



AMCA *insite*[™] Webinar Series

Especificar ventiladores para entornos industriales

Scott Arnold

Gerente de Contenido, AMCA International
Moderador de seminarios web

- Se unió a AMCA en 2017
- Encabeza el desarrollo y publicación de artículos y documentos técnicos y materiales educativos.
- Editor en jefe de la renombrada revista AMCA inmotion,



PATROCINADORES DEL WEBINAR



PATROCINADORES DEL WEBINAR



PATROCINADORES DEL WEBINAR



PATROCINADORES DEL WEBINAR



PATROCINADORES DEL WEBINAR



PATROCINADORES DEL WEBINAR



Introduccion y Reglas

- Reglas de participación:
 - La audiencia será silenciada durante el webinar.
 - Las preguntas podrán ser enviadas, en cualquier momento, a través de la plataforma GoToWebinar y serán abordarán al final de la presentación.
 - Recordatorio: ¡Este webinar está siendo grabado!
 - Para obtener acreditación PDH, tendrá que mantenerse conectado al webinar durante toda la hora.
 - Posteriormente, a la terminación del webinar, se enviará una evaluación por correo electrónico en el transcurso de un día, y deberá ser llenada para poder recibir la acreditación PDH.
 - Todo participante que desee recibir acreditación PDH debe estar registrado de forma individual. En caso de ser un grupo de participantes y requieren la acreditación, póngase en contacto con Lisa Cherney (lcherney@amca.org) para obtener una hoja de registro grupal.

P & R

Para hacer una pregunta:

- En el panel de control de los asistentes, a un lado de la pantalla, seleccione la opción desplegable de "Preguntas".
- Escriba su pregunta en el recuadro, comenzando con el nombre del presentador al cual está dirigida la misma.
 - Haga clic en "Enviar".

AMCA International cumple con los estándares y requerimientos del Programa de Educación Continua Registrados (Registered Continuing Education Program). La acreditación recibida al final del programa será reportada a RCEP en RCEP.net. Se entregará Certificado de Cumplimiento a cada participante. Como tal, no incluye contenido que pueda ser considerado o interpretado como aprobación o endoso por parte de RCEP.

La participación en la totalidad del seminario, y su evaluación, son requisito para poder proceder a la emisión y entrega de la acreditación de PDH. No se otorgarán créditos parciales en caso de abandonar el seminario antes de su terminación o al no enviar la evaluación.



DERECHOS de AUTOR

Los derechos de autor de esta actividad educativa están protegidos por leyes Internacionales y de los EEUU. Está prohibida la reproducción, distribución, muestra y uso de esta actividad educativa sin un permiso escrito del presentador.

© AMCA International 2020

Especificar ventiladores para entornos industriales

Propósito y Objetivos Académicos

El propósito de este webinar es enseñar a los miembros de AMCA y a los profesionales de la industria en cuanto a los aspectos clave tanto ambientales, aerodinámicos y mecánicos en el rendimiento de los ventiladores industriales.

Al final de esta presentación los asistentes podrán:

- 1, Describir cómo los ventiladores industriales difieren de los ventiladores comerciales.
2. Definir las diferentes tipos de presión y flujo.
3. Calcular la densidad.
4. Comparar entre diferentes diseños de impulsores centrífugos y axiales y cómo afectan a la presión y la eficiencia del ventilador.
5. Explicar las consideraciones clave en la selección de ventiladores para entornos abrasivos, corrosivos y de alta temperatura.

PRESENTADORES

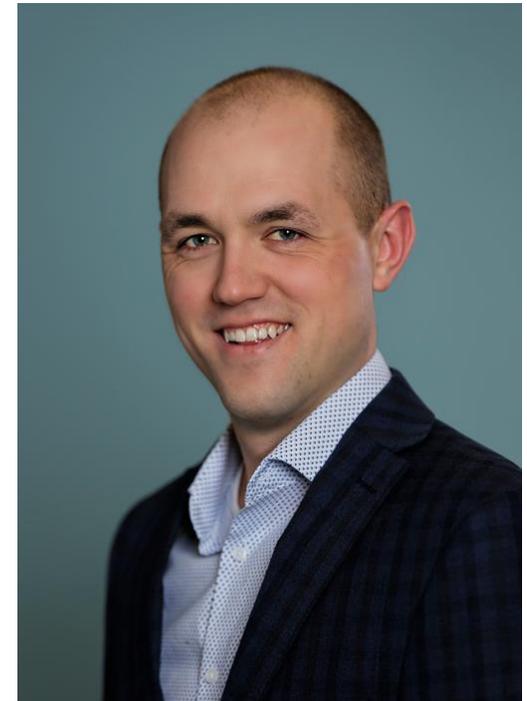
Aaron Saldanha



Marcel Kamutzki



Dan Hormann



Aaron Saldanha

Suplente, AMCA Fan Committee

Usos de Ventiladores Industriales

- Ha trabajado en las principales empresas de ventiladores en la India y los Estados Unidos por más de 13 años.
- Cuenta con una amplia experiencia en gestión de ingeniería, ventas, producción, calidad y desarrollo de nuevos productos
- Miembro de múltiples comités en AMCA y ASHRAE
-



Marcel Kamutzki

Miembro, AMCA Fan Committee

Aerodinámica en Ventiladores Industriales

- 30 años en la fabricación de ventiladores industriales; actualmente es el Vicepresidente de Automatización de Ingeniería y Diseño
- Ingeniero con registro en la provincia de Ontario, Canadá
- Su experiencia abarca el desarrollo de software, ingeniería de diseño e ingeniería de ventas para una empresa multinacional, muy importante, en la fabricación de ventiladores.
-

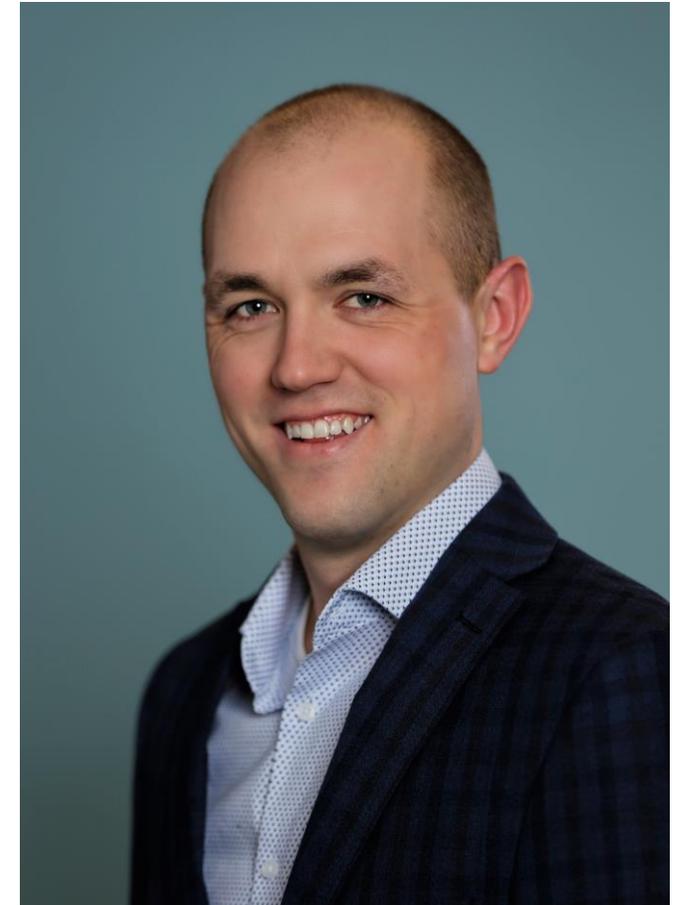


Dan Hormann

Miembro, AMCA Fan Committee

Ventilador Comercial vs. Industrial

- Desde el 2012 ha diseñado ventiladores de uso pesado para empresas del servicio público, minería, pulpa y papel, ventilación de emergencia para túneles y la industria del gas y petróleo.
- Prestó sus servicios, durante 8 años, en la Reserva del Ejército de los EE. UU.
- Miembro activo en API 673 Task Force of Centrifugal fans for Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services, y en AMCA's Fan Committee



Dan Hormann

Miembro, AMCA Fan Committee

Ventilador Comercial vs. Industrial



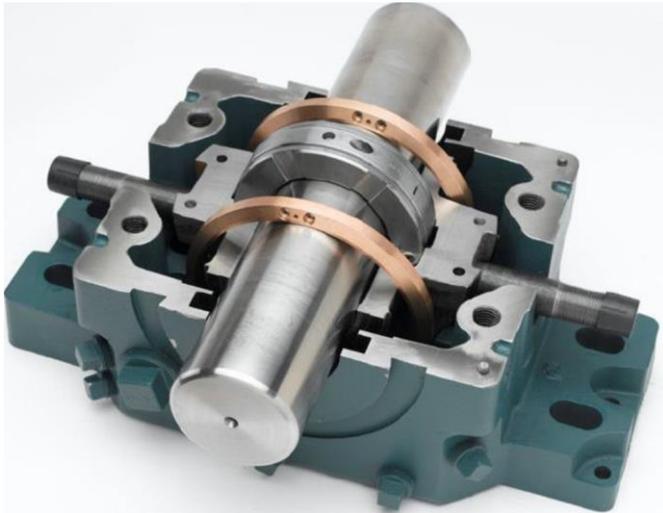
Ventilador Comercial vs. Industrial

- *Generalmente más robustos*
- *Mayor rigidez y separación de frecuencias naturales*
- *Tolerancia a la corrosión*
- *Soldadura continua*

