Lockwood	ebm-papst
Mikael Lönnberg	Systemair AB
John Murphy	JOGRAM, Inc.
Ralf Neumeier	Ziehl-Abegg, Inc.
Kim Osborn	Governair Corp.
Brian Reynolds	Trane
Tan Tin Tin	AFMA Technologies
Soon Kok Wee	Mecomb Singapore, Ltd.
Tarek Yacout	Hammam Industries & Co.
Joe Brooks	AMCA International, Inc.
Mark Stevens	AMCA International, Inc.

Índice

1. Alcance	1
2. Referencias normativas	1
3. Definiciones / Símbolos	1
3.1 Definiciones	1
3.2 Símbolos	3
4. General	3
4.1 Uso de las categorías de instalación	3
4.2 Cálculos de eficiencia energética para ventiladores	3
5. Clasificaciones de eficiencia para ventiladores	3
5.1 General	3
5.2 Clasificación de eficiencia de los ventiladores FEG	5
5.3 Clasificación de eficiencia general de los ventiladores FMEG	5
6. Uso de los rangos de eficiencia de los ventiladores en códigos y especificaciones	5
Anexo A. Rangos de eficiencia energética para ventilador sin mecanismos (Normativo)	8
Anexo B. Cálculo del consumo anual de energía (Normativo)	12
Anexo C. Intervalo de eficiencia de los ventiladores para la selección del ventilador en el sistema (Normativo)	13
Fe de erratas	14

Clasificación de eficiencia energética para ventiladores

1. Alcance

Esta norma define la clasificación para todos los tipos de ventiladores diseñados para ser impulsados por motores con potencial nominal de 125 W (1/6 hp) y superior. Los ventiladores pueden ir desde el solo ventilador a la producción de series de ventiladores fabricados en grandes cantidades. Esta norma se aplica a los ventiladores y no al sistema del ventilador. Esta norma excluye clasificación para ventiladores de circulación.

Esta norma puede ser utilizada también por los órganos legislativos o normativos para definir los requisitos de eficiencia energética de los ventiladores utilizados en aplicaciones específicas.

2. Referencias normativas

Los siguientes documentos referenciados se utilizarán para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente se aplica la edición citada. Para referencias no fechadas, se aplica la última edición del documento referenciado (incluyendo cualquier corrección).

Norma ANSI/AMCA 210-07

Métodos de laboratorio para pruebas de ventiladores para la clasificación del rendimiento aerodinámico certificado

Norma AMCA 99

Manual de normas

IEEE 112-2004

Procedimiento de prueba estándar para generadores y motores de inducción polifásica

IEEE 114-2001

Procedimiento de prueba estándar para motores de inducción monofásicos

ISO 5801:2007

Ventiladores industriales - Prueba de rendimiento utilizando vías aéreas estandarizadas

ISO/DIS 12759

Ventiladores - Clasificación de eficiencia para ventiladores

ISO 13348:2007

Ventiladores industriales - Presentación de datos técnicos, tolerancias y métodos de conversión

ISO 13349:2008

Ventiladores industriales - Vocabulario y definiciones de categorías

3. Definiciones / Símbolos

Para el propósito de esta norma, se aplican las definiciones, unidades de medida y símbolos de esta sección.

3.1 Definiciones

3.1.1 Ventilador

Máquina rotativa que imparte energía a una corriente de aire y por medio de uno o más rotores equipados con aspas mantienen un caudal casi continuo con un incremento de presión del ventilador que normalmente no supera los 30 kPa (120 in. wg).

Nota: El límite de presión corresponde aproximadamente a un trabajo específico del ventilador de 25 kJ/kg.

3.1.2 Tamaño del ventilador

El diámetro de diseño del rotor.

3.1.3 Mecanismos del ventilador (transmisión, sistema motor/control)

Cualquier dispositivo utilizado para impulsar el ventilador incluyendo el motor, la transmisión mecánica (por ejemplo, transmisión por correa, acoplamiento, etc.), el sistema motor/control (por ejemplo, variador de frecuencia, conmutador electrónico, etc.).

3.1.4 Ventilador sin motor

Ventilador con su rotor fijado al eje del ventilador sostenido por cojinetes. Ver Figura 1.

3.1.5 Ventilador con motor

Un ventilador con motor. Ver Figura 2.

3.1.6 Aire

Término utilizado para abreviar "aire u otro gas".

3.1.7 Aire estándar

El aire con una densidad de 1,200 kg/m³ (0,075 lbf/ft³).

3.1.8 Presiones del ventilador

3.1.8.1 Presión (total) del ventilador, P_t

Diferencia entre las presiones de remanso en la salida del ventilador y en la entrada del ventilador.

Nota: Para flujo no compresible (ver ISO 5801, Sección 14.5.1), la presión (total) del ventilador es igual a la diferencia de las presiones totales entre la salida del ventilador y la entrada del ventilador.

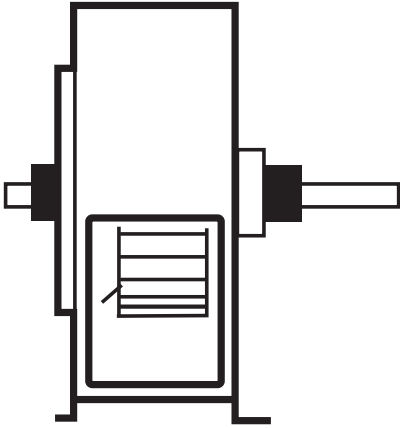
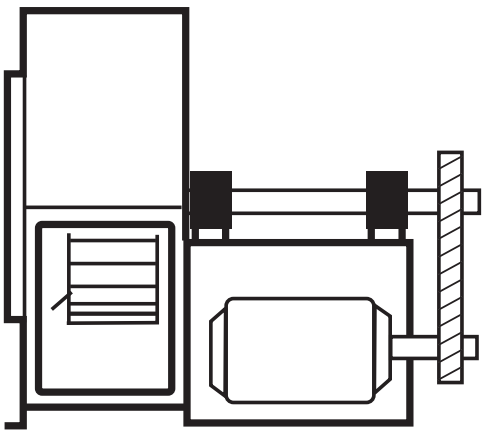
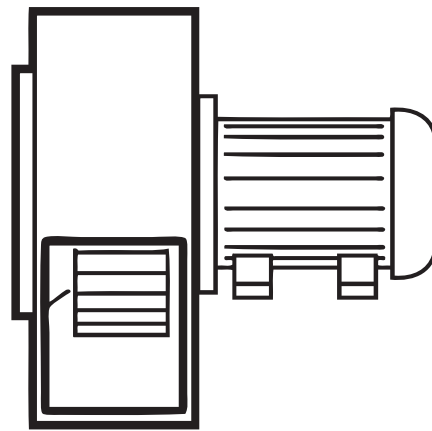


Figura 1
Ventilador sin motor



2a



2b

Figura 2
Ventilador con motor

3.1.8.2 Presión de velocidad del ventilador, P_v

Presión calculada con la velocidad del aire media y la densidad del aire en la salida del ventilador.

