

**Contacto CONAMER**

GLS-LVLS-AMMDC-B000232891

**De:** Javier Altamirano Magaña <javier.altamirano@canieti.mx>  
**Enviado el:** miércoles, 1 de noviembre de 2023 04:05 p. m.  
**Para:** Contacto CONAMER  
**CC:** Alfredo Pacheco; Javier Anaya; fsolis@canieti.com.mx  
**Asunto:** Comentarios CANIETI / Anteproy NOM-034-ENER/SE-2021. CONAMER Expediente 13/0002/041023  
**Datos adjuntos:** ESCRITO CANIETI CONAMER Anteproy NOM-034-ENER SE-2021.pdf

**DR. ALBERTO MONTOYA MARTÍN DEL CAMPO  
COMISIONADO NACIONAL DE MEJORA REGULATORIA**

En colaboración con la Dirección General de la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información, se adjuntan al presente correo, en tiempo y forma, comentarios al Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-034-ENER/SE-2021 Eficacia energética y requisitos de seguridad de ventiladores. Límites, métodos de prueba y etiquetado, con número de expediente 13/0002/041023 en esa Comisión Nacional.

Cualquier comentario o duda, estamos a la orden.

Muchas gracias por su atención.



**JAVIER ALTAMIRANO MAGAÑA**  
DIRECTOR NACIONAL DE OPERACIONES

✉ javier.altamirano@canieti.com.mx

☎ 55 5264 0808 Ext. 201



Ciudad de México, 30 de octubre de 2023

**Asunto:** Comentarios al Anteproyecto de NOM-034-ENER/SE-2021.

**DR. ALBERTO MONTOYA MARTÍN DEL CAMPO**  
**COMISIONADO NACIONAL DE MEJORA REGULATORIA**

De conformidad con lo establecido en la Ley de Cámaras Empresariales y sus Confederaciones, esta Cámara es un órgano de consulta para el Estado en temas de alta manufactura electrónica, telecomunicaciones y tecnologías de la información, por lo que, con relación al Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-034-ENER/SE-2021 Eficacia energética y requisitos de seguridad de ventiladores. Límites, métodos de prueba y etiquetado, con número de expediente 13/0002/041023, de manera atenta se expone lo siguiente en representación de los fabricantes de aparatos y equipos electrónicos de uso doméstico o similar afiliados:

- Derivado de la transversalidad y dinamismo de los sectores de la electrónica, de telecomunicaciones y tecnologías de la información, existen diversas mercancías cuya manufactura involucra otros sectores, como el caso del eléctrico.
- El sector eléctrico ha incorporado en los últimos años en la manufactura de sus productos, diversos insumos, partes, componentes y semiconductores electrónicos para su correcto funcionamiento, conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales electrónicas o eléctricas, como bluetooth, wi-fi o reconocimiento de voz, entre otros, a través del uso de aplicaciones basadas en soportes electrónicos, de tecnologías de la información, telecomunicaciones e internet de las cosas, por lo que podrían esos productos eléctricos ser considerados también como mercancías del sector electrónico. Un ejemplo de estas mercancías son, para el caso que nos ocupa, los ventiladores, que incorporan tecnologías para administrarse, usarse o mantenerse de manera remota, a través de dispositivos móviles de telecomunicaciones y/o tecnologías de la información, como teléfonos, tabletas, paneles o asistentes virtuales y que, dependiendo de su gama y/o características, permiten que sean utilizados como productos eléctrico-electrónicos en el hogar (uso doméstico), en el comercio (uso comercial) o en la industria (uso industrial), y que incorporan tipos de tecnologías diferenciadas unos de otros, tipos de garantías, costos, voltaje, peso, tamaño, entre otros ámbitos.
- Así, del análisis del Anteproyecto, se observa en el numeral 7.2 Pruebas requeridas para ventiladores de techo, que prácticamente todos los equipos de este tipo de productos se probarán con en el mismo procedimiento; sin embargo, los diferentes ventiladores, como los que van pegados muy cerca al techo y con aspas muy chicas (es decir, los ventiladores cuyas aspas están a  $\leq 10$ " del techo), tienen limitación de flujo de aire en comparación con un ventilador estándar, cuyas aspas son  $> 10$ " desde el techo.



Cuilacán 71, Hipódromo de la Condesa, C.P. 06170, CDMX  
T. 01 55 5264 0808  
canieti@canieti.com.mx  
www.canieti.org

- El Anteproyecto propone que, para todo tipo de ventiladores, incluidos los que van muy cerca del techo y los ventiladores estándar, se sometan al mismo procedimiento de prueba. No obstante, estos ventiladores muy pegados al techo deben ser probados en una instalación adecuada y con los instrumentos de medición específicos para que se puedan evaluar los parámetros correspondientes. El procedimiento de prueba IEC del cual se está adoptando en el Anteproyecto de NOM que nos ocupa, no prevé este tipo de pruebas, toda vez que estos ventiladores no pueden producir tanto aire como un ventilador estándar ya que el techo limita la cantidad de mismo porque las aspas están más cerca del techo que las aspas de un ventilador estándar. Para referencia, véase el numeral 7.2.3 Colocación del equipo de prueba.
- Instalar los diferentes tipos de ventiladores de techo y probarlos según el método de prueba establecido en el numeral 7.2.3, podría informar falsamente el flujo de aire real y la eficiencia de un ventilador como los que van pegados al techo y con aspas cortas, entre otros, porque se prueba de la misma manera que un ventilador estándar.
- Sin embargo, ya se cuenta un método establecido que precisamente prevé las mediciones para los diferentes tipos de ventiladores de techo, como es el Apéndice U de la Subparte B de la Parte 430: Método de Prueba Uniforme para Medir el Consumo de Energía de Ventiladores de Techo del Departamento de Energía de los EE. UU. (APPENDIX U TO SUBPART B OF PART 430 - UNIFORM TEST METHOD FOR MEASURING THE ENERGY CONSUMPTION OF CEILING FANS - Electronic Code of Federal Regulations), que requiere que los diferentes tipos de ventiladores sean probados conforme a sus capacidades, lo cual, se considera, es lo debidamente correcto (se anexa al presente escrito el método referido y sugerido).
- La metodología DOE requiere pruebas a altas y bajas velocidades y luego pondera la media de los resultados, poniendo más de énfasis en el consumo de energía en la velocidad mayor. La prueba con las dos velocidades refleja mejor el uso real del ventilador de techo por parte del consumidor, y destaca adecuadamente la mayor capacidad de los ventiladores de techo con mayor diámetro para mover más aire por watt a las velocidades de operación más bajas y silenciosas que se utilizan regularmente. En el anteproyecto de NOM se ha establecido un nivel mínimo de eficiencia para ventiladores de techo residenciales extraído del procedimiento de prueba DOE de 1.8 m<sup>3</sup>/(minW) (este valor se indica en el punto 5.2 del Anteproyecto), obtenido del rendimiento medido reflejado en los datos de aproximadamente 300 modelos de ventiladores de techo que fabricantes en su momento presentaron durante las reuniones del grupo de trabajo para su elaboración, debiendo señalarse que dichos datos de eficiencia fueron obtenidos bajo el método DOE, considerando las pruebas aplicables de los ventiladores de techo a altas y bajas velocidades, que luego se promedian (incluyendo un ajuste adicional basado en el consumo de energía esperado para ventiladores equipados con un control remoto.)

- La elección del estándar de eficiencia de 1.8 m<sup>3</sup>/(minW), derivado del muy diferente procedimiento de prueba IEC con respecto al método de prueba DOE, se convierte en un falso equilibrio donde se comparan, por citarlo de alguna manera, “peras con manzanas”, cuando se aplica un parámetro de eficiencia obtenido bajo el método DOE, con un procedimiento de prueba IEC que prueba sólo el ajuste de velocidad de consumo de energía en la velocidad más alta.

Considerando lo manifestado, se sugiere a esa Comisión Nacional de Mejora Regulatoria, estimar el método de prueba DOE, a efecto de evitar que pudiera informarse falsamente sobre los valores de eficiencia energética de los productos objeto del Anteproyecto de NOM, con la finalidad de que la misma sea precisa y se reporten verdaderamente los valores establecidos en ella; esto no implica que se elimine el método IEC establecido en el Anteproyecto, sino que se agregue el método DOE como complemento para los ventiladores de techo por ser más preciso, utilizando una ecuación de eficiencia diferente por sus características particulares y, asimismo, tomado como base el Capítulo 28 de buenas prácticas regulatorias del Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá, que permite estandarizar el método de pruebas utilizado en la región de Norteamérica, sin menoscabar el estándar IEC, el cual podrá utilizarse para determinar la eficiencia energética de los ventiladores diferentes a los de techo, como son los de mesa, pedestal, pared, entre otros.

El utilizar una metodología de prueba y un estándar de eficiencia energética diferentes al de la mayoría de otros países, podría implicar una carga única y sustancial al segmento con mayores desafíos, ya que los fabricantes podrían verse obligados a repercutir el costo adicional de las pruebas y procedimientos de prueba duplicados y no escalables requeridos únicamente en México, además del costo de agregar modelos adicionales que sean exclusivos para México (SKUs), agregando una carga adicional de elementos de evaluación de la conformidad, combinada con diferentes requisitos de eficiencia energética, que podría reducir la elección de los consumidores, y los modelos más accesibles son los menos capaces de soportar costos regulatorios únicos.