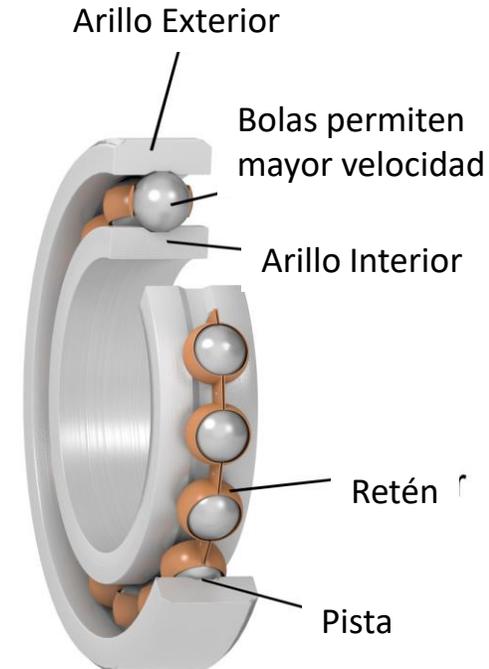
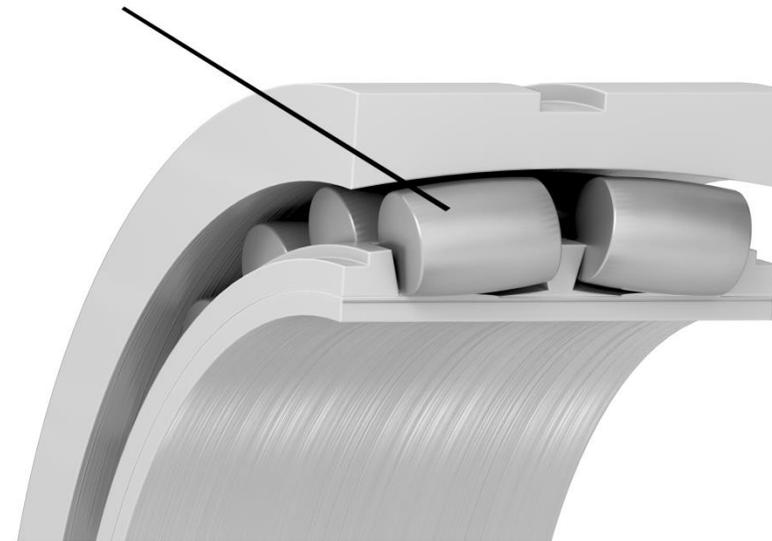


Ventilador Comercial vs. Industrial

- *Tipo de rodamientos*
- *Rodamiento de bolas*
- *Rodamiento de rodillos*
- *Rodamiento hidrodinámico*



Los rodamientos de rodillos esféricos soportan cargas radiales y axiales



Ventilador Comercial vs. Industrial

- *Menor Permisibilidad en el Nivel de Vibración y en la Precisión en el Criterio de Balanceo*
- *AMCA 204*

USO	EJEMPLOS	LIMITE POTENCIA KW (HP)	CATEGORÍA USO, BV
RESIDENCIAL	Ventiladores de techo, ático, aire acondicionado	≤ 0.15 (0.2)	BV-1
		> 0.15 (0.2)	BV-2
HVAC Y AGRICULTURA	Ventilación de edificios y aire acondicionado, sistemas comerciales	≤ 3.7 (5.0)	BV-2
		> 3.7 (5.0)	BV-3
PROCESOS INDUSTRIALES, GENERACIÓN DE ENERGÍA, ETC.	Casas de bolsas, lavadoras de gases, minas, bandas transportadoras, calderas, aire de combustión, control de polvo, túneles de viento	≤ 298 (400)	BV-3
		> 298 (400)	BV-4
TRANSPORTE Y MARÍTIMO	Locomotoras, camiones, automóviles	≤ 15 (20)	BV-3
		> 15 (20)	BV-4
VIALIDAD/TÚNEL	Ventilación de emergencia Metro, tuneles, estacionamientos	≤ 75 (100)	BV-3
		> 75 (100)	BV-4
	Jet Fan para túnel	Todos	BV-4
PROCESOS PETROQUÍMICOS	Gases peligrosos, ventiladores de proceso	≤ 37 (50)	BV-3
		> 37 (50)	BV-4
MANUFACTURA CHIPS DE COMPUTADORA	Cuarto limpio	Todos	BV-5

Ventilador Comercial vs. Industrial

- *Acoplamiento Directo vs. Poleas y Banda(s)*
- *Poleas y Banda(s) Desventajas:*
 - *Desgaste en Banda(s)*
 - *Vibración a Frecuencia de Paso de Banda(s)*
 - *Reducción de Vida de Rodamientos*
 - *Incremento de Mantenimiento*



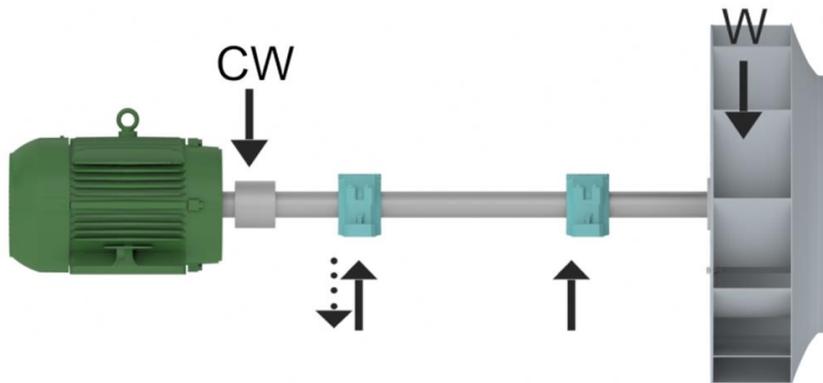
Ventilador Comercial vs. Industrial

- *Monitoreo del Estado de la Maquinaria*
- *Temperatura de Motor y Rodamientos*
- *Vibración en Rodamientos*
- *Acumulación de Material y Detección de Desbalanceo*
- *Mantenimiento Preventivo*



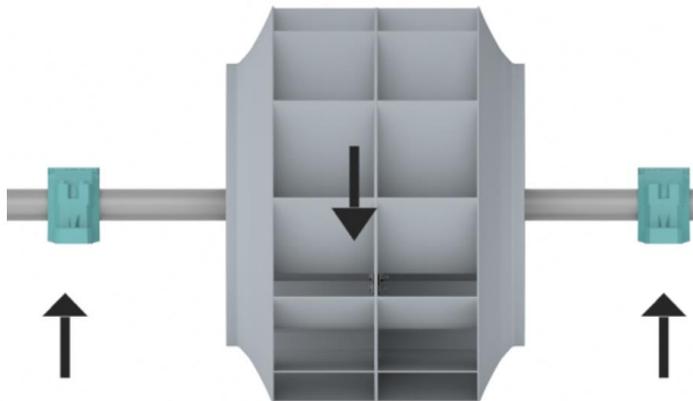
Ventilador Comercial vs. Industrial

- Arreglo 8
- Acoplamiento Directo
- Impulsor montado en la flecha del ventilador en lugar de la del motor



Ventilador Comercial vs. Industrial

- Arreglo 7
- Rotor colocado Entre Rodamientos
- Posibilidad de Ventiladores más Grandes
- Rodamientos Montados en Pedestales Independientes



Ventilador Comercial vs. Industrial

- Bases de Inercia
- Arreglos 7 u 8
- Aisladores de Resortes y Bases de Concreto
- Rigidez de Bases Mejorada
- Mejor Relación $\frac{\text{Masa Estática}}{\text{Masa Rotatoria}}$
- Reducción en Vibración



Ventilador Comercial vs. Industrial

- Arreglo 3
- Pedestales de Concreto para Rodamientos
- Mayor Rigidez en los Soportes de Rodamientos
- Mayor Relación $\frac{\text{Masa Estática}}{\text{Masa Rotatoria}}$
- Menor Vibración



Ventilador Comercial vs. Industrial

- *Superficies de Montaje de Rodamientos y Motores Maquinados*
- *Reducción de Pie Cojo*
- *Previene Deformación en Chumacera*
- *Facilita el Alineamiento del Cople*



Marcel Kamutzki

Miembro, AMCA Fan Committee

***Aerodinámica en Ventiladores
Industriales***



Aerodinámica en Ventiladores Industriales

- *Definición de Presión y Flujo*
- *Recuperación de Presión Estática*
- *Cálculo de Densidad*
- *Perdidas en el Sistema y Curvas del Sistema*
- *Velocidad Específica*
- *Leyes de los Ventiladores*
- *Comportamiento en Diferentes Perfiles de Aspa*

Definición de Presión y Flujo (AMCA 99)

- Presión: Fuerza por Unidad Área
- Presión Absoluta: Valor de presión referido al cero absoluto (vacío). Siempre es Positivo.
- Presión Barométrica: Presión absoluta ejercida por la atmósfera en el sitio de medición.
- Presión Manométrica: Es el diferencial de presión entre la presión de referencia, como puede ser la presión barométrica, y la presión absoluta en el punto de medición. Puede ser tanto positiva como negativa.

Definición de Presión y Flujo (AMCA 99)

- **Presión Estática:** Se presenta gracias a el nivel de compresión existente. Si se expresa como presión manométrica ésta puede ser +ve o -ve.
- **Presión Dinámica:**
(Velocidad) Se presenta gracias a la relación de movimiento existente. Sólo puede ser positiva +ve.
- **Presión Total:** Es la Suma Algebraica de las Presiones Dinámica y Estática en el punto de medición.

Definición de Presión y Flujo (AMCA 99)

- Presión Total Ventilador (FTP): Diferencial entre presión total a la succión y la de descarga del ventilador.

$$PTV = PT_D - PT_S$$

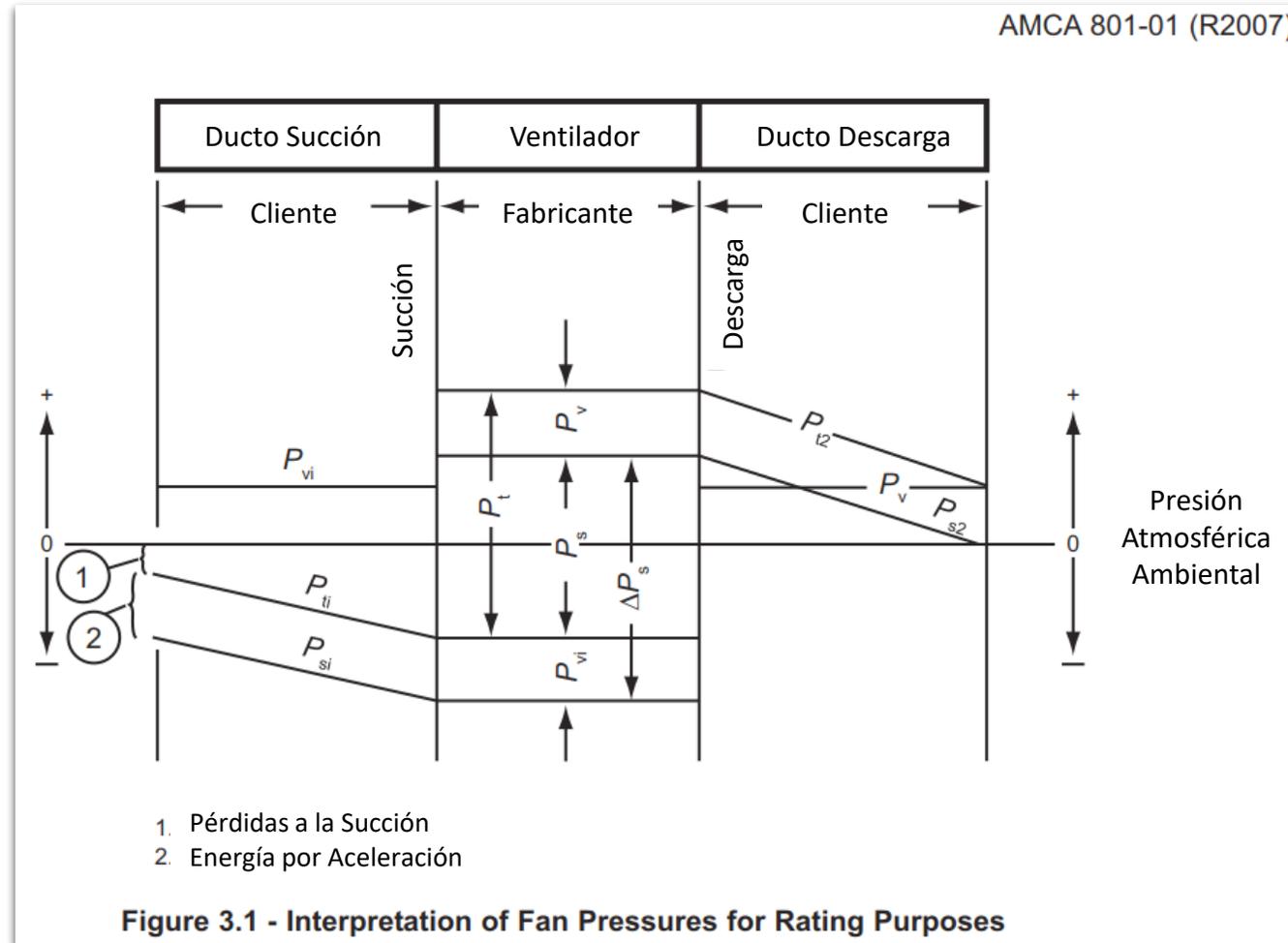
- Presión Estática Ventilador (PEV): Diferencial entre presión estática a la descarga y la presión total a la succión.