Nota:

1. La presión de velocidad del ventilador también se puede llamar presión dinámica del ventilador.
2. Para ventiladores soplantes y ventiladores insertables la salida se define como la superficie entre los diámetros exteriores del aro y la placa posterior.

3.1.8.3 Presión estática del ventilador, P_s

Diferencia entre la presión (total) del ventilador y la presión dinámica del ventilador.

3.1.9 Potencia del aire del ventilador, H_o

Potencia de salida del ventilador, que es el producto del caudal de aire de la entrada, la presión (total) del ventilador y el coeficiente de compresibilidad.

Nota: Para flujo no compresible, el coeficiente de compresibilidad es igual a 1.

3.1.10 Potencia del eje del ventilador, H_{sh}

Potencia mecánica suministrada al eje del ventilador.

Nota: La pérdida de potencia en los cojinetes del eje del ventilador se considera como pérdida interna del ventilador.

3.1.11 Potencia del rotor del ventilador, H_i

Potencia de salida del motor suministrada al rotor de un ventilador accionado directamente estando el rotor fijado al eje del motor.

3.1.12 Potencia de entrada eléctrica del sistema motor/control, H_{dc}

La potencia suministrada por la red eléctrica o sistema de suministro de energía equivalente a un sistema motor/control.

3.1.13 Eficiencia máxima del ventilador, η_{pk}

Eficiencia del ventilador (total) máxima estando fijadas la velocidad del ventilador y la densidad del aire.

Nota: La eficiencia máxima también se puede denominar rendimiento óptimo.

3.1.14 Rangos de eficiencia de ventiladores

3.1.14.1 Rango de eficiencia de ventiladores, FEG

El rango de eficiencia de un ventilador sin considerar los mecanismos.

3.1.14.2 El rango de eficiencia del motor de ventiladores, FMEG

El rango de eficiencia de un ventilador considerando los mecanismos.

3.2 Símbolos

Ver Tabla 1.

4. General

4.1 Uso de las categorías de instalación

La categoría de aplicación de ensayo del ventilador (configuración de ensayo) puede tener influencia en la determinación de la eficiencia máxima. La categoría distingue la distribución de los conductos a la entrada y salida del ventilador (ver Tabla 2).

4.2 Cálculos eficiencia energética para ventiladores

Para los fines de esta norma la eficiencia energética del ventilador se calcula a partir de las fórmulas siguientes.

4.2.1 Eficiencia del ventilador de un ventilador sin mecanismos

$$\eta_{sh} = \frac{H_o}{H_{sh}}$$

4.2.2 Eficiencia del ventilador de un ventilador accionado directamente sin consideración de los mecanismos

$$\eta_i = \frac{H_o}{H_i}$$

4.2.3 Eficiencia general del ventilador de un ventilador considerando los mecanismos

$$\eta_{dc} = \frac{H_o}{H_{dc}}$$

5. Clasificaciones de eficiencia de ventiladores

5.1 General

Los ventiladores se pueden clasificar por su eficiencia de ventiladores utilizando Calificaciones de eficiencia de ventiladores (FEG), o por la eficiencia general de una combinación específica de un ventilador y un mecanismo utilizando Calificación de eficiencia del motor de ventiladores (FMEG). Las clasificaciones FEG y FMEG son independientes y tienen mediciones distintas, cada una con finalidades diferentes.

FEG es un indicador de la capacidad aerodinámica del ventilador de convertir la potencia del eje, o la potencia del propulsor en el caso de un ventilador accionado directamente, en potencia de aire. FEG será más útil en la evaluación de la calidad aerodinámica del ventilador y será la única medida útil cuando el ventilador se evalúa independientemente del motor/control. FMEG refleja la capacidad de convertir la energía eléctrica en energía eólica para una combinación específica del ventilador y los componentes del mecanismo, que pueden incluir un sistema motor/control.

Tabla 1
Símbolos y subíndices

Símbolo	Descripción	Unidad SI	Unidad I-P
D	Diámetro rotor	mm	pulg.
D_0	Diámetro del rotor para una medida de ventilador base	mm	pulg.
$E_{\text{año}}$	Consumo energía anual	kWh	kWh
H_o	Potencia eólica del ventilador	W	hp
H_{dc}	Potencia de entrada eléctrica sistema motor/control	W	hp
H_i	Potencia rotor ventilador	W	hp
H_{sh}	Potencia eje ventilador	W	hp
P_t	Presión (total) ventilador	Pa	in. wg
P_s	Presión estática ventilador	Pa	in. wg
P_v	Presión dinámica del ventilador	Pa	in. wg
η_D^{FEG85}	Valor de eficiencia para un tamaño de ventilador dado	%	%
η_{D0}	Valor de eficiencia para un tamaño de ventilador base	%	%
η_{dc}	Eficiencia general de un ventilador con mecanismos	adimensional o %	
η_i	Eficiencia de ventiladores accionados directamente sin mecanismos	adimensional o %	
η_{pk}	Eficiencia máxima del ventilador	adimensional o %	
η_{sh}	Eficiencia de ventiladores sin mecanismos	adimensional o %	
η_t	Eficiencia (total) del ventilador	adimensional o %	

Tabla 2
Categorías (ensayo) de aplicación para ventiladores

Categoría	Configuración de conductos
A	Sin conductos fijados a la entrada o salida del ventilador
B	Sin conducto fijado a la entrada del ventilador; conducto fijado a la salida del ventilador
C	Conducto fijado a la entrada del ventilador; sin conducto fijado a la salida del ventilador
D	Conductos fijados a la entrada y salida del ventilador

Mientras que la eficiencia del ventilador es una función del punto de funcionamiento en la curva de rendimiento del ventilador, las clasificaciones de eficiencia se basan en la eficiencia máxima (óptima). La clasificación de eficiencia es la característica que define la calidad de uso de energía de un ventilador e indica el potencial para minimizar el uso de energía del ventilador.