En caso de no tomarse en cuenta lo anterior, podría traer como consecuencia que la NOM de referencia prive a los consumidores de la forma más rentable de mover grandes cantidades de aire con menos energía y, posiblemente, descartándose los ventiladores de techo residenciales de menor diámetro y de bajo costo por no cumplir con el método propuesto.

Le envío un atento saludo, confiando que los comentarios manifestados serán evaluados favorablemente por esa Comisión Nacional, y tomados en cuenta en el Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-034-ENER/SE-2021 Eficacia energética y requisitos de seguridad de ventiladores. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

Atentamente,



**ALFREDO PACHECO VÁSQUEZ**  
**DIRECTOR GENERAL NACIONAL**

Apéndice U de la Subparte B de la Parte 430: Método de Prueba Uniforme para Medir el Consumo de Energía de Ventiladores de Techo

Apéndice U: [https://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=&SID=619c15d493d5215bb79a57e1876471c3&mc=true&n=pt10.3.430&r=PART&ty=HTML#ap10.3.430\\_127.u](https://www.ecfr.gov/cgi-bin/retrieveECFR?gp=&SID=619c15d493d5215bb79a57e1876471c3&mc=true&n=pt10.3.430&r=PART&ty=HTML#ap10.3.430_127.u)

## **Apéndice U de la Subparte B de la Parte 430: Método de Prueba Uniforme para Medir el Consumo de Energía de Ventiladores de Techo**

Nota:

Antes del 13 de febrero de 2023, los fabricantes deben realizar cualquier declaración con respecto al uso de energía o eficiencia de los ventiladores de techo según lo especificado en la sección 2 de este apéndice tal como apareció el 23 de enero de 2017. A partir del 13 de febrero de 2023, los fabricantes de ventiladores de techo, según lo especificado en la sección 2 de este apéndice, deben hacer cualquier declaración con respecto al uso de energía o eficiencia de acuerdo con los resultados de las pruebas de conformidad con este apéndice. No se requieren declaraciones del consumo en espera para ventiladores de techo de gran diámetro, incluyendo para fines de certificación, hasta que se requiera el cumplimiento de una norma de conservación de energía para el consumo en espera. En la fecha o fechas de cumplimiento de cualquier norma de conservación de energía para ventiladores de techo de gran diámetro con una envergadura de aspas mayor de 24 pies, también se requerirá el uso de las disposiciones aplicables de este procedimiento de prueba para demostrar el cumplimiento con la norma de conservación de energía

### 0. Incorporación por Referencia

En la sección [430.3](#), el DOE incorporó por referencia el estándar completo para AMCA 208-18, AMCA 230-15, AMCA 230-15 TE y IEC 62301; sin embargo, solo se aplican disposiciones enumeradas de AMCA 230-15, AMCA 230-15 TE e IEC 62301 de la siguiente manera:

- 0.1. AMCA 230-15 (incluyendo las secciones correspondientes en AMCA 230-15 TE):
  - (a) Sección 3: Unidades de Medida, según se especifica en la sección 3.4 de este apéndice;
  - (b) Sección 4: Símbolos y Subíndices (incluyendo Tabla 1: Símbolos y Subíndices), según se especifica en la sección 3.4 de este apéndice;
  - (c) Sección 5: Definiciones (excepto 5.1), según se especifica en la sección 3.4 de este apéndice;

(d) Sección 6: Instrumentos y Métodos de Medición, según se especifica en la sección 3.4 de este apéndice

(e) Sección 7: Equipos y Configuraciones (excepto los dos últimos ítems con viñetas en 7.1: Configuraciones de prueba permitidas), según se especifica en la sección 3.4 de este apéndice;

(f) Sección 8: Observaciones y Realización de la Prueba, según se especifica en la sección 3.5 de este apéndice;

(g) Sección 9: Cálculos (excepto 9.5 y 9.6), según se especifica en la sección 3.5 de este apéndice; y

(h) Figura de Prueba 1: Configuración de Flujo de Aire Vertical con Célula de Carga (Ventiladores de Techo), según se especifica en la sección 3.4 de este apéndice.

## 0.2. IEC 62301:

(a) Sección 4.3.1: Tensión de alimentación y frecuencia (primer párrafo solamente), según se especifica en la sección 3.6 de este apéndice;

(b) Sección 4.3.2: Forma de onda de la tensión de alimentación, según se especifica en la sección 3.6 de este apéndice;

(c) Sección 4.4: Condiciones generales para las mediciones: Instrumentos de medición de potencia, según se especifica en la sección 3.6 de este apéndice;

(d) Sección 5.3.1: General (excepto el último ítem con viñeta), según se especifica en la sección 3.6 de este apéndice; y

(e) Sección 5.3.2: Método de muestreo (primeros dos párrafos y Nota 1), según se especifica en las secciones 3.6 y 3.6.3 de este apéndice.

## 1. Definiciones

1.1. **40% de velocidad** significa la velocidad del ventilador de techo en la cual las RPM de las aspas se miden como el 40% de las RPM de las aspas medidas a alta velocidad.

1.2. **Caudal de aire** significa la tasa de movimiento de aire a una configuración de velocidad específica del ventilador, expresada en pies cúbicos por minuto, CFM (Cubic feet per minute).

1.3. **Ventilador de techo de transmisión por correa** significa un ventilador de techo con una serie de una o más cabezas de ventilador, cada una impulsada por una correa conectada a uno o más motores que se encuentran fuera de la cabeza del ventilador.

1.4. **Envergadura de las aspas** significa el diámetro del círculo más grande barrido por cualquier parte del conjunto de aspas del ventilador, incluyendo los accesorios. El valor representado de la envergadura de las aspas (D) se determina según lo establecido en [10 CFR 429.32](#).

1.5. **Eficiencia del ventilador de techo** significa la relación entre el caudal de aire y el consumo totales de energía, en unidades de pies cúbicos por minuto por vatio (CFM/W).

1.6. **Ventilador de techo centrífugo** significa un ventilador de techo en el cual la dirección primaria del flujo de aire está en el mismo plano que la rotación de las aspas del ventilador.

1.7. **Alta velocidad** significa la velocidad más alta disponible del ventilador de techo, es decir, la velocidad del ventilador que corresponde a las revoluciones por minuto (RPM) máximas de las aspas.

1.8. **Ventilador de techo de pequeño diámetro a alta velocidad (HSSD)** significa un ventilador de techo de pequeño diámetro que no es un ventilador de muy pequeño diámetro, un ventilador de techo altamente decorativo o un ventilador de techo de transmisión por correa y que tiene un valor representado del grosor del borde de las aspas, según lo determinado en [10 CFR 429.32\(a\)\(3\)\(iii\)](#), de menos de 3.2 mm o un valor representado máximo de la velocidad de punta, según lo determinado en [10 CFR 429.32\(a\)\(3\)\(v\)](#), mayor que el límite aplicable especificado en la tabla en esta definición.

Criterios de Velocidad de las Aspas y la Punta del Ventilador de Techo de Pequeño Diámetro a Alta Velocidad.

Dirección del flujo de aire	Grosor (t) de los bordes de las aspas		Límite de velocidad de la punta	
	Mm	Pulgadas	m/s	Pies por minuto
Solo hacia abajo	$4.8 > t \geq 3.2$	$3/16 > t \geq 1/8$	16.3	3,200
Solo hacia abajo	$t \geq 4.8$	$t \geq 3/16$	20.3	4,000
Reversible	$4.8 > t \geq 3.2$	$3/16 > t \geq 1/8$	12.2	2,400
Reversible	$t \geq 4.8$	$t \geq 3/16$	16.3	3,200

1.9. **Ventilador de techo de alta velocidad y transmisión por correa (HSBD)** significa un ventilador de techo que es un ventilador de techo de transmisión por correa con una cabeza de ventilador, y que tiene un valor representado del grosor del borde de las aspas, según lo determinado en 10 CFR 429.32(a)(3)(iii), de menos de 3.2 mm o un valor representado máximo de la velocidad de punta, según lo determinado en 10 CFR 429.32(a)(3)(v), mayor que el límite aplicable especificado en la tabla en esta definición.

Criterios de Velocidad de las Aspas y la Punta del Ventilador de Techo de Transmisión por Correa de Alta Velocidad.

Dirección del flujo de aire	Grosor (t) de los bordes de las aspas		Límite de velocidad de la punta	
	Mm	Pulgadas	m/s	Pies por minuto
Solo hacia abajo	4.8 > t ≥ 3.2	3/16 > t ≥ 1/8	16.3	3,200
Solo hacia abajo	t ≥ 4.8	t ≥ 3/16	20.3	4,000
Reversible	4.8 > t ≥ 3.2	3/16 > t ≥ 1/8	12.2	2,400
Reversible	t ≥ 4.8	t ≥ 3/16	16.3	3,200

1.10. **Ventilador de techo altamente decorativo** significa un ventilador de techo con un valor representado máximo de revoluciones por minuto (RPM) de las aspas, según lo determinado en [10 CFR 429.32\(a\)\(3\)\(ii\)](#), de 90 RPM, y un valor representado de caudal de aire a alta velocidad, según lo determinado en [10 CFR 429.32\(a\)\(3\)\(vi\)](#), de menos de 1,840 CFM.

1.11. **Ventilador de techo empotrado** significa un ventilador de techo de bajo diámetro y baja velocidad que no es un ventilador de techo de muy bajo diámetro, un ventilador de techo altamente decorativo o un ventilador de techo de transmisión por correa, y para el cual el valor representado de la distancia entre el techo y el punto más bajo de las aspas del ventilador, según lo determinado en [10 CFR 429.32\(a\)\(3\)\(iv\)](#), es igual o menor a 10 pulgadas.