$$PEV = PE_D - PT_S$$

- Incremento en Presión Estática (IPE): Diferencial entre la presión estática a la succión y a descarga del ventilador.

$$IPE = PE_D - PE_S$$

Definición de Presión y Flujo (AMCA 99)



Recuperación de Presión Estática

- *La mayoría de los ventiladores (en Norteamérica) están clasificados usando la PEV o IPE.*
- *La mayoría de los ventiladores tienen una velocidad de salida mayor a la que los clientes desean que fluya a través de los conductos.*
- *Al ampliar el ducto de salida, es posible convertir la presión de velocidad en presión estática (Bernoulli).*
- *Esto permite reducir el tamaño del ventilador y bajar el HP generando la PE de salida deseada.*



Definición de Presión y Flujo (AMCA 99)

- *Volumen, flujo, actual:* El volumen, o flujo, actual que pasa por el plano de medición a densidad determinada, expresada en $\text{ft}^3/\text{min}(\text{cfm})$ o m^3/s .
- *Volumen, flujo, estándar:* El volumen, o flujo, actual que pasa por el plano de medición, corregido a densidad estándar de $0.075 \text{ lbm}/\text{ft}^3$; denominado como SCFM.
- *Volumen, flujo, NORMAL:* El volumen, o flujo, actual que pasa por el plano de medición, corregido a una densidad de $1.292 \text{ kg}/\text{m}^3$ denominado como Nm^3/s .
- *Flujo másico:* Es la masa de aire que pasa por un área determinada en una unidad de tiempo. Expresada en lbm/h o kg/s .

TODOS los Flujos se determinan a la **SUCCIÓN** del Ventilador.

Cálculo de la Densidad

$$\bullet \text{ Densidad } (p) = 0.075 \times \frac{529.7}{(T+459.7)} \times \frac{P}{29.92} \times \frac{MW}{29.984} \quad (I-P)$$

$$\bullet \text{ Densidad } (p) = 1.2 \times \frac{293.15}{(T+273.15)} \times \frac{P}{101.3} \times \frac{MW}{29.984} \quad (SI)$$

T: Es la temperatura en el lugar de medición, °C o °F.

P: Es la presión absoluta en el lugar de medición, en Hg o kPa.

MW: Es el peso molecular del gas.

Cálculo de la Densidad

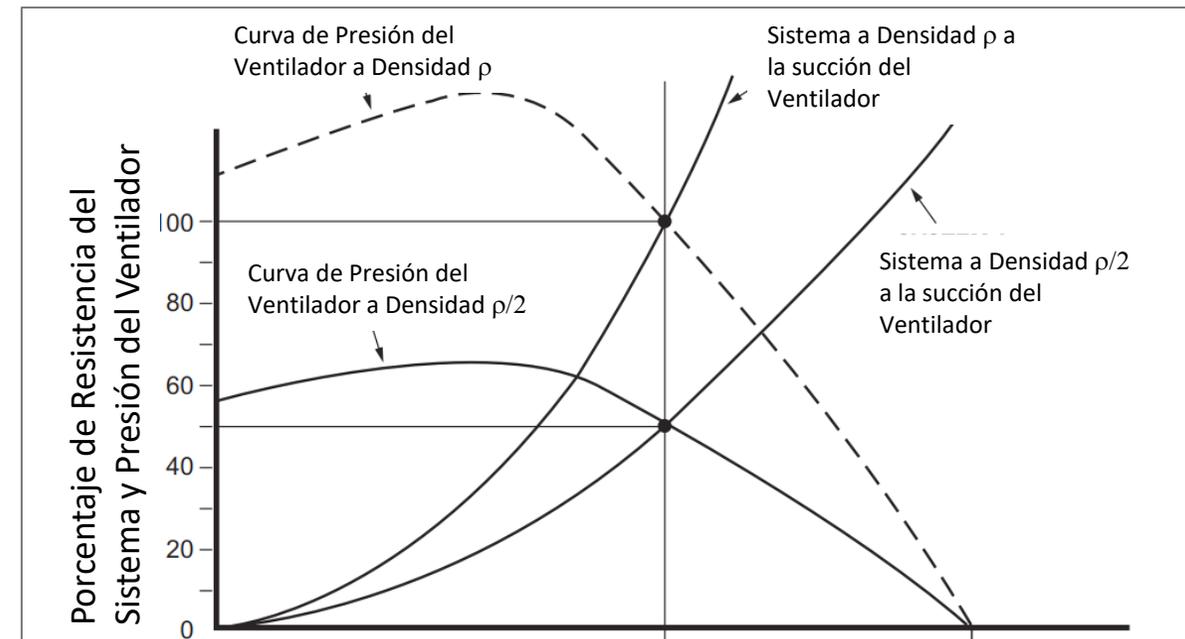
- Peso Molecular(MW) del Aire seco es de **28.964**
- MW del Agua (H₂O) es ~18
- Por lo Tanto, el aire húmedo es menos denso que el aire seco
- Aire Estándar Air se define al aire con las siguientes propiedades, aproximadamente:

Densidad de 1.2 kg/m³ (0.075 lbm/ft³), calor específico de 1.4, viscosidad de 1.819×10^{-5} Pa·s (1.222×10^{-5} lbm/ft-s) y una presión absoluta de 101.325 kPa (406.78 in. wg). Aire a 20°C (68°F), 50% humedad relativa, y 101.325 kPa (29.92 in. Hg).

- Aire **NORMAL** se define a 0°C y NM y tiene una densidad de **1.292 kg/m³**

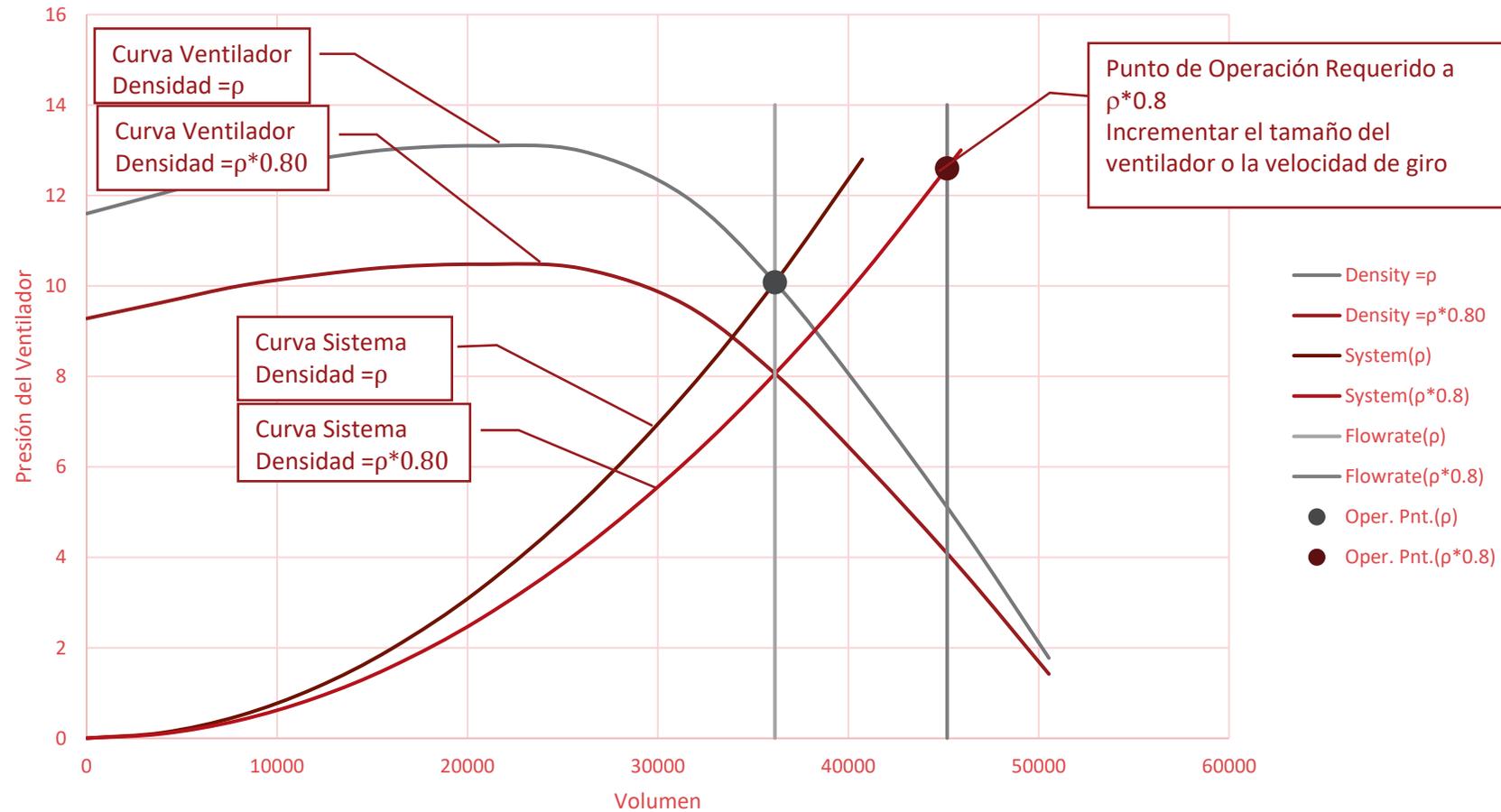
Cálculo de la Densidad

- *¿Por qué es importante la Densidad?*
- *Recordemos que el ventilador es un aparato de volumen constante. La mayoría de las aplicaciones que utilizan ventiladores están basadas en flujo de masa. El aire de combustión para quemadores, aire de enfriamiento para serpentín, cualquier proceso petroquímico. Todos dependen de un cierto flujo de masa para una operación apropiada.*