Diferentes categorías (configuraciones de ensayos) de aplicación (ensayo) pueden producir eficiencias máximas diferentes. Si un ventilador se puede utilizar en más de una de las categorías se puede utilizar para la clasificación la eficiencia máxima mayor de todas ellas. La categoría de aplicación de prueba utilizada para la determinación de la eficiencia máxima será indicada con la calificación de clasificación.

Bajo ninguna circunstancia serán utilizados FEG y FMEG para evaluar el rendimiento del ventilador.

5.2 Clasificación de la eficiencia de los ventiladores FEG

Esta clasificación se basa en la eficiencia total (óptima) máxima del ventilador para una velocidad dada del ventilador, tamaño de ventilador y categoría (ensayo) de aplicación (configuración de ensayo). Para la finalidad de la clasificación energética la eficiencia máxima puede ser determinada a una velocidad no superior que la velocidad de diseño máxima del ventilador. En el caso de ventiladores de geometría variable, es aconsejable que la clasificación de eficiencia del ventilador sea determinada en el ángulo de las aspas físicamente alcanzable que produce la eficiencia máxima. La relación entre FEG y las medidas de ventilador se muestra en las Figuras 3a y 3b.

Un ventilador pertenece a una calificación FEG si, para el diámetro del rotor del ventilador, la eficiencia máxima del ventilador es igual o inferior al límite superior de la calificación de eficiencia calculado y superior al límite inferior de la calificación de eficiencia calculado para la calificación (ver Tabla A.1a y Tabla A.1b en Anexo A). La calificación FEG para una medida de ventilador dado y la eficacia máxima se pueden calcular utilizando las fórmulas indicadas en el Anexo A.

Por ejemplo, un ventilador con un diámetro de rotor de 500 mm, a una velocidad de 1800 rpm, en la clasificación de aplicación C tiene una eficiencia máxima del 79%. El ventilador está adscrito a FEG85 porque para el diámetro del rotor del ventilador la eficiencia del ventilador está por debajo del límite de eficiencia superior de la clasificación del 81,5% y superior al límite inferior de eficiencia de la clasificación del 76,9%.

Cuando el ventilador ha sido probado conjuntamente con el motor, la potencia del eje será determinada midiendo la energía eléctrica de entrada y la eficiencia del motor, que debe ser determinada mediante calibración según IEEE 112-2004 o IEEE 114-2001.

No es aceptable la estimación mediante por otros métodos (por ejemplo, utilizando porcentajes de amperaje hasta el amperaje a carga completa).

5.3 Clasificación de la eficiencia general de los ventiladores FMEG

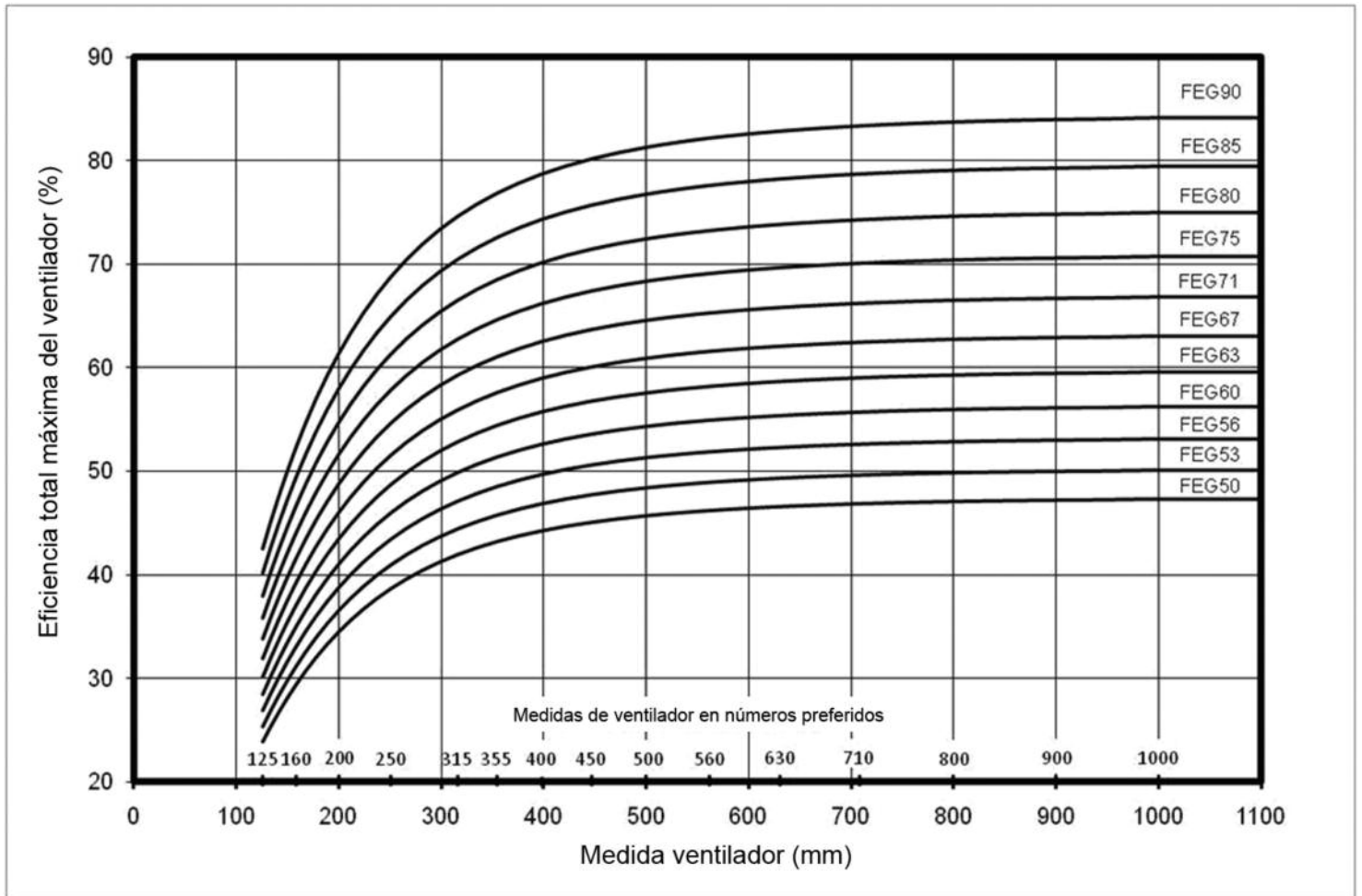
Esta clasificación se basa en la eficiencia (óptima) máxima del aparato ventilador con la combinación específica del ventilador y su sistema motor/control a una velocidad de ventilador no superior a la velocidad que limita con el funcionamiento seguro del ventilador, potencia de entrada del mecanismo, tipo de ventilador y categoría (prueba) de aplicación (configuración prueba). Para obtener más información, consulte ISO/DIS 12759.