1.12. **Ventilador de techo de gran diámetro** significa un ventilador de techo que no es un ventilador de techo altamente decorativo o de transmisión por correa y que tiene un valor representado de la envergadura de las aspas, según lo determinado en [10 CFR 429.32\(a\)\(3\)\(i\)](#), mayor de siete pies.

1.13. **Baja velocidad** significa la velocidad más baja disponible que cumple con los siguientes criterios:

Number of individual sensors determined in 3.2.2(6) of this appendix	Number of sensors per individual axis measuring 40 feet per minute or greater
3	2
4	3
5	3
6	4
7	4

Number of sensors per individual axis determined in 3.2.2(6) of this appendix	Number of sensors per individual axis measuring 40 feet per minute or greater
8	5
9	6
10	7
11	8
12	9

1.14. **Ventilador de techo de pequeño diámetro a baja velocidad (LSSD)** significa un ventilador de techo de pequeño diámetro que tiene un valor representado del grosor del borde de las aspas, según lo determinado en [10 CFR 429.32\(a\)\(3\)\(iii\)](#), mayor o igual a 3.2 mm y un valor representado máximo de la velocidad de punta, según lo determinado en [10 CFR 429.32\(a\)\(3\)\(v\)](#), menor o igual al límite aplicable especificado en la tabla en esta definición.

Criterios de Velocidad de las Aspas y la Punta del Ventilador de Techo de Pequeño Diámetro a Baja Velocidad

Dirección del flujo de aire	Grosor (t) de los bordes de las aspas		Límite de velocidad de la punta	
	Mm	Pulgadas	m/s	Pies por minuto
Reversible	$4.8 > t \geq 3.2$	$3/16 > t \geq 1/8$	12.2	2,400
Reversible	$t \geq 4.8$	$t \geq 3/16$	16.3	3,200

1.15. **Ventilador de techo de múltiples cabezas** significa un ventilador de techo con más de una cabeza de ventilador, es decir, más de un conjunto de aspas de ventilador giratorias.

1.16. **Ventilador de techo de montaje múltiple** significa un ventilador de techo de bajo diámetro y baja velocidad que se puede montar en las configuraciones asociadas tanto con los ventiladores de techo estándar como con los empotrados.

1.17. **Ventilador de techo oscilante** significa un ventilador de techo que contiene una o más cabezas de ventilador cuyo eje de rotación de las aspas del ventilador no puede permanecer en una posición fija con respecto al techo. Estos ventiladores no tienen un medio inherente para desactivar la función de oscilación por separado de la rotación de las aspas del ventilador.

1.18. **Ventilador de techo de pequeño diámetro** significa un ventilador de techo que tiene un valor representado de la envergadura de las aspas, según lo determinado en [10 CFR 429.32\(a\)\(3\)\(i\)](#), menor o igual a siete pies.

1.19. **Ventilador de techo estándar** significa un ventilador de techo de bajo diámetro y baja velocidad que no es un ventilador de techo de muy bajo diámetro, un ventilador de techo altamente decorativo o un ventilador de techo de transmisión por correa, y para el cual el valor representado de la distancia entre el techo y el punto más bajo de las aspas del ventilador, según lo determinado en [10 CFR 429.32\(a\)\(3\)\(iv\)](#), es mayor de 10 pulgadas.

1.20. **Caudal de aire total** significa la suma del producto del caudal de aire y las horas de funcionamiento a todas las velocidades probadas. Para los ventiladores de múltiples cabezas, esto incluye el caudal de aire de todas las cabezas de ventilador.

1.21. **Ventilador de techo de muy bajo diámetro VSD (*Very-small-diameter*)** significa un ventilador de techo de pequeño diámetro que no es un ventilador de techo altamente decorativo o de transmisión por correa, y que tiene una o más cabezas de ventilador, cada una de las cuales tiene un valor representado de la envergadura de las aspas, según lo determinado en [10 CFR 429.32\(a\)\(3\)\(i\)](#), de 18 pulgadas o menos. Solo los ventiladores VSD que también cumplen con la definición de un ventilador LSSD están obligados a ser probados con fines de determinar el cumplimiento de las normas de eficiencia energética establecidas por el DOE y otras representaciones de eficiencia energética.

## 2. Alcance:

Las disposiciones de este apéndice se aplican a los ventiladores de techo, excepto:

- (1) Ventiladores de techo donde el plano de rotación de las aspas del ventilador de techo no sea menor o igual a 45 grados desde la horizontal, o no pueda ajustarse según las especificaciones del fabricante para ser menor o igual a 45 grados desde la horizontal;
- (2) Ventiladores de techo centrífugos;
- (3) Ventiladores de techo de transmisión por correa que no son ventiladores de techo de transmisión por correa de alta velocidad; y
- (4) Ventiladores de techo oscilantes.

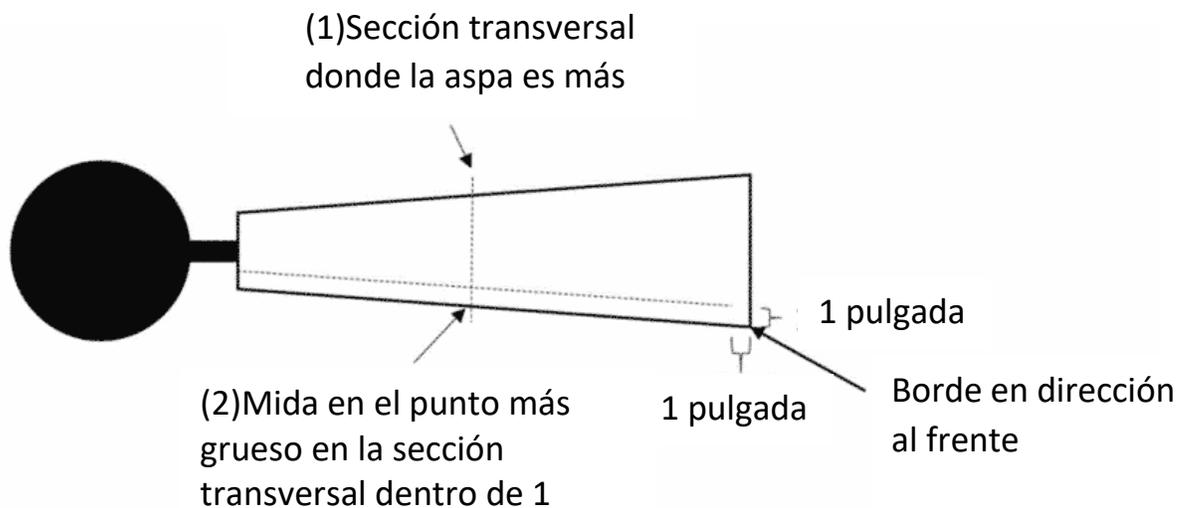
## 3. Instrucciones Generales, Aparatos de Prueba y Medición de Pruebas:

El aparato de prueba y la medición de prueba utilizados para determinar el rendimiento energético dependen de la envergadura de las aspas del ventilador de techo, y en algunos casos, el grosor del borde de las aspas del ventilador de techo. Para cada ventilador de techo probado, mida la distancia lateral desde el centro del eje de rotación de las aspas del ventilador hasta el borde del aspa del ventilador más alejado desde el centro del eje de rotación. Mida esta distancia lateral con la graduación del instrumento de medición, utilizando un instrumento con una graduación de medición de al menos 0.25 pulgadas. Multiplique la distancia lateral por dos y luego redondee al número entero más cercano para determinar la envergadura de las aspas. Para los ventiladores de techo con una envergadura de aspas mayor de 18 pulgadas y menor o igual a 84 pulgadas, mida el grosor del borde de las aspas del ventilador de techo. Para medir el grosor del borde de las aspas del ventilador, utilice un instrumento con una

graduación de medición de al menos 0.001 pulgada y mida el grosor del borde de una de las aspas del ventilador (en la dirección hacia adelante) de la siguiente manera:

- (1) Localice la sección transversal perpendicular a la longitud radial del aspa del ventilador que esté al menos a una pulgada de la punta de la aspa del ventilador y que sea la más delgada, y
- (2) Mida en el punto más grueso de esa sección transversal dentro de una pulgada desde el borde del aspa del ventilador.

Consulte la Figura 1 de este apéndice para un esquema de instrucciones sobre la medición del grosor del borde de las aspas del ventilador. La Figura 1 muestra un ventilador de techo visto desde arriba. Redondee el grosor medido del borde de las aspas a la centésima de pulgada más cercana.



**Figura 1 del Apéndice U de la Subparte B de la Parte 430: Criterios de Medición para el Grosor del Borde de las Aspas del Ventilador**

### 3.1. Instrucciones generales.

3.1.1. Registre las mediciones con la graduación del instrumento de prueba. Redondee los cálculos al número de dígitos significativos presentes en la graduación del instrumento de prueba, excepto la envergadura de las aspas, que se redondea al número entero más cercano en pulgadas. Redondee el valor final de eficiencia del ventilador de techo al número entero más cercano de la siguiente manera:

3.1.1.1. Un número fraccional igual o superior al punto medio entre dos números enteros consecutivos se redondeará hacia arriba al número entero más alto de los dos; o

3.1.1.2. Un número fraccional por debajo del punto medio entre dos números enteros consecutivos se redondeará hacia abajo al número entero más bajo de los dos.