Cálculo de la Densidad

Efecto de la Densidad sobre el volumen, o flujo, requerido

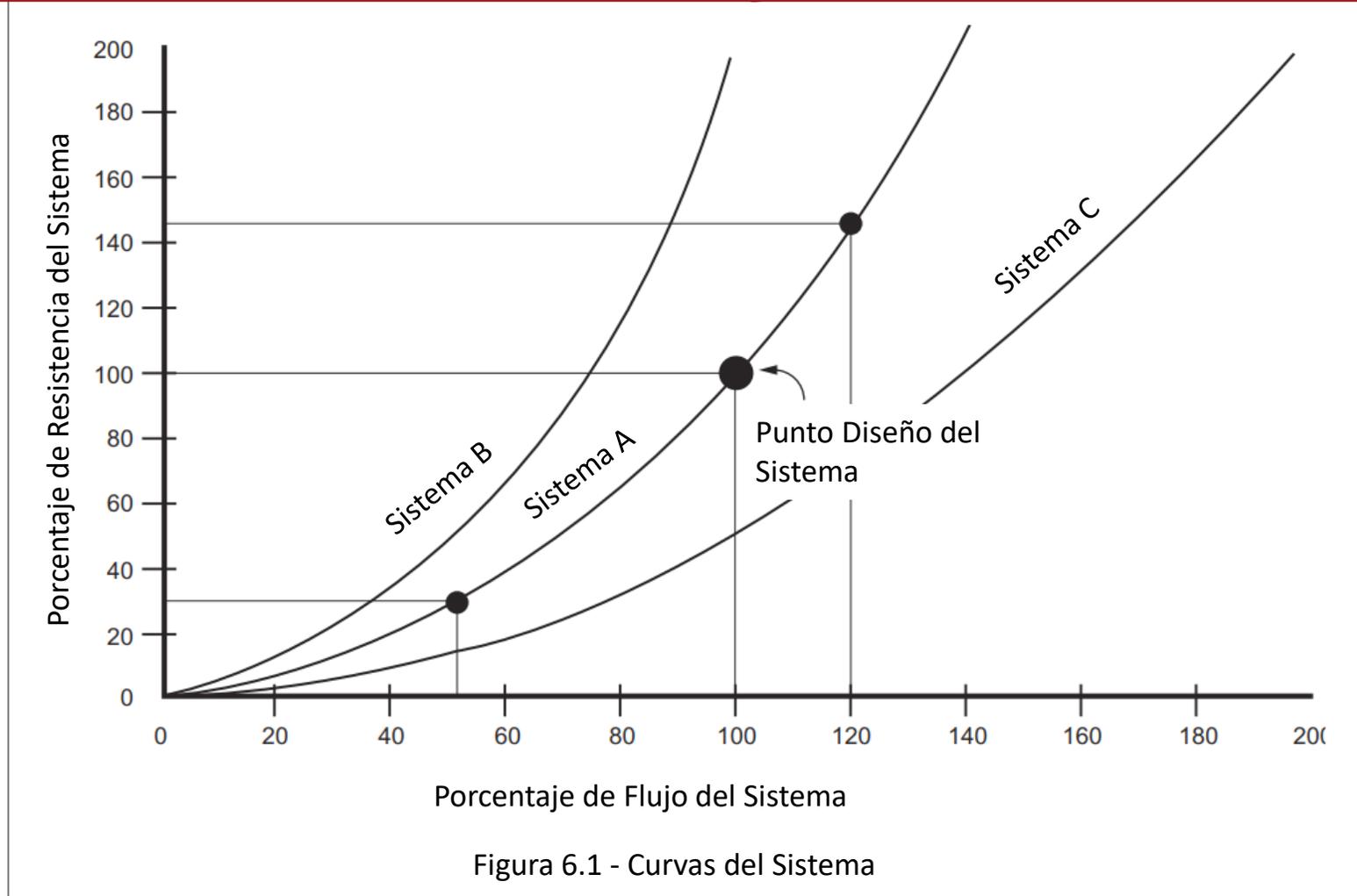


Pérdidas en el Sistema y Curvas del Sistema

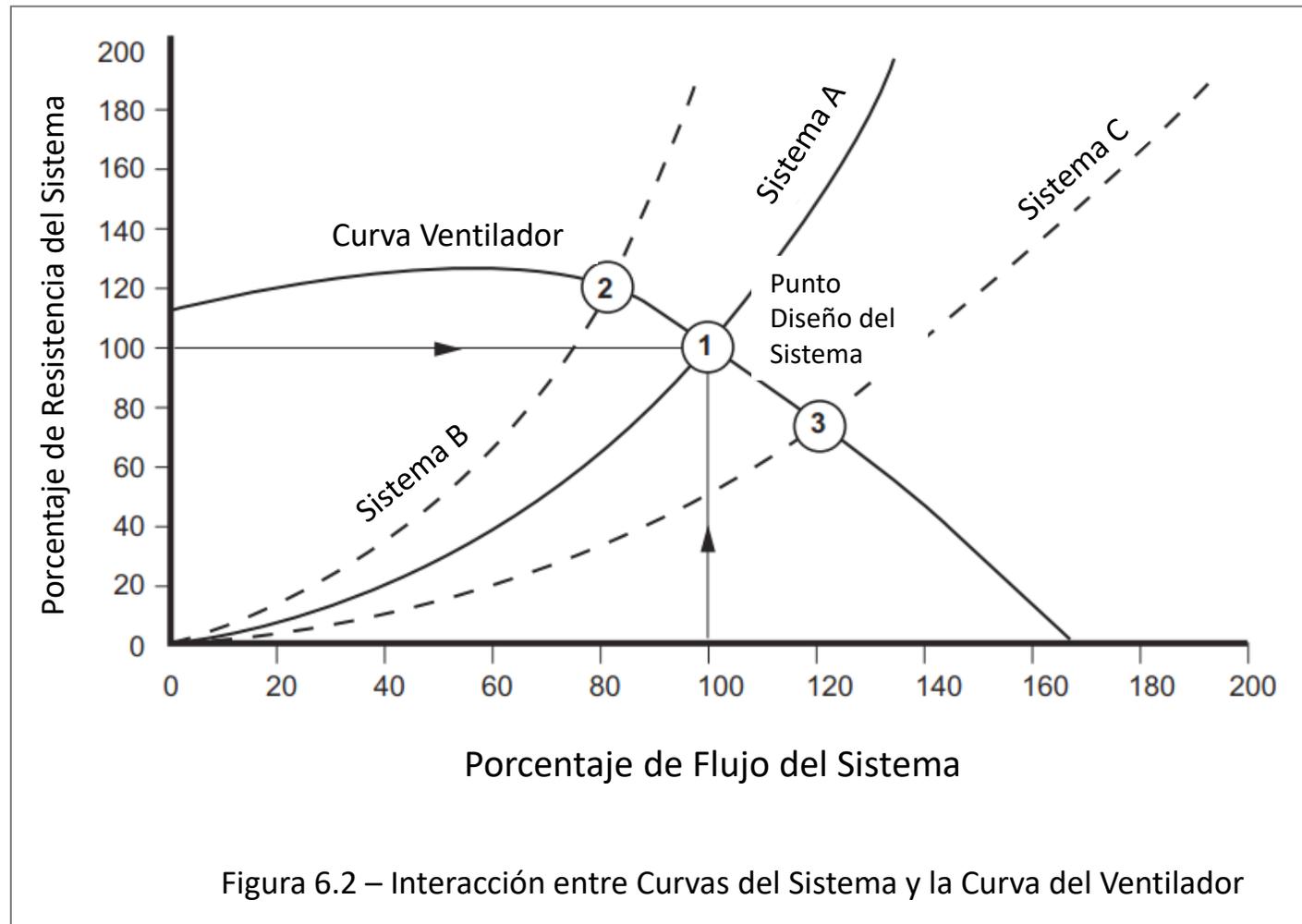
- *El flujo en el sistema se genera debido a la diferencia de presión existente entre 2 puntos.*
- *La pérdidas en el sistema provienen de la fricción y la turbulencia.*
- *Principio de Bernoulli: SP + VP en el punto 1 del sistema es igual a SP + VP en el punto 2 más fricción + pérdidas dinámicas.*
- *La mayoría de los elementos del sistema tienen pérdidas que varían al cuadrado de la relación de volumen, o flujo:*

$$P_2 = P_1 \times (CFM_2/CFM_1)^2$$

Pérdidas en el Sistema y Curvas del Sistema



Interacción entre Curva del Sistema y la Curva del Ventilador



Pérdidas en el Sistema y Curvas del Sistema

- *La ecuación de continuidad dice que el volumen del flujo en 2 puntos dentro del mismo sistema siempre es de igual ($Q_1 = Q_2$)*
- *El volumen del flujo en un sistema es igual a la velocidad del mismo multiplicada por el área del claro del ducto $Q = V \times A$*
- *Por lo tanto:*