La clasificación FMEG representa la eficiencia del ventilador general para una combinación específica del ventilador y de los componentes del motor. En muchos casos, el FMEG presentado puede haber estado basado en un cálculo que utilizó las eficiencias previstas de los componentes, puesto que la prueba real puede no ser práctica o posible. Debido a esto, se debe ser precavido cuando se comparan varios ventiladores utilizando el FMEG.

El FMEG puede ser determinado para un conjunto ventilador con una combinación específica de mecanismos/controles, solamente si los valores de la potencia eólica del ventilador, H_o , y la potencia eléctrica de entrada del sistema motor/control, H_{dc} , son todas conocidas para los mismos puntos de trabajo.

6. Uso de las calificaciones de eficiencia de los ventiladores en códigos y especificaciones

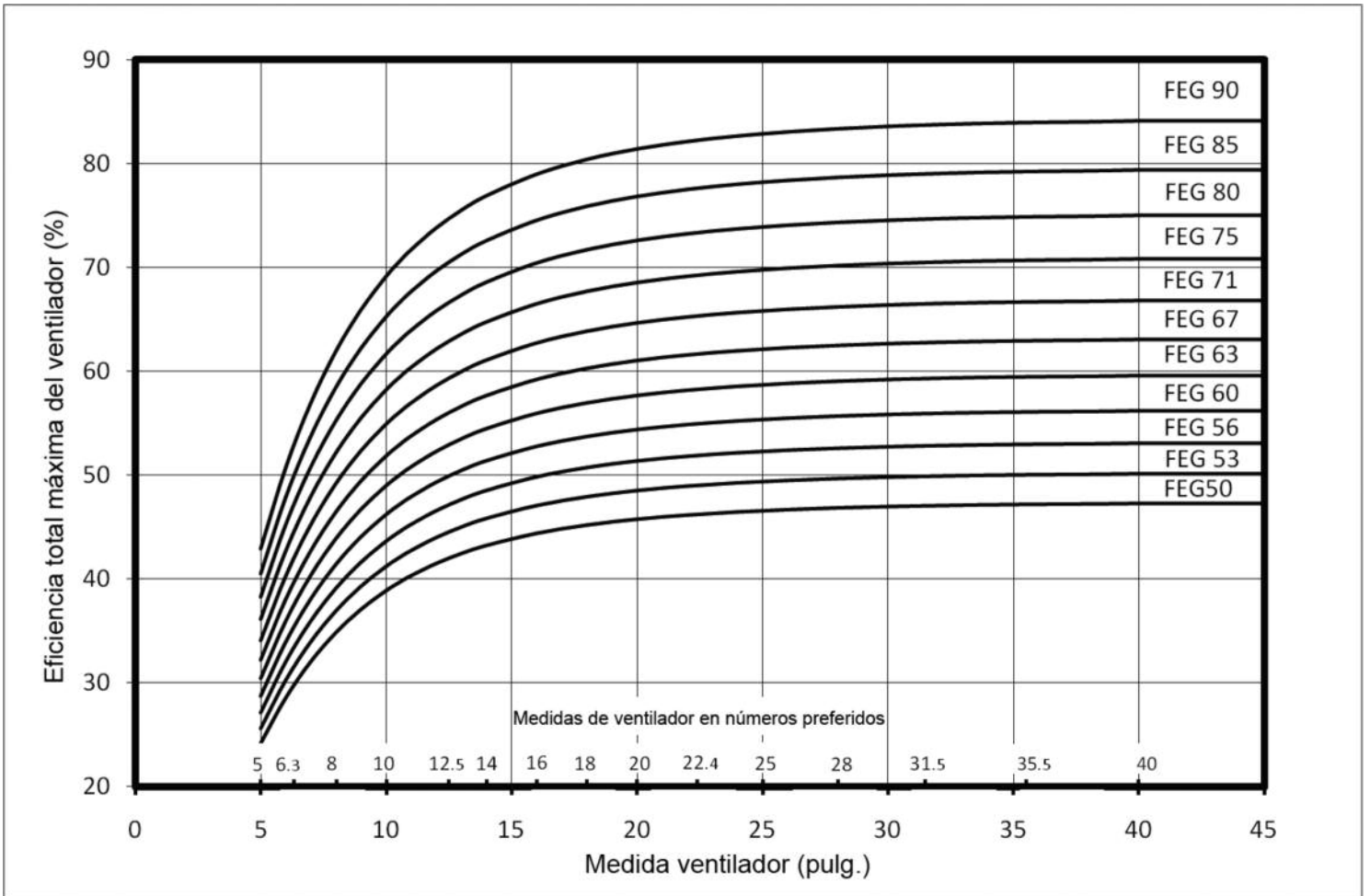
La especificación de los FEG mínimos se debería limitar a aquellas aplicaciones de ventiladores con un consumo de potencia anual superior a 1000 kWh. El cálculo de consumo de potencia anual se explica en el Anexo B. Además, cualquier especificación incluirá un requisito de que la eficiencia total en todos lo(s) punto(s) previsto(s) de funcionamiento estará en 10 puntos del valor máximo del ventilador seleccionado. La restricción impuesta por esta limitación se explica en el Anexo C.