3.1.2. Para los ventiladores de techo de múltiples cabezas, la envergadura efectiva de las aspas es la envergadura de las aspas (según se especifica en la sección 3) de una cabeza de ventilador individual, si todas las cabezas de ventilador son del mismo tamaño. Si las cabezas de los ventiladores son de diferentes tamaños, la envergadura efectiva de las aspas es la envergadura de las aspas (según se especifica en la sección 3) de la cabeza de ventilador más grande.

3.2. Aparato de prueba para ventiladores de techo de pequeño diámetro a baja velocidad y ventiladores de techo de pequeño diámetro a alta velocidad: Todos los instrumentos deben tener precisión dentro de  $\pm 1\%$  de la lectura, excepto los sensores de velocidad del aire, que deben tener precisión dentro de  $\pm 5\%$  de la lectura o 2 pies por minuto (fpm), lo que sea mayor. El equipo debe ser calibrado al menos una vez al año para compensar las variaciones con el tiempo.

#### 3.2.1. *Requisitos de la Sala de Entrega de Aire*

(1) Las dimensiones de la sala de entrega de aire deben ser de  $20 \pm 0.75$  pies x  $20 \pm 0.75$  pies, con un techo de  $11 \pm 0.75$  pies de altura. La sala de control debe construirse fuera de la sala de entrega de aire.

(2) El techo debe estar construido de paneles de yeso o chapa de acero inoxidable. Las paredes deben tener un grosor adecuado para mantener la temperatura y la humedad especificadas durante la prueba. La pintura utilizada en las paredes, así como la pintura utilizada en el material del techo, debe ser de un tipo que minimice la absorción de humedad y que mantenga constante la temperatura de la sala durante la prueba (por ejemplo, pintura a base de aceite).

(3) La sala no debe tener ninguna ventilación, excepto un sistema de aire acondicionado y de retorno utilizado para controlar la temperatura y la humedad de la sala. La construcción de la sala debe garantizar patrones de circulación de aire consistentes dentro de la sala. Las rejillas deben tener puertas de compuerta operadas electrónicamente controlables desde un interruptor fuera de la sala de pruebas.

#### 3.2.2. *Configuración del Equipo*

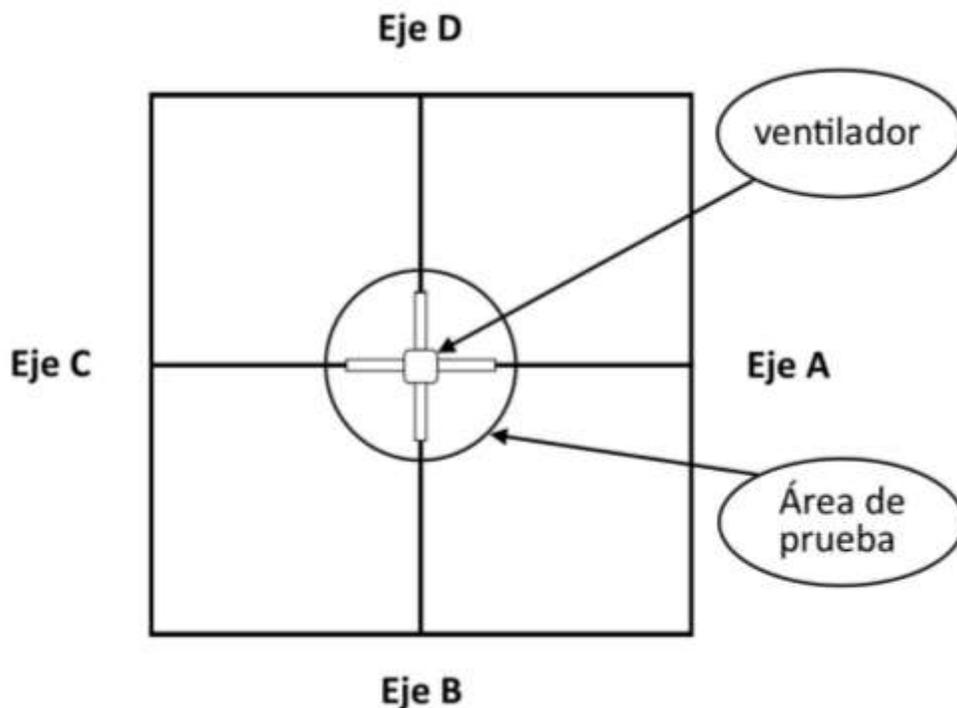
(1) Asegúrese de que la alimentación del transformador esté apagada. Cuelgue el ventilador de techo que se va a probar directamente del techo, de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante. Cuelgue todos los ventiladores de techo que no sean de montaje múltiple en la configuración que minimice la distancia entre el techo y el punto más bajo de las aspas del ventilador. Cuelgue y pruebe los ventiladores de montaje múltiple en dos configuraciones: la configuración asociada a la definición de un ventilador estándar que minimiza la distancia entre el techo y el punto más bajo de las aspas del ventilador y la configuración asociada a la definición de un ventilador empotrado que minimiza la distancia entre el techo y el punto más bajo de las aspas del ventilador. Para todas las configuraciones probadas, mida la distancia entre el techo y el punto más bajo del aspa del ventilador utilizando un instrumento de medición con una

graduación de al menos 0.25 pulgadas. Redondee la distancia medida desde el techo hasta el punto más bajo del aspa del ventilador a la pulgada más cercana.

(2) Conecte los cables según las instrucciones de cableado del fabricante. *Nota:* Ensamble el ventilador antes de la prueba; el personal de laboratorio debe seguir las instrucciones proporcionadas por el fabricante del ventilador. Equilibre el conjunto de las aspas del ventilador de acuerdo con las instrucciones del fabricante para evitar una vibración excesiva del conjunto del motor (a cualquier velocidad) durante el funcionamiento.

(3) Con el ventilador de techo instalado, ajuste la altura de los sensores de velocidad del aire para asegurarse de que la distancia vertical entre el punto más bajo de las aspas del ventilador de techo y los sensores de velocidad del aire sea de 43 pulgadas.

(4) Se puede utilizar un solo brazo sensor giratorio, dos brazos sensores giratorios o cuatro brazos sensores fijos para tomar medidas de velocidad del aire a lo largo de cuatro ejes, etiquetados como A-D. Los ejes A, B, C y D se encuentran en las posiciones de 0, 90, 180 y 270 grados. Los ejes A-D deben ser perpendiculares a las cuatro paredes de la sala. Vea la Figura 2 de este apéndice.

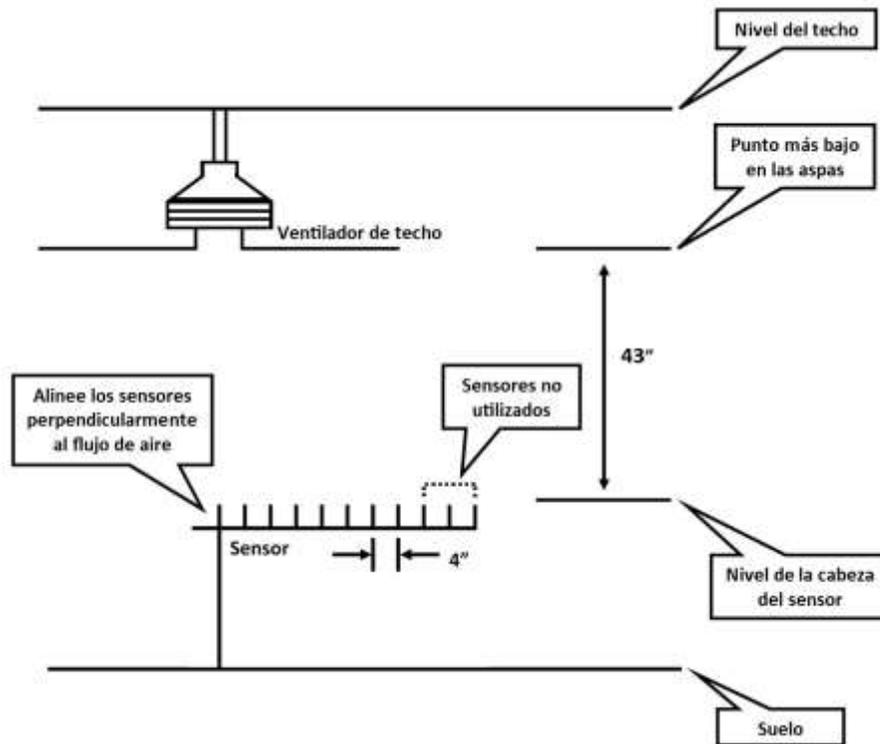


**Figura 2 del Apéndice U de la Subparte B de la Parte 430: Sala de Pruebas y Ejes de los Brazos de los Sensores**

(5) Minimice la cantidad de cables expuestos. Almacene todos los cables de conexión de los sensores bajo el suelo, si es posible.

(6) Coloque los sensores a intervalos de  $4 \pm 0.0625$  pulgadas a lo largo de un brazo sensor, comenzando con el primer sensor en el punto donde se cruzan los cuatro ejes, alineando

los sensores perpendicularmente a la dirección del flujo de aire. No toque el sensor real antes de la prueba. Utilice suficientes sensores para registrar la entrega de aire dentro de un círculo que sea 8 pulgadas más grande en diámetro que la envergadura de las aspas del ventilador de techo que se está probando. La disposición experimental se muestra en la Figura 3 de este apéndice.