$$V_1 \times A_1 = V_2 \times A_2$$

Velocidad Epecífica

- *Velocidad Específica*
 - *Valor Aimensional*

$$N_{ss} = \frac{N \times \sqrt{Q}}{SP_e^{0.75}}$$

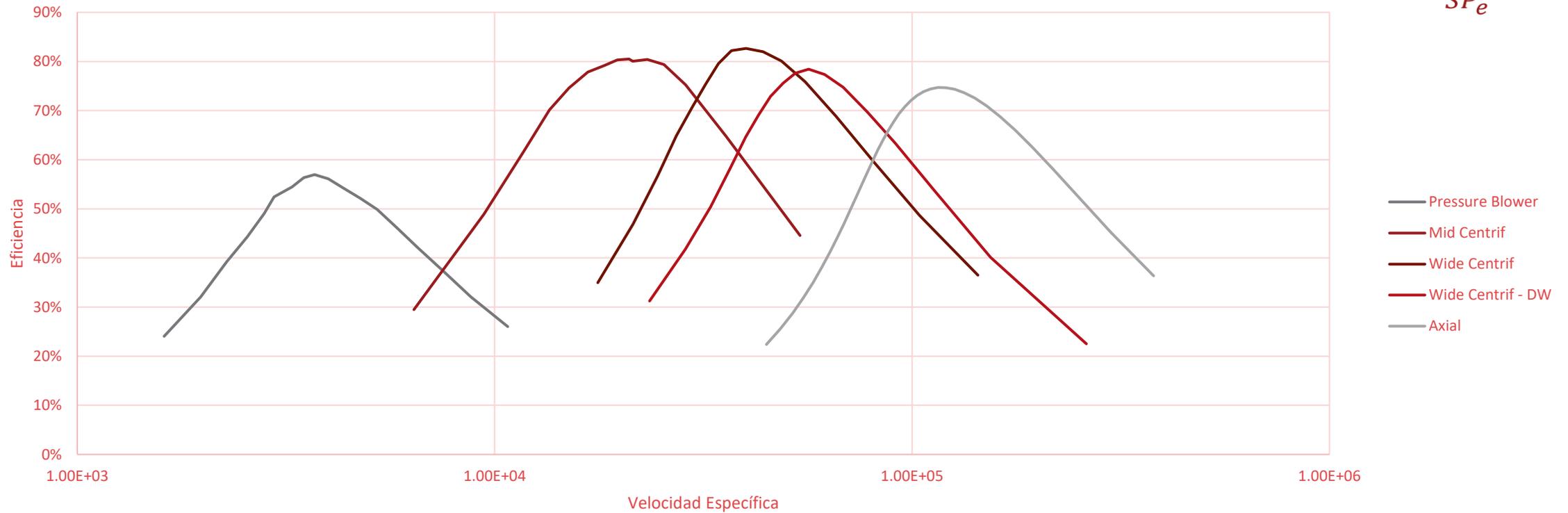
N:=	velocidad	[rpm]
Q:=	flujo	[cfm]
SP:=	presión	[inWG]

- *Se utiliza para determinar el mejor ventilador a una capacidad específica.*

Velocidad Epecífica

Eficiencia vs. Velocidad Específica

$$• \ NSS = \frac{N \times \sqrt{Q}}{SP_e^{0.75}}$$



Leyes de los Ventiladores (Similaridad)

- *Leyes de Similitud Geométrica*
- *Permite predecir la capacidad actual de un ventilador considerando los datos de un ventilador modelo.*

$$CFM_A = CFM_B \left(\frac{Dia_A}{Dia_B} \right)^3 \cdot \left(\frac{RPM_A}{RPM_B} \right)^1$$

A = Tamaño Actual

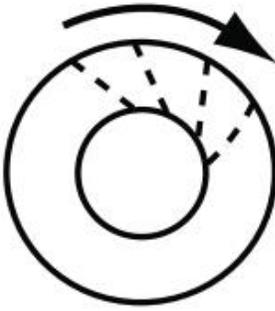
B = Tamaño Base

$$SP_A = SP_B \left(\frac{Dia_A}{Dia_B} \right)^3 \cdot \left(\frac{RPM_A}{RPM_B} \right)^2$$

$$HP_A = HP_B \left(\frac{Dia_A}{Dia_B} \right)^5 \cdot \left(\frac{RPM_A}{RPM_B} \right)^3$$

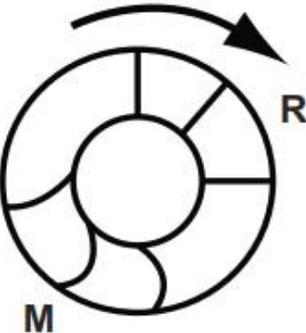
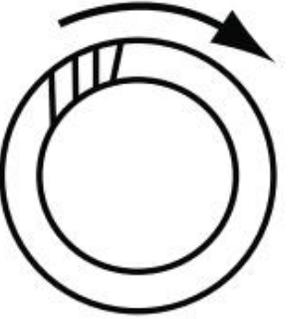
Diseño de Impulsor (AMCA 201)

Centrífugo

Aspa Aerodinámica (Airfoil)		<ul style="list-style-type: none"> • La mayor eficiencia de todos los diseños centrífugos. • Entre 10 y 16 aspas con un contorno aerodinámico, inclinadas en dirección opuesta a la de rotación. La configuración del aspa permite una expansión eficiente entre espacio entre aspas. • El aire sale del impulsor a una velocidad menor a la velocidad periférica. • Para cierta capacidad, tiene una velocidad mayor a la de los demás centrífugos.
Aspa Plana o Curva Inclinada hacia atrás		<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia ligeramente menor a la de los centrífugos. • Entre 10 y 16 planas rectas o curvas, inclinadas en dirección opuesta a la rotación. • Su eficiencia se debe a las mismas razones que en los airfoil.

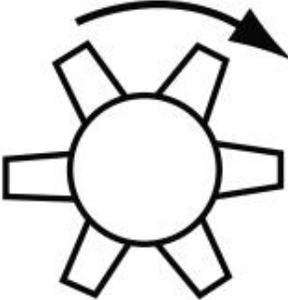
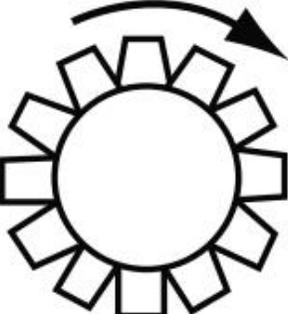
Diseño de Impulsor (AMCA 201)

Centrífugo

<p>RADIAL</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Mayor presión que en los airfoil, curva atrasada y plana atrasada. • La curva puede romperse a la izquierda del punto máximo, por lo que no debe ser operado en esa área. • La potencia se incrementa de forma continua de principio hasta descarga libre.
<p>Aspa Curva Inclinada hacia adelante</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Curva de presión mas aplanada y menor eficiencia que en los ventiladores airfoil, curva atrasada y plana atrasada. • No seleccionar el ventilador a la izquierda del punto máximo de la curva debido a la caída que se presenta en la misma. • La potencia se incrementa de forma continua de principio hasta descarga libre. La selección del motor debe tomar en cuenta esta situación.

Diseño de Impulsor (AMCA 201)

Axial

TUBEAXIAL		<ul style="list-style-type: none"> • Poco más eficiente y capaz de generar mayor presión estática que un ventilador de hélice. • Usualmente consta de entre 4 a 8 aspas sencillas o aerodinámicas. • El diámetro de la masa rotatoria es, por lo general, menor a la mitad del diámetro del impulsor.
VANEAXIAL		<ul style="list-style-type: none"> • Un buen diseño del aspa le da una capacidad media a alta de presión con muy buena eficiencia. • Los ventiladores más eficientes tienen aspas aerodinámicas. • Las aspas pueden ser fijas, o de ángulo ajustable en reposo o durante la operación. • El diámetro de la masa rotatoria es, por lo general, mayor a la mitad del diámetro del impulsor.

Aaron Saldanha

Suplente, AMCA Fan Committee

Usos de Ventiladores Industriales



Usos de Ventiladores Industriales

- *Segmentación basada en las condiciones de uso:*
 - *Ambiente Abrasivo*
 - *Ambiente Corrosivo*
 - *Alta Temperatura*

REFERENCIA: 2



Ventiladores para ambientes abrasivos



Usos de Ventiladores Industriales – Ambiente Abrasivo

- Definición:

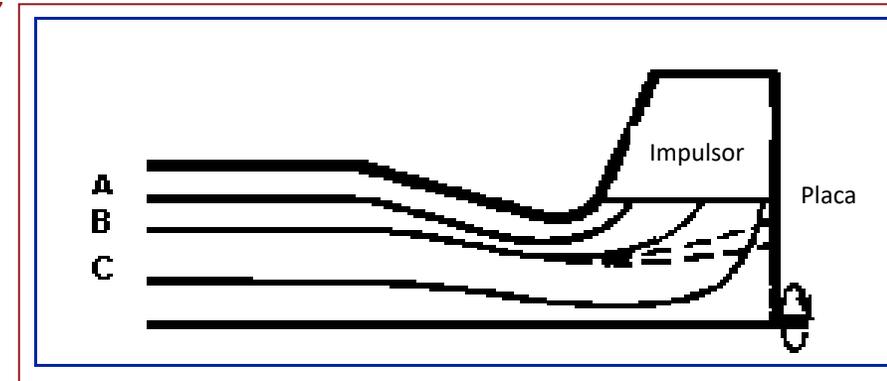
Cuando las partículas contenidas en el flujo causan un desgaste en las superficies del ventilador debido a la fricción (por lo general en las aspas y la cercha de la envolvente).

- Aplicaciones típicas:

- Centrifugadoras – Cemento, Hierro y Acero, Colectores de polvo (lado sucio), Plantas termoeléctricas (carbón).
- Axiales – Minería, Plantas termoeléctricas (carbón).

Diseño contra Desgaste

- Predecir donde el Desgaste Se Presentará
- Diseñar Superficies para Minimizar o Resistir el Desgaste
 - Minimizar el Desgaste
 - Usar Diseños BC/BI en lugar de Radial – Mitad en la Tasa de Desgaste
 - Usar Dispositivos Deflectores de Desgaste
 - Seleccionar Ventiladores que operen a menor velocidad.
 - Resistir Desgaste
 - Incrementar Espesor del Componente
 - Uso de Vario Dispositivos de Protección Contra el Desgaste