Notas:

1. La medida del ventilador es el diámetro del rotor en mm.
2. Se calculará la eficiencia máxima del ventilador a partir de la presión (total) del ventilador.
3. Si este método se utiliza para un ventilador accionado directamente, la eficiencia del ventilador es la eficiencia del rotor.
4. La etiqueta FEG para un tamaño de ventilador dado se asigna cuando la eficiencia máxima del ventilador es igual o inferior a la eficiencia en el límite superior de la calificación y superior que la eficiencia en el límite superior de la calificación inferior siguiente para el tamaño del ventilador.
5. Para cualquier tamaño de ventilador superior a 1016 mm, los valores de los límites superiores de la calificación son los mismos que para el tamaño de 1016 mm.
6. No se contemplan etiquetas para los ventiladores con la eficiencia total máxima del ventilador por debajo de FEG50.
7. Se calculan los valores de las eficiencias para tamaños de ventiladores en las Series R40 preferentemente.
8. No se muestran todas las medidas de ventilador en los números preferidos.

Figura 3a
Calificaciones de eficiencia de ventiladores (FEG) para ventiladores sin mecanismos (SI)



Notas:

1. La medida del ventilador es el diámetro del rotor en pulgadas.
2. Se calculará la eficiencia máxima del ventilador a partir de la presión (total) del ventilador.
3. Si este método se utiliza para un ventilador accionado directamente, la eficiencia del ventilador es la eficiencia del rotor.
4. La etiqueta FEG para un tamaño de ventilador dado se asigna cuando la eficiencia máxima del ventilador es igual o inferior a la eficiencia en el límite superior de la calificación y superior que la eficiencia en el límite superior de la calificación de la calificación inferior siguiente para el tamaño del ventilador.
5. Para cualquier tamaño de ventilador superior a 40 pulg., los valores de los límites superiores de la calificación son los mismos que para el tamaño de 40 pulg.
6. No se contemplan etiquetas para los ventiladores con la eficiencia total máxima del ventilador por debajo de FEG50.
7. Se calculan los valores de las eficiencias para tamaños de ventiladores en las Series R40 preferentemente.
8. No se muestran todas los tamaños de ventilador en los números preferidos.

Figura 3b
Calificaciones de eficiencia de ventiladores (FEG) para ventiladores sin mecanismos (I-P)

Anexo A

Calificaciones de eficiencia energética para ventilador sin mecanismos (Normativo)

Las calificaciones de eficiencia incremental para ventiladores sin mecanismos se facilitan en la Tabla A.1a y A.1b. En las notas debajo de la tabla se facilita una explicación sobre cómo determinar la Calificación de eficiencia de ventiladores (FEG).

Tabla A.1a

Calificaciones de eficiencia de ventiladores (FEG) para ventiladores sin mecanismos (SI)

Etiqueta FEG	Eficiencia total máxima del ventilador (%)																		
	Medida ventilador (mm)																		
	125	132	140	150	160	170	180	190	200	212	224	236	250	265	280	300	315	335	355
FEG90	Eficiencia total máxima del ventilador por encima del nivel FEG85																		
FEG85	42.5	44.8	47.2	50.1	52.7	55.2	57.4	59.4	61.3	63.3	65.2	66.9	68.6	70.3	71.8	73.5	74.6	75.9	77.0
FEG80	40.1	42.3	44.6	47.3	49.8	52.1	54.2	56.1	57.9	59.8	61.6	63.1	64.8	66.4	67.8	69.4	70.4	71.7	72.7
FEG75	37.8	39.9	42.1	44.7	47.0	49.2	51.1	53.0	54.6	56.5	58.1	59.6	61.2	62.7	64.0	65.5	66.5	67.6	68.6
FEG71	35.7	37.7	39.8	42.2	44.4	46.4	48.3	50.0	51.6	53.3	54.9	56.3	57.8	59.2	60.4	61.8	62.8	63.9	64.8
FEG67	33.7	35.6	37.5	39.8	41.9	43.8	45.6	47.2	48.7	50.3	51.8	53.1	54.5	55.9	57.0	58.4	59.3	60.3	61.2
FEG63	31.8	33.6	35.4	37.6	39.5	41.4	43.0	44.6	46.0	47.5	48.9	50.2	51.5	52.7	53.8	55.1	55.9	56.9	57.7
FEG60	30.1	31.7	33.4	35.5	37.3	39.0	40.6	42.1	43.4	44.8	46.2	47.3	48.6	49.8	50.8	52.0	52.8	53.7	54.5
FEG56	28.4	29.9	31.6	33.5	35.2	36.9	38.3	39.7	41.0	42.3	43.6	44.7	45.9	47.0	48.0	49.1	49.9	50.7	51.5
FEG53	26.8	28.2	29.8	31.6	33.3	34.8	36.2	37.5	38.7	40.0	41.1	42.2	43.3	44.4	45.3	46.4	47.1	47.9	48.6
FEG50	25.3	26.7	28.1	29.8	31.4	32.9	34.2	35.4	36.5	37.7	38.8	39.8	40.9	41.9	42.8	43.8	44.4	45.2	45.9
	23.9	25.2	26.6	28.2	29.7	31.0	32.3	33.4	34.5	35.6	36.7	37.6	38.6	39.5	40.4	41.3	42.0	42.7	43.3

Etiqueta FEG	Eficiencia total máxima del ventilador (%)																		
	Medida ventilador (mm)																		
	355	375	400	425	450	475	500	530	560	600	630	670	710	750	800	850	900	950	1016
FEG90	Eficiencia total máxima del ventilador por encima del nivel FEG85																		
FEG85	77.0	77.9	78.9	79.7	80.4	81.0	81.5	81.9	82.3	82.7	83.0	83.3	83.5	83.7	83.8	84.0	84.1	84.1	84.1
FEG80	72.7	73.6	74.5	75.3	75.9	76.5	76.9	77.4	77.7	78.1	78.4	78.6	78.8	79.0	79.1	79.3	79.3	79.4	79.4
FEG75	68.6	69.5	70.3	71.1	71.7	72.2	72.6	73.0	73.4	73.8	74.0	74.2	74.4	74.6	74.7	74.8	74.9	75.0	75.0
FEG71	64.8	65.6	66.4	67.1	67.7	68.1	68.5	68.9	69.3	69.6	69.8	70.1	70.3	70.4	70.5	70.6	70.7	70.8	70.8
FEG67	61.2	61.9	62.7	63.3	63.9	64.3	64.7	65.1	65.4	65.7	65.9	66.1	66.3	66.5	66.6	66.7	66.8	66.8	66.8
FEG63	57.7	58.4	59.2	59.8	60.3	60.7	61.1	61.4	61.7	62.1	62.2	62.4	62.6	62.7	62.9	63.0	63.0	63.1	63.1
FEG60	54.5	55.2	55.9	56.5	56.9	57.3	57.7	58.0	58.3	58.6	58.8	59.0	59.1	59.2	59.4	59.4	59.5	59.5	59.6
FEG56	51.5	52.1	52.8	53.3	53.8	54.1	54.5	54.8	55.0	55.3	55.5	55.7	55.8	55.9	56.0	56.1	56.2	56.2	56.2
FEG53	48.6	49.2	49.8	50.3	50.7	51.1	51.4	51.7	51.9	52.2	52.4	52.5	52.7	52.8	52.9	53.0	53.0	53.1	53.1
FEG50	45.9	46.4	47.0	47.5	47.9	48.2	48.5	48.8	49.0	49.3	49.4	49.6	49.7	49.8	49.9	50.0	50.1	50.1	50.1
	43.3	43.8	44.4	44.8	45.2	45.5	45.8	46.1	46.3	46.5	46.7	46.8	47.0	47.0	47.1	47.2	47.3	47.3	47.3