**Figura 3 del Apéndice U de la Subparte B de la Parte 430: Configuración de la Sala de Entrega de Aire para Ventiladores de Techo de Pequeño Diámetro que no son Ventiladores de Techo de Transmisión por Correa de Alta Velocidad**

(7) La Tabla 1 de este apéndice muestra el número apropiado de sensores necesarios para cada uno de los cuatro ejes (incluyendo el primer sensor en la intersección de los ejes) para tamaños comunes de ventiladores.

Tabla 1 del Apéndice U de la Subparte B de la Parte 430: Requisitos de Selección de Sensores

Extensión de las aspas del ventilador (inches)	Número * de sensores
36	6

36

6

Extensión de las aspas del ventilador (inches)	Número * de sensores
42	7
44	7
48	7
52	8
54	8
56	8
60	9
72	10
84	12

\*Las medidas de ventiladores listadas son ilustrativas y no restringen qué tamaños de ventiladores de techo se pueden probar.

(8) Instale un medidor de RPM (revoluciones por minuto) o un tacómetro para medir las RPM de las aspas del ventilador de techo.

(9) Utilice un sensor RMS capaz de medir la potencia con una precisión de  $\pm 1\%$  para medir el consumo de energía del ventilador de techo. Si el ventilador de techo funciona con una entrada de energía trifásica, mida la potencia activa (real) en todas las fases simultáneamente. Mida el voltaje de prueba dentro de 6 pulgadas de la conexión suministrada con el ventilador de techo.

(10) Debe completarse cualquier instrucción de acondicionamiento proporcionada en el manual de instrucciones o instalación del ventilador de techo antes de llevar a cabo la prueba.

### 3.2.3. Configuración de Prueba de Ventiladores de Techo de Múltiples Cabezas.

Cuelgue un ventilador de techo de múltiples cabezas del techo de manera que una de las cabezas del ventilador de techo esté centrada directamente sobre el sensor 1 (es decir, en la intersección de los ejes A, B, C y D). La distancia entre el punto más bajo al que cualquiera de las aspas del ventilador puede llegar en la cabeza del ventilador centrada y los sensores de velocidad del aire debe ser la misma que para todos los demás ventiladores de techo de pequeño diámetro (*consulte* la Figura 3 de este apéndice). Si el ventilador de techo de múltiples cabezas tiene una función de oscilación (es decir, las cabezas del ventilador cambian su eje de rotación

con respecto al techo) que se puede apagar, apáguela antes de tomar las mediciones de velocidad del aire. Si algún ventilador de múltiples cabezas no viene con las aspas preinstaladas, instale las aspas del ventilador solo en la cabeza del ventilador que estará directamente centrada sobre la intersección de los ejes de los sensores. (Incluso si las cabezas del ventilador en un ventilador de techo de múltiples cabezas normalmente oscilarían cuando las aspas estén instaladas en todas las cabezas del ventilador, el ventilador de techo estará sujeto a este procedimiento de prueba si la cabeza del ventilador centrada no oscila cuando es la única cabeza del ventilador con las aspas instaladas). Si las aspas del ventilador están preinstaladas en todas las cabezas del ventilador, mida la velocidad del aire de acuerdo con la sección 3.3 de este apéndice, excepto encienda solo la cabeza del ventilador centrada. Tome las mediciones de consumo de energía por separado, con las aspas del ventilador instaladas en todas las cabezas del ventilador y con cualquier función de oscilación, si está presente, encendida.

#### *3.2.4. Configuración de Prueba para Ventiladores de Techo con Flujo de Aire que no es Directamente hacia Abajo*

Para los ventiladores de techo en los que el flujo de aire no es directamente hacia abajo, ajuste la cabeza del ventilador de techo de manera que el flujo de aire sea lo más vertical posible antes de la prueba. Para los ventiladores de techo en los que no se puede lograr una orientación completamente vertical del flujo de aire, oriente el ventilador de techo (o la cabeza del ventilador, si el ventilador de techo es de múltiples cabezas) de manera que cualquier inclinación restante esté alineada a lo largo de uno de los cuatro ejes de los sensores. En lugar de medir la velocidad del aire solo para aquellos sensores directamente debajo del ventilador de techo, se debe medir la velocidad del aire en todos los sensores a lo largo de ese eje, así como en el eje orientado 180 grados con respecto a ese eje. Por ejemplo, si la inclinación está orientada a lo largo del eje A, se deben tomar mediciones de velocidad del aire para todos los sensores a lo largo del eje A-C. En este caso, no sería necesario tomar mediciones a lo largo del eje B-D. Todos los demás aspectos de la configuración de prueba permanecen sin cambios desde las secciones 3 a 3.2.2.

### 3.3. Medición de prueba en modo activo para ventiladores de techo de pequeño diámetro de baja velocidad y ventiladores de techo de pequeño diámetro de alta velocidad.

#### *3.3.1. Condiciones de prueba que se deben seguir durante la prueba:*

(1) Mantenga la temperatura de la habitación a 70 grados  $\pm$  5 grados Fahrenheit y la humedad de la habitación al 50%  $\pm$  5% de humedad relativa durante todo el proceso de prueba.

(2) Si está presente, el accesorio de luz del ventilador de techo debe estar instalado pero apagado durante la prueba.

(3) Si están presentes, cualquier accesorio o características adicionales vendidas con el ventilador de techo que no estén relacionados con la capacidad del ventilador de techo para crear flujo de aire mediante la rotación de las aspas del ventilador (por ejemplo, kit de luz, calefactor, ionización del aire, tecnología ultravioleta) deben estar instalados pero apagados durante la prueba. Si no se puede apagar tal accesorio o característica, se debe configurar en el modo de menor consumo de energía durante la prueba. Si el ventilador de techo se ofrece con un controlador predeterminado, pruébelo utilizando el controlador predeterminado. Si se ofrecen múltiples controladores, pruébelo utilizando el controlador mínimamente funcional.

(4) Si está presente, apague cualquier función de oscilación que cause que el eje de rotación de la cabeza del ventilador cambie con respecto al techo durante el funcionamiento antes de tomar mediciones de velocidad del aire. Encienda cualquier función de oscilación antes de tomar mediciones de potencia.

(5) Pruebe los ventiladores de techo clasificados para funcionar solo con una fuente de alimentación monofásica o trifásica con electricidad monofásica, respectivamente. Pruebe los ventiladores de techo capaces de funcionar con electricidad monofásica y trifásica con electricidad monofásica. DOE permitirá a los fabricantes de ventiladores de techo capaces de funcionar con electricidad monofásica y trifásica que prueben dichos ventiladores con energía monofásica y hagan representaciones de eficiencia asociadas con ambas electricidades si un fabricante lo desea, pero los resultados de la prueba en la configuración trifásica no serán válidos para evaluar el cumplimiento con ningún estándar de conservación de energía rectificado. Todos los suministros de energía probados deben estar a 60 Hz.

(6) El voltaje de suministro será:

(i) para los ventiladores de techo probados con electricidad monofásica, el voltaje de suministro será:

(a) 120 V si el voltaje mínimo clasificado del ventilador de techo es 120 V o el rango de voltaje clasificado más bajo contiene 120 V,

(b) 240 V si el voltaje mínimo clasificado del ventilador de techo es 240 V o el rango de voltaje clasificado más bajo contiene 240 V, o

(c) El voltaje mínimo clasificado del ventilador de techo (si no se da un rango de voltaje) o el promedio del rango de voltaje clasificado más bajo, en todos los demás casos.

(ii) para los ventiladores de techo probados con electricidad trifásica, el voltaje de suministro será:

(a) 240 V si el voltaje mínimo clasificado del ventilador de techo es 240 V o el rango de voltaje clasificado más bajo contiene 240 V, o

(b) El voltaje mínimo clasificado del ventilador de techo (si no se da un rango de voltaje) o el promedio del rango de voltaje clasificado más bajo, en todos los demás casos.

(iii) El voltaje de prueba no debe variar en más del  $\pm 1\%$  durante las pruebas.

(7) Realice la prueba con el ventilador conectado a un circuito de suministro a la frecuencia nominal.

(8) Mida la entrada de energía en un punto que incluye todos los componentes consumidores de energía del ventilador de techo (pero sin que el kit de luz adjunto esté energizado; o sin que se active ningún accesorio o característica adicional, si es posible; y si no es posible, con el accesorio o característica adicional configurado en el modo de menor consumo de energía). Si el ventilador de techo se ofrece con un controlador predeterminado, pruébelo utilizando el controlador predeterminado. Si se ofrecen múltiples controladores, pruébelo utilizando el controlador mínimamente funcional.

### 3.3.2. Procedimiento de Prueba de Velocidad del Aire y Consumo de Energía:

Mida la velocidad del aire (FPM) y el consumo de energía (W) para los ventiladores de techo HSSD hasta que se obtengan mediciones estables, midiendo solo a alta velocidad. Mida la velocidad del aire y el consumo de energía para los ventiladores de techo LSSD y VSD que también cumplen con la definición de un ventilador LSSD hasta que se obtengan mediciones estables, midiendo primero a baja velocidad y luego a alta velocidad. Para determinar la baja velocidad, comience las mediciones a la velocidad más baja disponible y continúe con la siguiente velocidad más alta hasta que se cumpla la definición de baja velocidad en la sección 1.13 de este apéndice. Las mediciones de velocidad del aire y consumo de energía se consideran estables a alta velocidad si:

(1) La velocidad del aire promedio para cada sensor varía en menos del 5 por ciento o 2 FPM, lo que sea mayor, en comparación con la velocidad del aire promedio medida para ese mismo sensor en un conjunto sucesivo de mediciones de velocidad del aire, y

(2) El consumo de energía promedio varía en menos del 1 por ciento en un conjunto sucesivo de mediciones de consumo de energía.