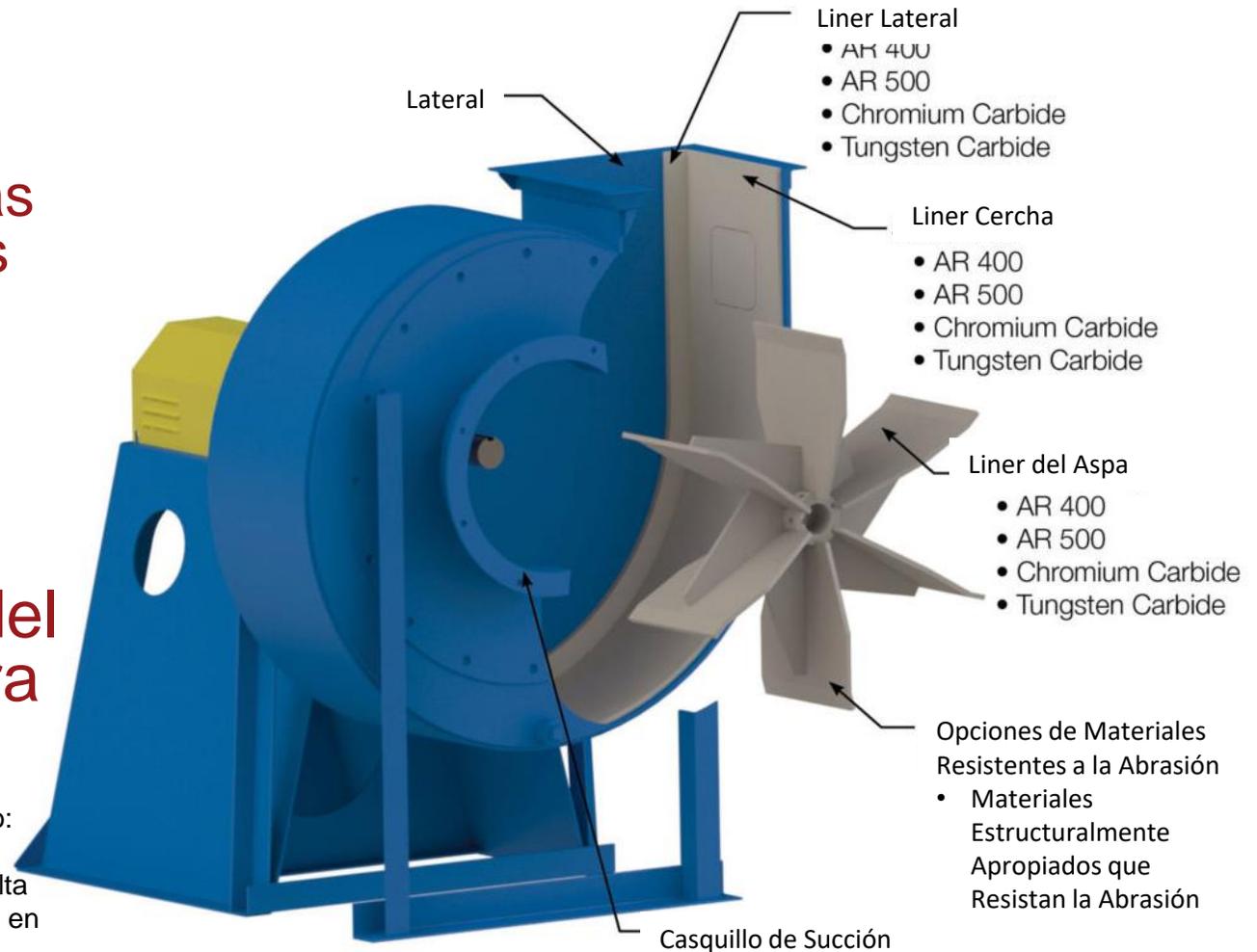
A – Partículas pequeñas
B – Partículas medianas (~10 micrones)
C – Partículas grandes (~100 micrones)

Previsiones de Diseño – Ambiente Abrasivo

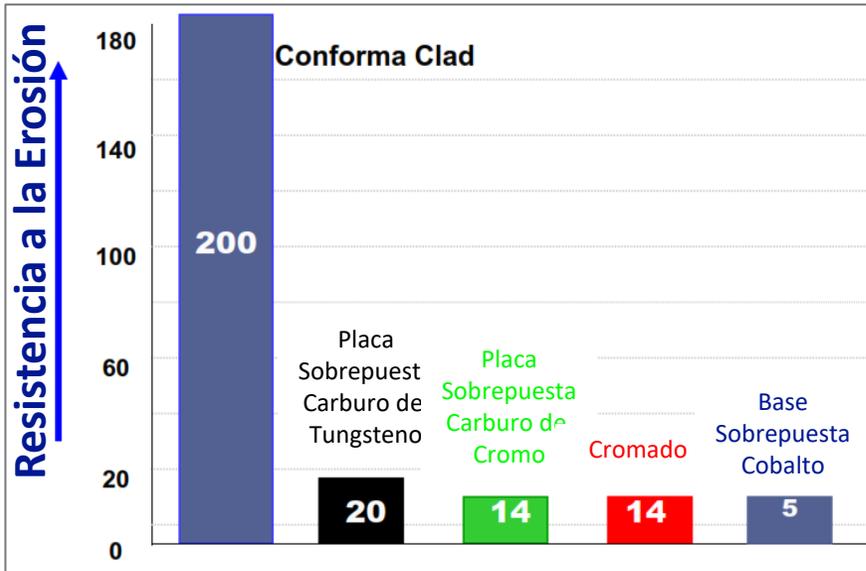
- Previsiones de Diseño
 - Asegurarse de que todos los accesorios en contacto con el flujo de aire (compuertas, juntas flexibles, etc.) estén protegidas contra la abrasión.
- Ventiladores Axiales – usualmente las aspas son de fierro colado (en lugar de aluminio). El perfil de ataque del aspa, o inclusive la aspa entera tiene protección.

REFERENCIA: 5

- Opciones de Recubrimiento:
- Recubrimiento con proyección térmica de alta velocidad (por lo general en axiales)



Selección de Material – Abrasión



Protección Contra Abrasión	Costo Material
Placa Sobrepuesta Carburo de Cromo	X
Placa Sobrepuesta Carburo de Tungsteno	1.7 X
Conforma Clad	14 X



EPRI (Electric Power Research Institute) CS-6068, Project 1649-4 ASTM G73

Propiedades	WC Cladding	Metalizado	Sobrepuesto Soldado	Espray Plasma	Tube Shields SS
Fuerza Unión	Muy Alto	Muy Bajo	Alto	Bajo	Bajo
Geometrías Complejas	Si	No	Difícil	No	No
Resistencia a la Abrasión	Muy Alto	Moderado	Alto	Moderado	Bajo
Resistencia a la Erosión	Muy Alto	Bajo a Moderado	Bajo	Bajo	Bajo
Resistencia a la Corrosión	Alto	Bajo a Moderado	Bajo	Bajo	Alto
Resistencia a Impactos	Moderado	Bajo a Moderado	Moderado	Bajo	Bajo
Nivel de Oxido	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Alto
Resistencia a la Temperatura	Alto	Moderado	Bajo	Moderado	Alto
Aplicar en Sitio	No	Si	Si	Si	Si
Resiste Múltiples Formas de Desgaste	Si	No	Si	No	No

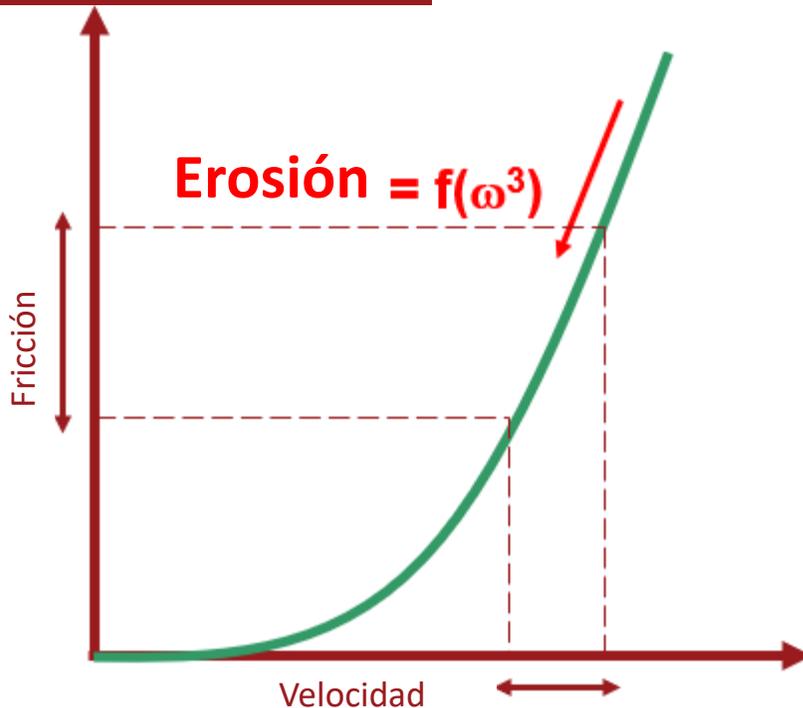
- El material de Metal Duro No esta soldado directamente al aspa, esto es para evitar problemas metalúrgicos.
- Este blindaje puede ser retirado fácilmente sin modificar la estructura mecánica del impulsor.

Consideraciones de Diseño – Ambiente Abrasivo



Reducir la velocidad

Fricción significa erosión del material



Velocidad de rotación es velocidad del aire

Para la misma capacidad, teniendo un ventilador más grande operando a una velocidad menor a la de uno más pequeño **reduce** la erosión en el material. La velocidad del aire varía con la velocidad de rotación y la erosión varía proporcionalmente con la velocidad del aire al cubo. Al reducir la velocidad de rotación a la mitad dará como resultado el reducir **erosión dividiendo entre 8** ($Erosión = f(\omega^3)$)

Ventaja:

Mayor inversión = ventilador más grande = menor erosión = vida más larga

Consideraciones de Diseño – Ambiente Abrasivo

Eficiencia Optima



Seleccione el ventilador a su máxima eficiencia para poder tener un flujo suave y prevenir zonas muertas donde habrá acumulación de material.

Los ventiladores de alta eficiencia son, por lo general, más grandes y por lo tanto más caros. Algunos de estos ventiladores tienen componentes maquinados para asegurar dicha eficiencia por lo que hace que el costo se incremente.