Notas:

1. La medida del ventilador es el diámetro del rotor en mm.
2. Se calculará la eficiencia del ventilador máxima a partir de la presión (total) del ventilador.
3. Si este método se utiliza para un ventilador accionado directamente, la eficiencia del ventilador es la eficiencia del rotor.
4. La etiqueta FEG para un tamaño de ventilador dado se asigna cuando la eficiencia máxima del ventilador es igual o inferior al valor de la eficiencia en la fila para esa etiqueta y superior al valor de la eficiencia en la fila de la etiqueta un nivel abajo.
5. Para los tamaños superiores a 1016 mm, se aplicarán los valores en la columna para el tamaño de 1016 mm.
6. No se contemplan etiquetas para ventiladores con eficiencia total máxima del ventilador por debajo de FEG50.
7. Los tamaños de ventiladores en negrita están en las Series R20 de números preferidos.
8. Se calculan los valores de las eficiencias para tamaños de ventiladores en los números preferidos en las Series R40.

Tabla A.1b

Calificaciones de eficiencia de ventiladores (FEG) para ventiladores sin mecanismos (I-P)

Etiqueta FEG	Eficiencia total máxima del ventilador (%)																		
	Medida ventilador (pulg.)																		
	5	5.3	5.6	6	6.3	6.7	7.1	7.5	8	8.5	9	9.5	10.0	10.6	11.2	11.8	12.5	13.2	14
FEG90	Eficiencia total máxima del ventilador por encima del nivel FEG85																		
FEG85	43.1	45.6	47.9	50.8	52.7	55.2	57.5	59.5	61.9	64.0	65.9	67.6	69.1	70.7	72.2	73.5	74.8	75.9	77.0
FEG80	40.7	43.0	45.2	47.9	49.8	52.1	54.2	56.2	58.4	60.4	62.2	63.8	65.2	66.8	68.2	69.4	70.6	71.7	72.7
FEG75	38.4	40.6	42.7	45.2	47.0	49.2	51.2	53.0	55.1	57.0	58.7	60.2	61.6	63.1	64.3	65.5	66.6	67.7	68.7
FEG71	36.3	38.4	40.3	42.7	44.4	46.4	48.3	50.1	52.1	53.8	55.4	56.9	58.1	59.5	60.7	61.8	62.9	63.9	64.8
FEG67	34.3	36.2	38.1	40.3	41.9	43.8	45.6	47.3	49.1	50.8	52.3	53.7	54.9	56.2	57.3	58.4	59.4	60.3	61.2
FEG63	32.3	34.2	35.9	38.1	39.6	41.4	43.1	44.6	46.4	48.0	49.4	50.7	51.8	53.1	54.1	55.1	56.1	56.9	57.8
FEG60	30.5	32.3	33.9	35.9	37.3	39.1	40.7	42.1	43.8	45.3	46.6	47.8	48.9	50.1	51.1	52.0	52.9	53.7	54.5
FEG56	28.8	30.5	32.0	33.9	35.3	36.9	38.4	39.8	41.3	42.8	44.0	45.2	46.2	47.3	48.3	49.1	50.0	50.7	51.5
FEG53	27.2	28.8	30.2	32.0	33.3	34.8	36.2	37.6	39.0	40.4	41.6	42.6	43.6	44.6	45.6	46.4	47.2	47.9	48.6
FEG50	25.7	27.2	28.5	30.2	31.4	32.9	34.2	35.5	36.8	38.1	39.2	40.3	41.2	42.1	43.0	43.8	44.5	45.2	45.9
	24.3	25.6	26.9	28.5	29.7	31.0	32.3	33.5	34.8	36.0	37.0	38.0	38.9	39.8	40.6	41.3	42.1	42.7	43.3

Etiqueta FEG	Eficiencia total máxima del ventilador (%)																		
	Medida ventilador (pulg.)																		
	14	15	16	17	18	19	20	21.2	22.4	23.6	25	26.5	28	30	31.5	33.5	35.5	37.5	40
FEG90	Eficiencia total máxima del ventilador por encima del nivel FEG85																		
FEG85	77.0	78.2	79.2	79.9	80.6	81.1	81.6	82.1	82.4	82.7	83.0	83.3	83.5	83.7	83.8	84.0	84.1	84.1	84.1
FEG80	72.7	73.8	74.7	75.5	76.1	76.6	77.0	77.5	77.8	78.1	78.4	78.6	78.8	79.0	79.1	79.3	79.4	79.4	79.4
FEG75	68.7	69.7	70.5	71.2	71.8	72.3	72.7	73.1	73.5	73.7	74.0	74.2	74.4	74.6	74.7	74.8	74.9	75.0	75.0
FEG71	64.8	65.8	66.6	67.3	67.8	68.3	68.7	69.0	69.4	69.6	69.9	70.1	70.3	70.4	70.5	70.6	70.7	70.8	70.8
FEG67	61.2	62.1	62.9	63.5	64.0	64.5	64.8	65.2	65.5	65.7	66.0	66.2	66.3	66.5	66.6	66.7	66.8	66.8	66.8
FEG63	57.8	58.6	59.4	59.9	60.4	60.9	61.2	61.5	61.8	62.0	62.3	62.5	62.6	62.8	62.9	63.0	63.0	63.1	63.1
FEG60	54.5	55.4	56.0	56.6	57.1	57.4	57.8	58.1	58.4	58.6	58.8	59.0	59.1	59.3	59.4	59.4	59.5	59.5	59.6
FEG56	51.5	52.3	52.9	53.4	53.9	54.2	54.5	54.8	55.1	55.3	55.5	55.7	55.8	55.9	56.0	56.1	56.2	56.2	56.2
FEG53	48.6	49.3	49.9	50.4	50.9	51.2	51.5	51.8	52.0	52.2	52.4	52.6	52.7	52.8	52.9	53.0	53.0	53.1	53.1
FEG50	45.9	46.6	47.1	47.6	48.0	48.3	48.6	48.9	49.1	49.3	49.5	49.6	49.7	49.9	49.9	50.0	50.1	50.1	50.1
	43.3	44.0	44.5	45.0	45.3	45.6	45.9	46.1	46.4	46.5	46.7	46.8	47.0	47.1	47.1	47.2	47.3	47.3	47.3