(a) Las mediciones de velocidad del aire y consumo de energía se consideran estables a baja velocidad si:

(1) La velocidad del aire promedio para cada sensor varía en menos del 10 por ciento o 2 FPM, lo que sea mayor, en comparación con la velocidad del aire promedio medida para ese mismo sensor en un conjunto sucesivo de mediciones de velocidad del aire, y

(2) El consumo de energía promedio varía en menos del 1 por ciento en un conjunto sucesivo de mediciones de consumo de energía.

(b) Estos criterios de estabilidad se aplican de manera diferente a los ventiladores de techo con flujo de aire que no es directamente hacia abajo. Vea la sección 3.3.3 de este apéndice.

**Paso 1:** Configure el primer brazo del sensor (si se usan cuatro brazos fijos), dos brazos del sensor (si se usa una configuración de dos brazos giratorios) o un solo brazo del sensor (si se usa una configuración de un solo brazo giratorio) en la Posición de 0 grados (Eje A). Si es necesario, use una marca como referencia. Si se utiliza una configuración de un solo brazo giratorio o dos brazos giratorios, ajuste la alineación del brazo del sensor hasta que esté en la posición de 0 grados controlando de forma remota el rotador de antena.

**Paso 2:** Configure el software para leer y registrar la velocidad del aire, expresada en pies por minuto (FPM) en intervalos de 1 segundo. (La temperatura no necesita registrarse en intervalos de 1 segundo). Registre la presión barométrica actual.

**Paso 3:** Permita que el ventilador de prueba funcione durante 15 minutos a voltaje nominal y a alta velocidad si el ventilador de techo es un ventilador HSSD. Si el ventilador de techo es un ventilador LSSD o VSD que también cumple con la definición de un ventilador LSSD, permita que el ventilador de prueba funcione durante 15 minutos a voltaje nominal y a la velocidad más baja disponible del ventilador de techo. Apague todos los equipos de acondicionamiento ambiental con circulación forzada que ingresen a la cámara (por ejemplo, aire acondicionado), cierre todas las puertas y ventilaciones y espere 3 minutos adicionales antes de comenzar la sesión de prueba.

**Paso 4a:** Para un brazo de sensor giratorio: Comience a grabar las lecturas. Comenzando con el Eje A, tome 100 lecturas de velocidad del aire (tiempo de ejecución de 100 segundos) y registre estos datos. Para todos los ventiladores excepto los ventiladores multicabezal y los ventiladores con capacidad de oscilación, también mida la potencia durante el intervalo en el que se toman las mediciones de velocidad del aire. Registre el valor promedio de las lecturas de velocidad del aire para cada sensor en pies por minuto (FPM). Determine si las lecturas cumplen con la definición de baja velocidad como se define en la sección 1.13 de este apéndice. Si no es así, reinicie el Paso 4a a la siguiente velocidad más alta hasta que se cumpla la definición de baja velocidad. Una vez que se cumpla la definición de baja velocidad, gire el brazo, estabilice el brazo y permita 30 segundos para permitir que el brazo deje de oscilar. Repita el proceso de grabación de datos y rotación para los Ejes B, C y D. El Paso 4a se completa cuando las lecturas para todos los ejes cumplen con la definición de baja velocidad a la misma velocidad. Guarde los datos para todos los ejes solo para aquellas mediciones que cumplan con la definición de baja velocidad. Usando las mediciones aplicables a baja velocidad, registre el valor promedio de la medición de potencia en vatios (W) (400 lecturas). Registre el valor promedio de las lecturas de velocidad del aire para cada sensor en pies por minuto (FPM) (400 lecturas).

**Paso 4b:** Para una configuración de dos brazos giratorios: Comience a grabar lecturas. Comenzando con los Ejes A y C, tome 100 lecturas de velocidad del aire (tiempo de ejecución de 100 segundos) para ambos ejes y registre estos datos. Para todos los ventiladores excepto los ventiladores multicabezal y los ventiladores con capacidad de oscilación, también mida la potencia durante el intervalo en el que se toman las mediciones de velocidad del aire. Registre el valor promedio de las lecturas de velocidad del aire para cada sensor en pies por minuto (FPM). Determine si las lecturas cumplen con la definición de baja velocidad como se define en la sección 1.13 de este apéndice. Si no es así, reinicie el Paso 4b a la siguiente velocidad más alta hasta que se cumpla la definición de baja velocidad. Una vez que se cumpla la definición de baja velocidad, gire los dos brazos, estabilice el brazo y permita 30 segundos para permitir que el brazo deje de oscilar. Repita el registro de datos para los Ejes B y D. El Paso 4b se completa cuando las lecturas para todos los ejes cumplen con la definición de baja velocidad a la misma velocidad. Guarde los datos para todos los ejes solo para aquellas mediciones que cumplan con la definición de baja velocidad. Usando las mediciones aplicables a baja velocidad, registre el valor promedio de la medición de potencia en vatios (W) (200 lecturas). Registre el valor promedio de las lecturas de velocidad del aire para cada sensor en pies por minuto (FPM) (200 lecturas).

**Paso 4c:** Para cuatro brazos de sensor fijos: Comience a registrar las lecturas. Tome 100 lecturas de velocidad del aire (durante 100 segundos de tiempo de ejecución) y registre estos datos. Tome las lecturas para todos los brazos del sensor (Ejes A, B, C y D) simultáneamente. Para todos los ventiladores, excepto los ventiladores multicabezal y los ventiladores capaces de oscilar, también mida la potencia durante el intervalo en que se toman las mediciones de velocidad del aire. Registre el valor promedio de las lecturas de velocidad del aire para cada sensor en pies por minuto (FPM). Determine si las lecturas cumplen con la definición de baja velocidad según se define en la sección 1.13 de este apéndice. Si no es así, reinicie el Paso 4c en la velocidad inmediatamente superior hasta que se cumpla la definición de baja velocidad. El Paso 4c se considera completo cuando las lecturas para todos los ejes cumplen con la definición de baja velocidad a la misma

velocidad. Guarde los datos para todos los ejes solo para aquellas mediciones que cumplan con la definición de baja velocidad. Usando las mediciones aplicables a baja velocidad, registre el valor promedio de la medición de potencia en vatios (W) (100 lecturas). Registre el valor promedio de las lecturas de velocidad del aire para cada sensor en pies por minuto (FPM) (100 lecturas).

**Paso 5:** Repita el paso 4a, 4b o 4c hasta obtener mediciones estables.

**Paso 6:** Repita los pasos 1 a 5 anteriores a alta velocidad para los ventiladores de techo de baja velocidad y ventiladores de diámetro muy pequeño que también cumplan con la definición de un ventilador de baja velocidad. Nota: Asegúrese de que las lecturas de temperatura y humedad se mantengan dentro de las tolerancias requeridas durante la duración de la prueba (todas las velocidades probadas). Se puede utilizar equipo de acondicionamiento ambiental de aire forzado y se pueden abrir puertas y conductos entre las sesiones de prueba para mantener las condiciones ambientales.

**Paso 7:** Si está probando un ventilador de techo de montaje múltiple, repita los pasos 1 a 6 con el ventilador de techo en la configuración de ventilador de techo (asociada con ventiladores de techo estándar o empotrado) que aún no se haya probado.

Si un ventilador de techo de múltiples cabezales incluye más de una categoría de cabezal de ventilador de techo, pruebe al menos uno de cada categoría única. Un cabezal de ventilador con una construcción diferente que pueda afectar el movimiento del aire o el consumo de energía, como la carcasa, la inclinación de las aspas o el motor, constituiría una categoría diferente de cabezal de ventilador.

**Paso 8:** Para los ventiladores de techo de múltiples cabezas, mida el consumo de energía activa (real) en todas las fases simultáneamente a cada velocidad de forma continua durante 100 segundos con todos los cabezales de ventilador encendidos, y registre el valor promedio en cada velocidad en vatios (W).

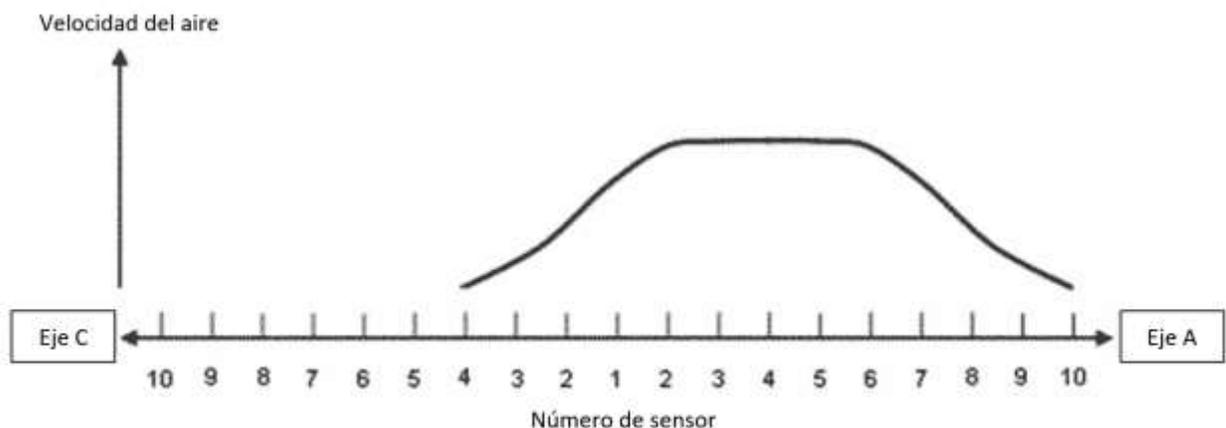
Para los ventiladores de techo con función oscilante, mida el consumo de energía activa (real) en todas las fases simultáneamente a cada velocidad de forma continua durante 100 segundos con la función oscilante encendida. Registre el valor promedio de la medición de potencia en vatios (W).