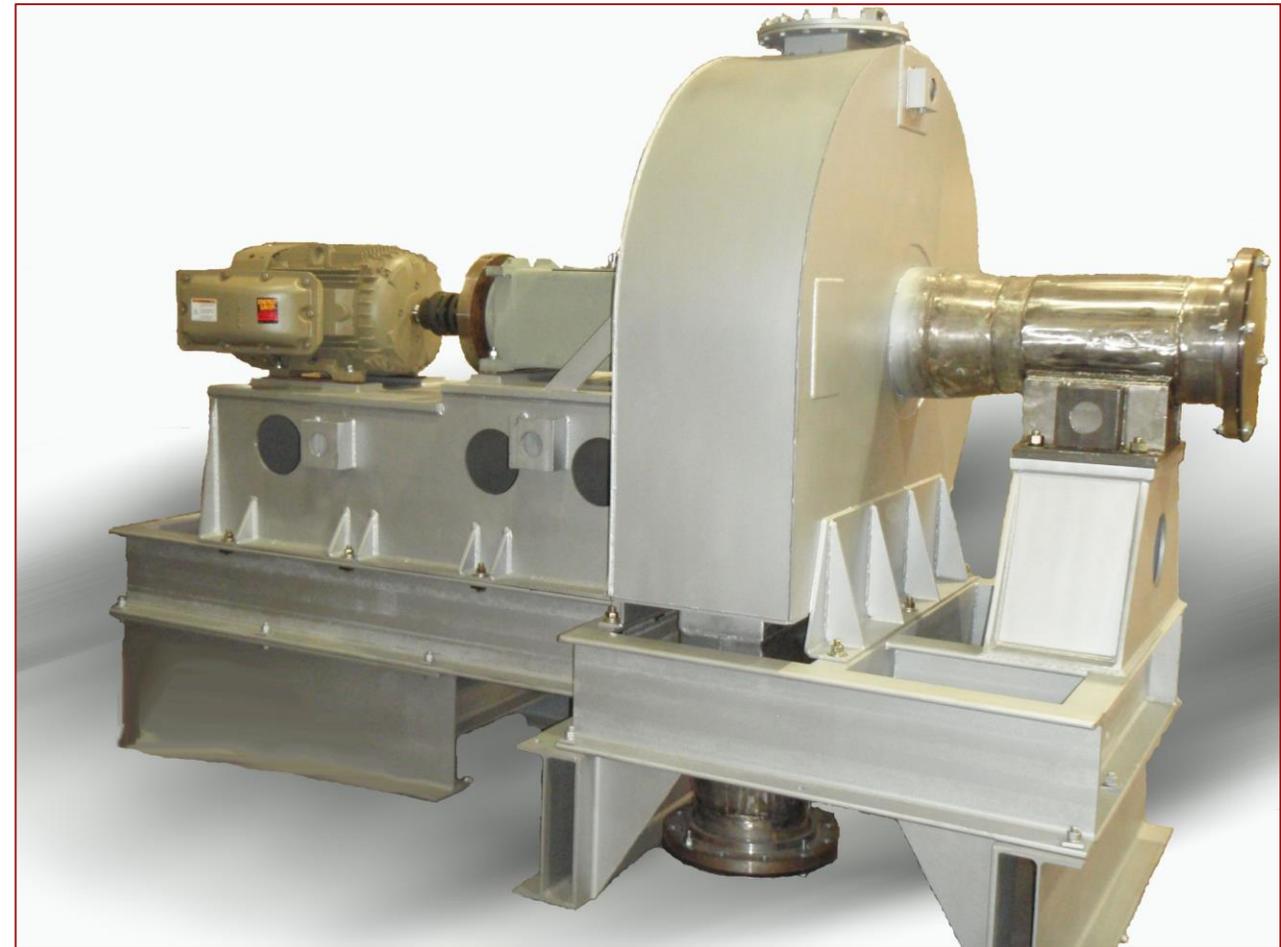
Ventajas:

- Alta eficiencia = menor consumo de potencia = menor costo de operación.
- Alta eficiencia = menor número de puntos muertos = menor acumulación de polvo = reducción en el costo de mantenimiento (desbalanceo)



**El polvo se acumula
en los puntos
muertos del flujo**

Ventiladores para ambientes corrosivos



Consideraciones de Diseño – Ambiente Corrosivo

- Definición:

Es la destrucción gradual del material de Fabricación del ventilador debido una reacción química y/o electroquímico con el flujo.

- Usos típicos:

- Centrífugos y axiales – Plantas petroquímicas, procesos químicos, fertilizantes, farmacéuticas, tratamiento de agua, laboratorios, pulpa y papel



~US\$276
mmdd/año.

Costo directo por
corrosión en EE.UU.

*www.corrosioncost.com

REFERENCIA: 8

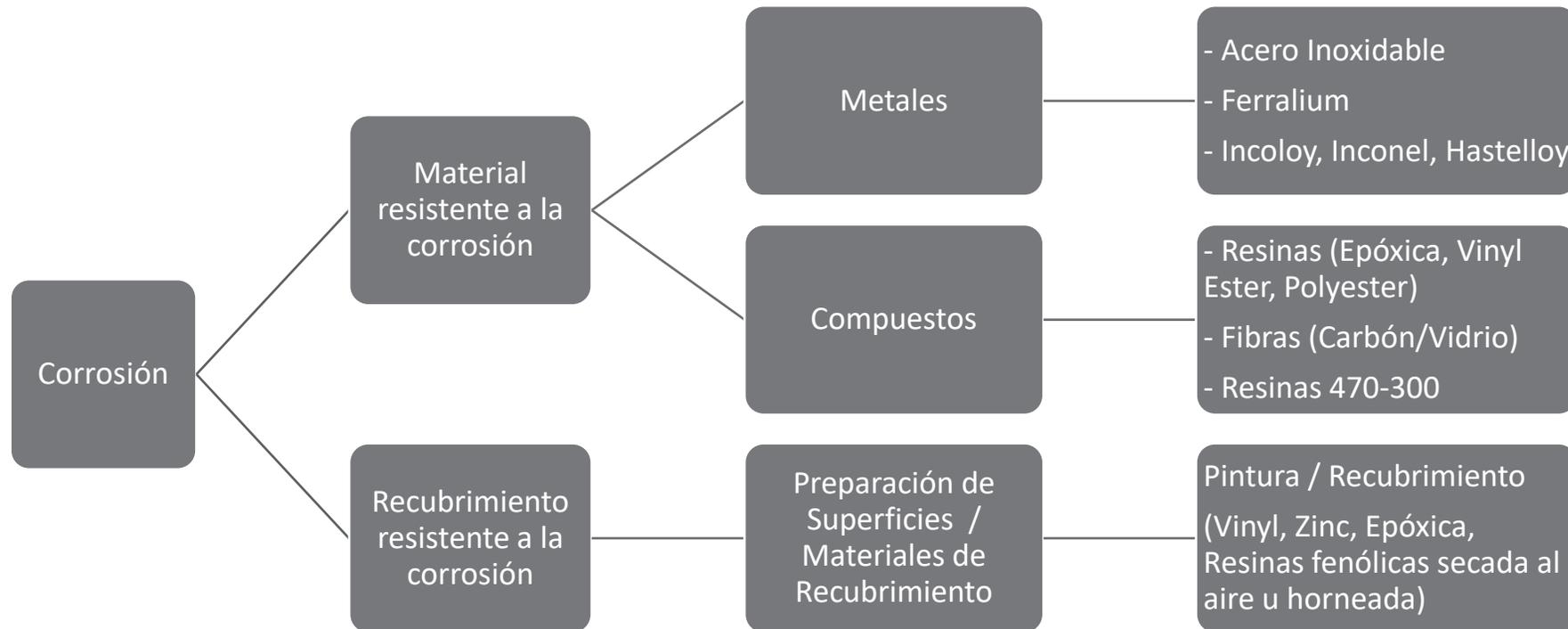
Consideraciones de Diseño – Ambiente Corrosivo

- Flujo corrosivo / inflamable / peligroso:
 - Fabricación de componentes en el flujo (incluyendo accesorios, herrajes)
 - Fabricación a prueba de chispa AMCA Standard 99
 - Diseño de envolvente de poca fuga (incluyendo accesorios)
 - Selección del material del eje
- Ambiente externo corrosivo / inflamable / peligroso:
 - Fabricación externa del ventilador (envolvente, bases, etc.) (incluyendo accesorios, herrajes)
 - Especificaciones motor/eléctricas
 - Lubricación y protección de rodamientos
 - Selección del material del eje

El Fabricante del Ventilador debe Apoyarse del Usuario para Poder Especificar el Material de Fabricación Apropiado para el Proceso.

Selección del Material– Ambiente Corrosivo

- Material en el flujo vs. Material de fabricación del ventilador



Estándar AMCA 99-16 – A Prueba de Chispas

Más Estrictas



Menos Estrictas

Tipo	Construcción
A	Todas las partes del ventilador que entran en contacto con el flujo a ser manejado y que esta sujeto a impacto por las partículas en el mismo deberán de ser de material no-ferroso. Las flechas/ejes y otras partes que estén expuestas al flujo deberán ser cubiertas con materiales no-ferrosos.
	Solo ventilador: Se deben tomar medidas para asegurar que el impulsor, rodamientos y flecha/eje sean asegurados y/o retenidos de forma adecuada para prevenir cualquier movimiento lateral o axial de los mismos.
	Solo compuertas: Su fabricación debe asegurar que los mecanismos, rodamientos, y aspas estén aseguradas y/o retenidos para evitar cualquier movimiento independiente. Rodamientos con materiales ferrosos son aceptables solo si estos se encuentran fuera del flujo y protegidas de cualquier impacto de partículas.
B	Solo ventiladores: El ventilador debe tener un impulsor de material no ferroso y un arillo en la abertura por donde pasa la flecha/eje. Está permitido el uso de mamelones, flechas/ejes y otros componentes en materiales ferrosos solo si su construcción previene que dos, o mas, componentes de material ferroso entren en contacto en caso de cualquier desplazamiento del impulsor o la flecha/eje. También se deben tomar medidas para asegurar que el impulsor, rodamientos y flecha/eje sean asegurados y/o retenidos de forma adecuada para prevenir cualquier movimiento lateral o axial de los mismos.
	Solo compuertas: Su fabricación debe asegurar que los mecanismos, rodamientos, y aspas estén aseguradas y/o retenidos para evitar cualquier movimiento independiente. Las aspas deben ser de material no-ferroso.
C	Solo ventilador: Los ventiladores deben ser fabricados para asegurar que el impulsor, rodamientos y flecha/eje sean asegurados y/o retenidos de forma adecuada para prevenir que dos, o más, componentes de material ferroso entren en contacto.
	Solo compuertas: Su fabricación debe asegurar que los mecanismos, rodamientos, y aspas estén aseguradas y/o retenidos para evitar cualquier movimiento independiente. Las aspas deben ser de material no-ferroso.

Consideraciones de Diseño – Ambiente Corrosivo

Un ventilador que maneja ácido nítrico, y no tiene sello mecánico, resultará en daño a los rodamientos.

- Materiales dentro del flujo de aire (impulsor, flecha, interior de la carcasa) debe ser adecuado para productos químicos.
- Utilizar sello mecánico de material adecuado para productos químicos.
- Fabricar la carcasa con baja fuga (soldaduras de doble cara, bridas más gruesas y un menor espaciado entre pernos de unión de la misma).