Notas:

1. La medida del ventilador es el diámetro del rotor en pulgadas.
2. Se calculará la eficiencia del ventilador máxima a partir de la presión (total) del ventilador.
3. Si este método se utiliza para un ventilador accionado directamente, la eficiencia del ventilador es la eficiencia del rotor.
4. La etiqueta FEG para un tamaño de ventilador dado se asigna cuando la eficiencia máxima del ventilador es igual o inferior al valor de la eficiencia en la fila para esa etiqueta y superior al valor de la eficiencia en la fila de la etiqueta un nivel abajo.
5. Para tamaños de ventiladores superiores a 40 pulg., se aplican los valores en la columna para el tamaño 40 pulg.
6. No se contemplan etiquetas para ventiladores con eficiencia total máxima del ventilador por debajo de FEG50.
7. Los tamaños de ventiladores en negrita están en las Series R20 de números preferidos.
8. Se calculan los valores de las eficiencias para tamaños de ventiladores en los números preferidos en las Series R40.

La fórmula para el cálculo del límite superior de eficiencia de la calificación FEG85 utiliza la medida del ventilador como variable independiente es:

$$\eta_{85D}^{upp} = k_0 + \left[81 + \frac{D}{k_1} - \left(\frac{D}{k_2} \right)^2 \right]^{0.5} - 112 \exp\left(-\frac{D}{k_3} \right)$$

Donde:

η_{85D}^{upp} Valor de eficiencia en el límite superior de FEG85 para un tamaño de ventilador dado

D Medida del ventilador (diámetro del rotor) en mm (pulg.)

D_0 Medida del ventilador base (diámetro del rotor) 1016 mm (40 pulg.)

k_0, k_1, k_2, k_3 Constantes

La medida del ventilador, D , en el sistema SI de unidades es en milímetros (mm) y en el sistema I-P de unidades es en pulgadas (pulg.). Las constantes tienen que ser utilizadas de la Tabla A.2.

Es aconsejable utilizar las constantes tal como están definidas en lugar de utilizar sus valores redondeados.

Para una medida de ventilador dada, D , los límites superiores FEG_D se calculan a partir del límite superior FEG85_D (utilizar fórmula más arriba) como números en una serie geométrica con un cociente de:

$$q = 10^{\left(-\frac{1}{40} \right)} = 10^{-0.025} = 0.94406088 \text{ (redondeado)}$$

Por ejemplo, el límite superior FEG85 para la medida 1016 mm (40 pulg.) es 84,1395 y el límite superior del rango siguiente abajo, por ejemplo FEG80 se calcula como $84,1395 \times q = 79,4328$. Si el rango inferior siguiente es FEG75 su límite superior se calcula como $79,4328 \times q = 74,9894$ etc.

En la Tabla A.3 se muestran los límites superiores para todos FEG para un tamaño de ventilador de 1016 mm (40 pulg.). Los múltiplos son independientes del tamaño del ventilador y se pueden utilizar para calcular los límites superiores de todos FEG desde FEG85.

Tabla A.2
Constantes para definir el límite de eficiencia superior de FEG85

Constante	SI	I-P
D_0	1016 (exactamente)	40 (exactamente)
k_0	$10^{\left(1+\left(\frac{37}{40}\right)\right)} - 15 + 112 \exp\left(-\frac{D_0}{k_3}\right)$	$10^{\left(1+\left(\frac{37}{40}\right)\right)} - 15 + 112 \exp\left(-\frac{D_0}{k_3}\right)$
k_1	$\frac{793.75}{15^2} = 3.5277$	$\frac{31.25}{15^2} = 0.1388$
k_2	$\frac{1270}{15} = 84.6\bar{6}$	$\frac{50}{15} = 3.\bar{3}$
k_3	113.92 (exactamente)	$\frac{113.92}{25.4} = 4.48503937$

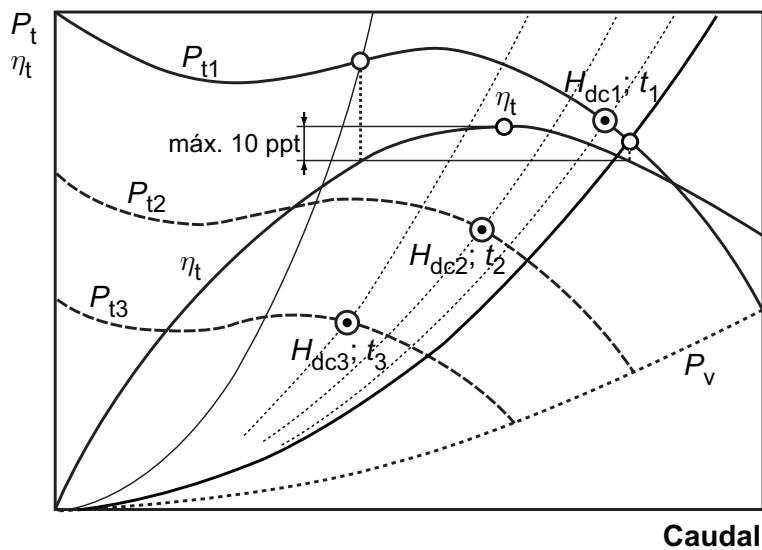
Tabla A.3
Límites superiores FEG para una medida de ventilador de 1016 mm (40 pulg.) y múltiplos para calcular los límites superiores de todos los FEG desde FEG85