Tanto para los ventiladores de techo de múltiples cabezas como para los ventiladores con función oscilante, repita la medición del consumo de energía hasta obtener mediciones estables.

### *3.3.3 Mediciones de la Velocidad del Aire para Ventiladores de Techo con Flujo de Aire No Directamente Hacia Abajo:*

Utilizando el mismo número de sensores que cubrirían el mismo diámetro como si el flujo de aire estuviera directamente hacia abajo, registre la velocidad del aire a cada velocidad desde el mismo número de sensores continuos con las mediciones de velocidad del aire más altas. Este conjunto continuo de sensores debe estar ubicado a lo largo del eje en el que se dirige la inclinación del ventilador de techo (y a lo largo del eje que está a 180 grados del primer eje). Por ejemplo, un ventilador de 42 pulgadas inclinado hacia el eje A puede crear el patrón de velocidad del aire que se muestra en la Figura 4 de este apéndice. Según se muestra en la Tabla 1 de este apéndice, un ventilador de 42

pulgadas normalmente requeriría 7 sensores activos por eje. Sin embargo, dado que el ventilador no está dirigido hacia abajo, todos los sensores deben registrar datos. En este caso, dado que el conjunto de sensores correspondiente a la máxima velocidad del aire se centra a 3 posiciones de sensor de distancia desde el sensor 1 a lo largo del eje A, sustituya la velocidad del aire en el sensor 4 del eje A por la velocidad del aire promedio en el sensor 1. Tome el promedio de la velocidad del aire en los sensores del eje A 3 y 5 como sustituto de la velocidad del aire promedio en el sensor 2, tome el promedio de la velocidad del aire en los sensores del eje A 2 y 6 como sustituto de la velocidad del aire promedio en el sensor 3, etc. Por último, tome el promedio de las velocidades del aire en el sensor 10 del eje A y el sensor 4 del eje C como sustituto de la velocidad del aire promedio en el sensor 7. Los criterios de estabilidad se aplican después de estas sustituciones. Por ejemplo, la estabilidad de la velocidad del aire en el sensor 7 se determina en función del promedio de la velocidad del aire promedio en el sensor 10 del eje A y el sensor 4 del eje C en mediciones sucesivas. Cualquier medición de velocidad del aire realizada a lo largo del eje B-D no se incluye en el cálculo de la velocidad del aire promedio.



**Figura 4 del Apéndice U de la Subparte B de la Parte 430: Ejemplo del Patrón de Velocidad del Aire para el Flujo de Aire que no es Directamente**

**3.4. Equipo de prueba para ventiladores de techo de gran diámetro y ventiladores de techo de transmisión por correa de alta velocidad:**

El equipo de prueba y las instrucciones para probar ventiladores de techo de gran diámetro y ventiladores de techo de transmisión por correa de alta velocidad deben cumplir con los requisitos especificados en las Secciones 3 a 7 (incluida la Figura de Prueba 1) de AMCA 230–15, con las siguientes modificaciones:

3.4.1. Se define "ventilador de techo" como en el [10 CFR 430.2](#).

3.4.2. Pruebe ventiladores de techo diseñados para funcionar con una fuente de alimentación monofásica o trifásica con electricidad monofásica o trifásica, respectivamente. Pruebe ventiladores de techo capaces de funcionar con electricidad monofásica o trifásica con electricidad trifásica. El DOE permitirá a los fabricantes de ventiladores de techo capaces de funcionar con electricidad monofásica o trifásica probar

dichos ventiladores con energía monofásica y hacer representaciones de eficiencia asociadas tanto con la electricidad monofásica como trifásica si un fabricante así lo desea, pero los resultados de la prueba en la configuración monofásica no serán válidos para evaluar el cumplimiento de ningún estándar de conservación de energía modificado. Todas las fuentes de alimentación probadas deben tener una frecuencia de 60 Hz.

#### 3.4.3. Voltaje de Suministro:

(1) Para los ventiladores de techo probados con electricidad monofásica, el voltaje de suministro debe ser:

(a) 120 V si el voltaje mínimo clasificado del ventilador de techo es de 120 V o el rango de voltaje clasificado más bajo contiene 120 V,

(b) 240 V si el voltaje mínimo clasificado del ventilador de techo es de 240 V o el rango de voltaje clasificado más bajo contiene 240 V, o

(c) El voltaje mínimo clasificado del ventilador de techo (si no se especifica un rango de voltaje) o el promedio del rango de voltaje clasificado más bajo, en todos los demás casos.

(2) Para los ventiladores de techo probados con electricidad trifásica, el voltaje de suministro debe ser:

(a) 240 V si el voltaje mínimo clasificado del ventilador de techo es de 240 V o el rango de voltaje clasificado más bajo contiene 240 V, o

(b) El voltaje mínimo clasificado del ventilador de techo (si no se especifica un rango de voltaje) o el promedio del rango de voltaje clasificado más bajo, en todos los demás casos.

#### 3.5. *Medición de modo activo para ventiladores de techo de gran diámetro y ventiladores de techo de alta velocidad con correa:*

(1) Pruebe los ventiladores de techo de gran diámetro y los ventiladores de techo de alta velocidad con correa de acuerdo con AMCA 208-18, en todas las fases simultáneamente a:

(a) Alta velocidad, y

(b) El 40 por ciento o la velocidad más cercana que no sea inferior al 40 por ciento de la velocidad.

(2) Al realizar pruebas al 40 por ciento de la velocidad para los ventiladores de techo de gran diámetro que pueden funcionar a una cantidad infinita de velocidades (por ejemplo, ventiladores de techo con variadores de frecuencia), asegúrese de que las RPM promedio medidas estén dentro del mayor de 1 por ciento de las RPM promedio a alta velocidad o 1 RPM. Por ejemplo, si las RPM promedio medidas a alta velocidad son de 50 RPM, para las pruebas al 40 por ciento de la velocidad, las RPM promedio medidas deben estar entre 19 RPM y 21 RPM. Si las RPM promedio medidas se encuentran fuera de esta tolerancia, ajuste la velocidad del ventilador de techo y repita la prueba. Calcule el flujo de aire y mida el consumo de energía activa (real) en todas las fases simultáneamente de acuerdo con los requisitos de prueba especificados en las Secciones 8 y 9 de AMCA 230-15, con las siguientes modificaciones:

3.5.1. Mida el consumo de energía activa (real) en todas las fases simultáneamente en un punto que incluya todos los componentes que consumen energía del ventilador de techo. Si están presentes, todos los accesorios o características adicionales vendidos con el ventilador de techo que no estén relacionados con la capacidad del ventilador de techo para crear flujo de aire mediante la rotación de las palas del ventilador (por ejemplo, kit de iluminación, calefactor, ionización del aire, tecnología ultravioleta) deben estar instalados pero apagados durante las pruebas. Si el accesorio o característica no se puede apagar, debe configurarse en el modo de menor consumo de energía durante las pruebas. Si el ventilador de techo se ofrece con un controlador predeterminado, las pruebas se realizan utilizando el controlador predeterminado. Si se ofrecen múltiples controladores, las pruebas se realizan utilizando el controlador mínimamente funcional.

3.5.2. Mida el consumo de energía activa (real) en todas las fases simultáneamente de manera continua a la tensión nominal que representa la operación normal durante el período de tiempo en el que se realiza la prueba de diferencial de carga.

3.6. Medición del consumo de energía en modo de espera.

(1) Mida el consumo de energía en modo de espera si el ventilador de techo ofrece una o más de las siguientes funciones orientadas al usuario o de protección:

(a) La capacidad de facilitar la activación o desactivación de otras funciones (incluido el modo activo) mediante interruptor remoto (incluido control remoto), sensor interno o temporizador.

(b) Funciones continuas, que incluyen pantallas de información o estado (incluidos relojes) o funciones basadas en sensores.

(2) Mida el consumo de energía en modo de espera después de completar las pruebas en modo activo y después de que la funcionalidad en modo activo se haya apagado (es decir, la rotación de las palas del ventilador de techo ya no está energizada). El ventilador de techo debe permanecer conectado a la fuente de alimentación principal y estar en la misma configuración que en el modo activo (es decir, cualquier accesorio de iluminación del ventilador de techo debe seguir estando conectado). Mida el consumo de energía en modo de espera de acuerdo con las Secciones 4.3.1, 4.3.2, 4.4 y 5.3.1 a 5.3.2 de la norma IEC 62301 con las siguientes modificaciones:

3.6.1. Deje transcurrir 3 minutos entre la desactivación de la funcionalidad en modo activo y el inicio de la prueba de consumo en modo de espera. (No se requiere tiempo adicional antes de la medición).

3.6.2. Mida simultáneamente en todas las fases el consumo de energía activa (real) de manera continua durante 100 segundos y registre el valor promedio de la medición de consumo en modo de espera en vatios (W).

3.6.3. Determine el consumo de energía de acuerdo con la sección 5.3.2 de la norma IEC 62301, o mediante el siguiente método de lectura promedio. Tenga en cuenta que un período de medición más corto puede ser posible utilizando el método de muestreo de la sección 5.3.2 de la norma IEC 62301.

(1) Conecte el producto a la fuente de alimentación e instrumento de medición de energía.

(2) Seleccione el modo que se va a medir (lo que puede requerir una secuencia de operaciones y podría requerir esperar a que el producto entre automáticamente en el modo deseado) y luego monitorice la potencia.

(3) Calcule la potencia promedio utilizando ya sea el método de potencia promedio o el método de energía acumulada. Para el método de potencia promedio, donde el instrumento de medición de energía puede registrar la potencia promedio real durante un período seleccionado por el operador, la potencia promedio se toma directamente del instrumento de medición de energía. Para el método de energía acumulada, determine la potencia promedio dividiendo la energía medida por el tiempo del período de monitoreo. Utilice unidades de vatios-hora y horas para ambos métodos para determinar la potencia promedio en vatios.

#### 4. **Cálculo de la Eficiencia del Ventilador de Techo a partir de los Resultados de la Prueba:**

4.1. Cálculo del área efectiva para ventiladores de techo de pequeño diámetro que no sean ventiladores de techo de transmisión por correa de alta velocidad:

Calcule el área efectiva correspondiente a cada sensor utilizado en el método de prueba para ventiladores de techo de pequeño diámetro que no sean ventiladores de techo de transmisión por correa de alta velocidad (sección 3.3 de este apéndice) con las siguientes ecuaciones:

(1) Para el sensor 1, el sensor ubicado directamente debajo del centro del ventilador de techo, el ancho efectivo del círculo es de 2 pulgadas y el área efectiva es:

$$\text{Área efectiva (sq. ft.)} = \pi \left( \frac{2}{12} \right)^2 = 0.0873 \quad \text{Ec. 1}$$

(2) Para los sensores entre el sensor 1 y el último sensor utilizado en la medición, el área efectiva tiene un ancho de 4 pulgadas. Si un sensor está a una distancia  $d$ , en pulgadas, desde el sensor 1, entonces el área efectiva es:

$$\text{Área efectiva (sq. ft.)} = \pi \left( \frac{d+1}{12} \right)^2 - \pi \left( \frac{d-2}{12} \right)^2 = \pi \left( \frac{24+1}{12} \right)^2 - \pi \left( \frac{24-2}{12} \right)^2 = 3.076 \quad \text{Ec. 1}$$

(3) Para el último sensor, el ancho del área efectiva depende del desplazamiento horizontal entre el último sensor y el punto en las aspas del ventilador de techo más alejado del centro del ventilador de manera radial. El área total incluida en un cálculo de flujo de aire es el área de un círculo con un diámetro 8 pulgadas más grande que la envergadura de las aspas del ventilador de techo (como se especifica en la sección 3 de este apéndice).

Por lo tanto, por ejemplo, para un ventilador de techo de 42 pulgadas, el último sensor está a 3 pulgadas más allá del extremo de las aspas del ventilador de techo. Dado que solo se incluye el área dentro de 4 pulgadas del extremo de las aspas del ventilador de techo en el cálculo del flujo de aire, el ancho efectivo del círculo correspondiente al último sensor sería

de 3 pulgadas. La fórmula para el cálculo del área efectiva correspondiente al último sensor sería entonces:

$$\text{Área efectiva (sq. ft.)} = \pi \left(\frac{d+1}{12}\right)^2 - \pi \left(\frac{d-2}{12}\right)^2 = \pi \left(\frac{24+1}{12}\right)^2 - \pi \left(\frac{24-2}{12}\right)^2 = 3.076 \quad \text{Ec. 3}$$

Para un ventilador de techo de 46 pulgadas, el área efectiva del último sensor tendría un ancho de 5 pulgadas, y el área efectiva sería:

$$\text{Área efectiva (sq. ft.)} = \pi \left(\frac{d+3}{12}\right)^2 - \pi \left(\frac{d-2}{12}\right)^2 = \pi \left(\frac{24+3}{12}\right)^2 - \pi \left(\frac{24-2}{12}\right)^2 = 5.345 \quad \text{Ec. 4}$$

4.2. Cálculo del caudal y la eficiencia para ventiladores de techo de pequeño diámetro que no son ventiladores de alta velocidad impulsados por correa:

Calcular el caudal del ventilador utilizando el promedio general de ambas series de mediciones de velocidad del aire en cada posición del sensor de las series sucesivas de mediciones que cumplan con los criterios de estabilidad de la sección 3.3 de este apéndice. Para calcular el caudal de los ventiladores HSSD, LSSD y VSD, multiplique el promedio general de la velocidad del aire en cada posición del sensor de la sección 3.3 (para alta velocidad en HSSD, LSSD y VSD que también cumplen con la definición de un ventilador de techo LSSD; y repetir solo para baja velocidad en ventiladores LSSD y VSD que también cumplen con la definición de un ventilador de techo LSSD) por el área efectiva de ese sensor (ver sección 4.1 de este apéndice), y luego sume los productos para obtener el caudal calculado general a la velocidad probada.

Para cada velocidad, utilizando el caudal calculado general y las mediciones generales del consumo de energía promedio de las series de mediciones sucesivas de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia del ventilador de techo (CFM/W)} = \frac{\sum_i(\text{CFM}_i \times \text{OH}_i)}{W_{Sb} \times \text{OH}_{Sb} + \sum_i(W_i \times \text{OH}_i)} \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

CFM<sub>i</sub> = caudal a la velocidad *i*,

OH<sub>i</sub> = horas de operación a la velocidad *i*, según se especifica en la Tabla 2 de este apéndice,

W<sub>i</sub> = consumo de energía a la velocidad *i*,

OHS<sub>b</sub> = horas de operación en modo de espera, según se especifica en la Tabla 2 de este apéndice, y

WS<sub>b</sub> = consumo de energía en modo de espera.

Se calculan dos eficiencias de ventilador de techo para ventiladores de montaje múltiple: una eficiencia corresponde al ventilador de techo montado en la configuración asociada con la

definición de un ventilador de techo tipo empotrado, y la otra eficiencia corresponde al ventilador de techo montado en la configuración asociada con la definición de un ventilador de techo estándar.

Tabla 2 de la Apéndice U al Subpartado B de la Parte 430: Horas de Operación Diarias para el Cálculo de la Eficiencia del Ventilador de Techo.

	Sin modo de espera	Con modo de espera
<b>Horas de funcionamiento diarias) para ventiladores LSSD y ventiladores VSD</b>		
Alta velocidad	3.4	3.4
Baja velocidad	3.0	3.0
Modo en espera	0.0	17.6
Modo apagado	17.6	0.0
<b>Horas de funcionamiento para ventiladores HSSD</b>		
Alta velocidad	12.0	12.0
Modo en espera	0.0	12.0
Modo apagado	12.0	0.0

\* Estos valores se aplican únicamente a los ventiladores VSD que también cumplen con la definición de un ventilador LSSD.

#### 4.3 Cálculo del flujo de aire y eficiencia para ventiladores de techo con múltiples cabezas:

Calcule el flujo de aire para cada cabezal del ventilador utilizando el método descrito en la sección 4.2 de este apéndice. Para calcular el flujo de aire total a una velocidad determinada para un ventilador de techo con múltiples cabezas, sume el flujo de aire de cada cabezal del ventilador incluido en el ventilador de techo (se puede aplicar un solo flujo de aire a cada uno de los cabezales idénticos, pero al menos uno de cada tipo único de cabezal del ventilador debe ser probado). El consumo de energía es el consumo de energía medido con todos los cabezales del ventilador encendidos. Utilizando el flujo de aire descrito en esta sección y las mediciones de consumo de energía de la sección 3.3 de este apéndice, calcule la eficiencia del ventilador de techo para un ventilador de techo con múltiples cabezas de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia del ventilador de techo } (CFM/W) = \frac{\sum_i (CFM_i \times OH_i)}{W_{Sb} \times OH_{Sb} + \sum_i (W_i \times OH_i)} \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:

CFMi = suma de flujos de aire para cada cabeza en la velocidad  $i$ ,

OHi = horas de funcionamiento a la velocidad  $i$  según lo especificado en la Tabla 2 de este apéndice,

Wi = consumo de energía a la velocidad  $i$ ,

OHSb = horas de funcionamiento en modo de espera según lo especificado en la Tabla 2 de este apéndice, y

WSb = consumo de energía en modo de espera.

**5. Cálculo del Índice de Eficiencia Energética del Ventilador de Techo (CFEI) a partir de los resultados de la prueba para ventiladores de techo de gran diámetro y ventiladores de techo de transmisión por correa de alta velocidad:**

Calcule el CFEI, que es el FEI para ventiladores de techo de gran diámetro y ventiladores de techo de transmisión por correa de alta velocidad, a las velocidades especificadas en la sección 3.5 de este apéndice según AMCA 208–18, con las siguientes modificaciones:

- (1) Utilizando una constante de flujo de aire ( $Q_0$ ) de 26,500 pies cúbicos por minuto;
- (2) Utilizando una constante de presión ( $P_0$ ) de 0.0027 pulgadas de indicador de agua; y
- (3) Utilizando una constante de eficiencia del ventilador ( $\eta_0$ ) del 42 por ciento.

[[81 FR 48639](#), 25 de julio de 2016; [81 FR 54721](#), 17 de agosto de 2016, modificado en [86 FR 28473](#), 27 de mayo de 2021; [87 FR 50424](#), 16 de agosto de 2022].