Calificación de eficiencia de ventiladores	Límite superior de calificación (valores exactos de la fórmula Renard)	Límite superior de calificación (redondeado)	Multiplicador desde FEG85 (valores exactos)	Multiplicador desde FEG85 (redondeado)
FEG85	$10^{\left(1+\left(\frac{37}{40}\right)\right)}$	84.1395	1	1
FEG80	$10^{\left(1+\left(\frac{36}{40}\right)\right)}$	79.4328	$10^{\left(\left(\frac{39}{40}\right)-1\right)}$	0.94406088
FEG75	$10^{\left(1+\left(\frac{35}{40}\right)\right)}$	74.9894	$10^{\left(\left(\frac{38}{40}\right)-1\right)}$	0.89125094
FEG70	$10^{\left(1+\left(\frac{34}{40}\right)\right)}$	70.7946	$10^{\left(\left(\frac{37}{40}\right)-1\right)}$	0.84139514
FEG67	$10^{\left(1+\left(\frac{33}{40}\right)\right)}$	66.8344	$10^{\left(\left(\frac{36}{40}\right)-1\right)}$	0.79432823
FEG63	$10^{\left(1+\left(\frac{32}{40}\right)\right)}$	63.0958	$10^{\left(\left(\frac{35}{40}\right)-1\right)}$	0.74989421
FEG60	$10^{\left(1+\left(\frac{31}{40}\right)\right)}$	59.5663	$10^{\left(\left(\frac{34}{40}\right)-1\right)}$	0.70794578
FEG57	$10^{\left(1+\left(\frac{30}{40}\right)\right)}$	56.2342	$10^{\left(\left(\frac{33}{40}\right)-1\right)}$	0.66834392
FEG53	$10^{\left(1+\left(\frac{29}{40}\right)\right)}$	53.0885	$10^{\left(\left(\frac{32}{40}\right)-1\right)}$	0.68095734
FEG50	$10^{\left(1+\left(\frac{28}{40}\right)\right)}$	50.1188	$10^{\left(\left(\frac{31}{40}\right)-1\right)}$	0.59566214

Anexo B

Cálculo del consumo anual de energía (Normativo)

El consumo de energía anual previsto por un ventilador se puede calcular para uno o más puntos operativos cuando se asigne un tiempo de funcionamiento previsto a cada punto de funcionamiento utilizando la fórmula en la Figura B.1.



$$E_{\text{año}} = H_{dc1}t_1 + H_{dc2}t_2 + H_{dc3}t_3$$

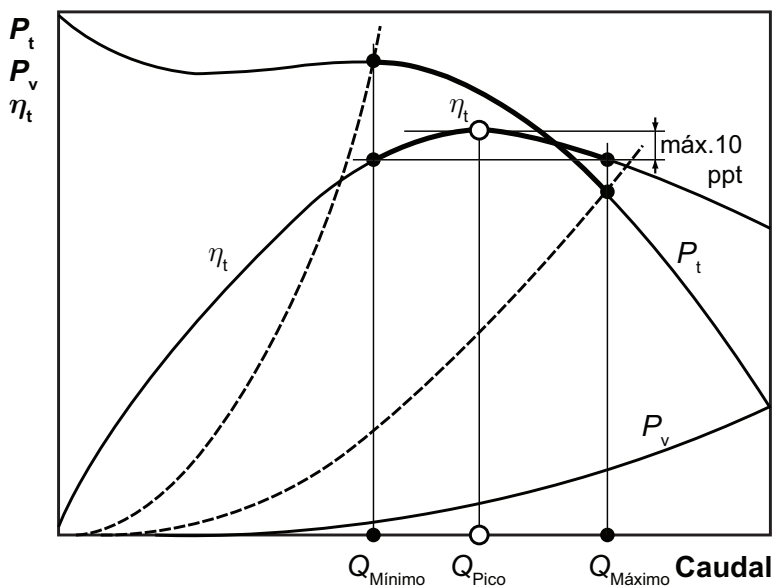
$H_{dc1}, H_{dc2}, H_{dc3}$ Potencia del ventilador en los puntos de funcionamiento
 t_1, t_2, t_3 Tiempo previsto de funcionamiento en cada punto

Figura B.1
Consumo de energía anual de un ventilador para uno o más puntos de funcionamiento

Anexo C

Rango de eficiencia de los ventiladores para la selección del ventilador en el sistema (Normativo)

Con el fin de lograr los objetivos de ahorro energético de los ventiladores en funcionamiento es importante que el ventilador seleccionado en el sistema esté próximo al máximo de la eficiencia del ventilador. La eficiencia operativa en todos los puntos de funcionamiento proyectados no será menor del 10 por ciento por debajo de la eficiencia máxima del ventilador (ver las secciones de las curvas del ventilador con líneas remarcadas en la Figura C.1).



P_t	Presión total del ventilador
η_t	Eficiencia (energía) total del ventilador
Q	Caudal
Q_{min}, Q_{max}	Medida del caudal para el rango de eficiencia del ventilador permisible

Figura C.1
Eficiencia energética permisible del ventilador y medida del caudal para la selección del ventilador para una aplicación

Fe de erratas

Los siguientes cambios editoriales fueron aprobados por el AMCA Fan Committee el 4 de marzo de 2010. Los cambios fueron incorporados al documento el 9 de marzo de 2010.

(El subrayado indica ampliaciones, el texto tachado indica supresiones)

Cambio 1

Cambia la penúltima frase en la Sección 6 para que indique, “Además, cualquier especificación incluirá un requisito de que la eficiencia total en todos el(los) punto(s) de funcionamiento ~~reales~~ previstos estará dentro de 10 puntos del valor máximo del ventilador seleccionado.

Cambio 2

Cambia la última frase en el Anexo C para que indique, “La eficiencia operativa del ventilador en todos los puntos de funcionamiento previstos no será inferior a...”



AIR MOVEMENT AND CONTROL ASSOCIATION INTERNATIONAL, INC.

30 West University Drive
Arlington Heights, IL 60004-1893 U.S.A.

Tel.: (847) 394-0150 • Fax: (847) 253-0088
Correo electr.: info@amca.org • Web: www.amca.org

Air Movement and Control Association International, Inc. es una asociación internacional sin ánimo de lucro de los fabricantes de equipos relacionados con sistemas de aire del mundo principalmente, pero limitado a: ventiladores, celosías de ventilación, humectadores, cortinas de aire, estaciones de medición de caudal, atenuadores acústicos y otros componentes de sistemas de aire para los mercados industriales, comerciales y residenciales.