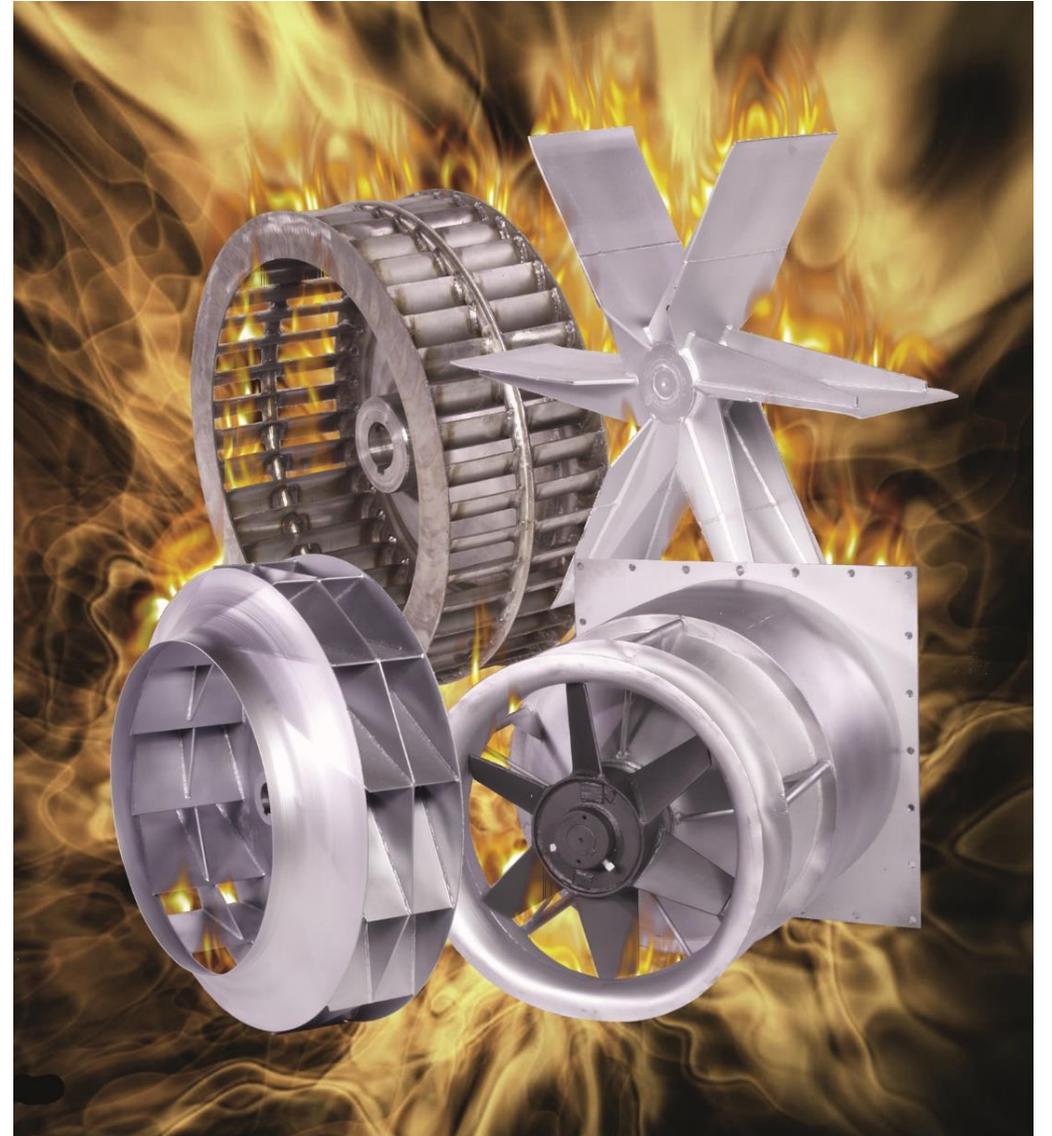
Fuga en el sello causa daño en rodamientos



Sello de laberinto con suministro de aire comprimido



Ventiladores para Alta Temperatura



Usos de Ventiladores Industriales – Alta Temperatura

- Definición:

Por lo general los fabricantes de ventiladores definen un flujo con una temperatura de 300° F (149° C) o más como alta temperatura.

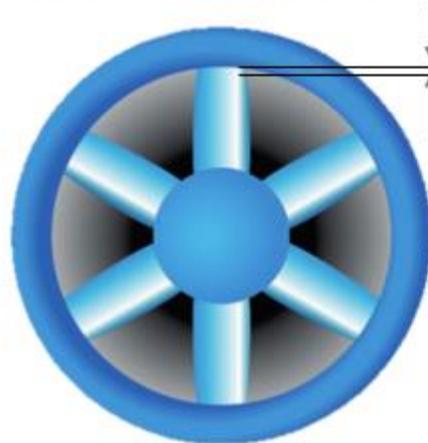
- Usos típicos:

- Centrífugos y axiales – Procesos petroquímicos, circulación forzada ó recirculación de aire ó gas en fogones, hornos, secadoras (ventiladores VTI y VTF).
- Muchas aplicaciones HVAC que requieren de ventiladores apropiados que puedan soportar altas temperaturas por un corto periodo (aprox. 2 hrs.) como parte de los requerimientos de seguridad contra-fuego, ejem.: ventilación de túneles, ventilación de estacionamientos, ventilación en edificios comerciales.

Características de Ventiladores para Alta Temperatura

- Los materiales dentro del flujo deben ser apropiados para la temperatura.
- La envolvente debe ser aislada (seguridad y mejorar eficiencia).
- Normalmente se requiere de sellos por donde pasa la flecha para reducir el escape de gases.
- Enfriamiento en la flecha y rodamientos.
- Selección del motor para arranque en frío vs arranque en caliente.
- Ventiladores axiales – diseño con espaciado en punta.

REFERENCIA: 4



Espaciado en punta-espacio que existe entre la punta del aspa y la envolvente

Temperatura/ Atmosfera	Material	Costo Material
Hasta 900 grad F	Acero al Carbón	X
900 - 1550 grad F	Acero Inoxidable	3 X
1550-2000 grad F	Aleaciones con Cobalto	141 X
Corrosivo	Hastelloy	80 X
Corrosivo y alta temperatura	Inconel	46 X

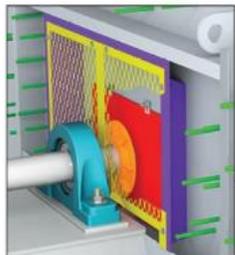
Características de Ventiladores para Alta Temperatura



Pedestal para Alta Temperatura con Sello y Enfriador Estándar



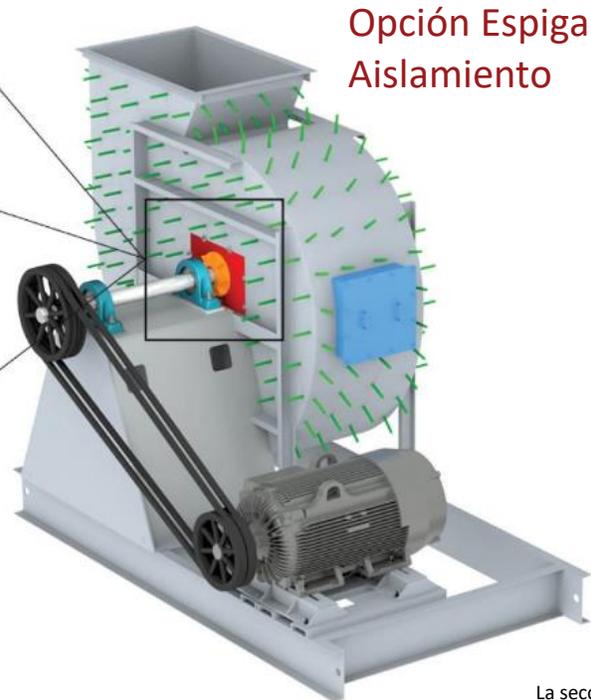
Pedestal para Alta Temperatura con Enfriador y Estopero o Sello Mecánico



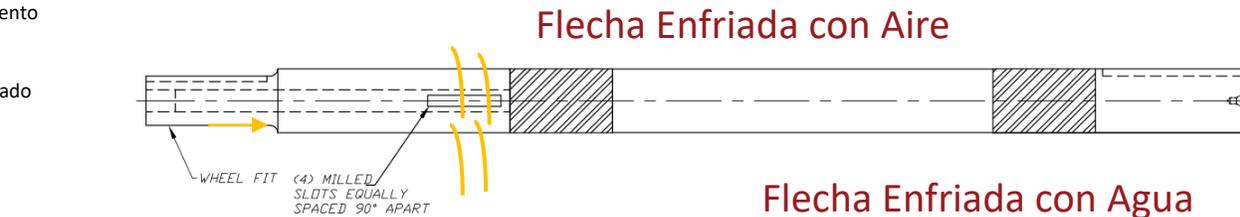
Pedestal para Alta Temperatura con Caja de Enfriamiento

Nota: la Caja de Enfriamiento proporciona un área alrededor del enfriador para disipar el calor. Estándar en ventiladores con aislamiento de aluminio y envoltentes con espiga para aislamiento

- Sello
- Enfriador Flecha
- Espiga Aislamiento (opcional)
- Malla Protección
- Caja Enfriamiento
- Registro Levantado (opcional)
- Aislamiento
- Cono Succión Extendido
- Envoltente Exterior de Acero (carcasa exterior)



Opción Espiga Aislamiento



Flecha Enfriada con Aire



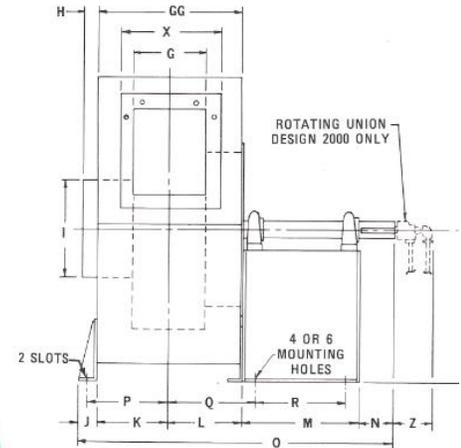
Recessed Cavity for the Shaft Cooler/Shaft Seal

Envoltente Doble Camisa

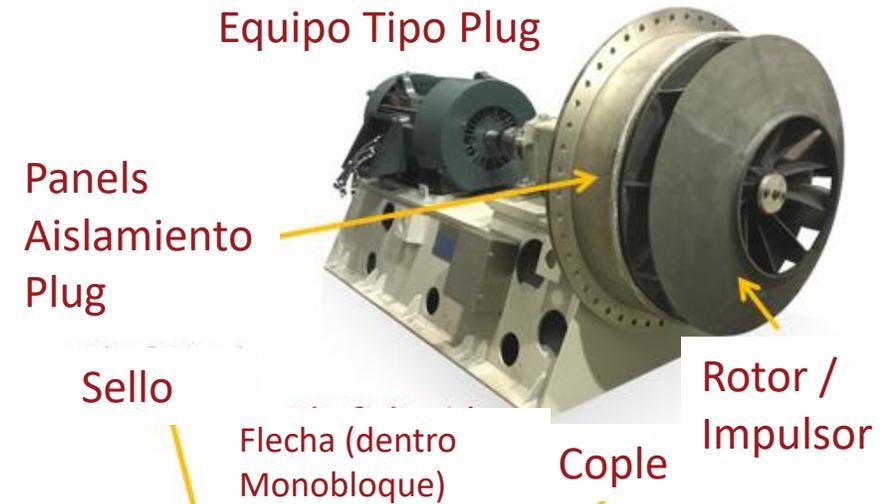
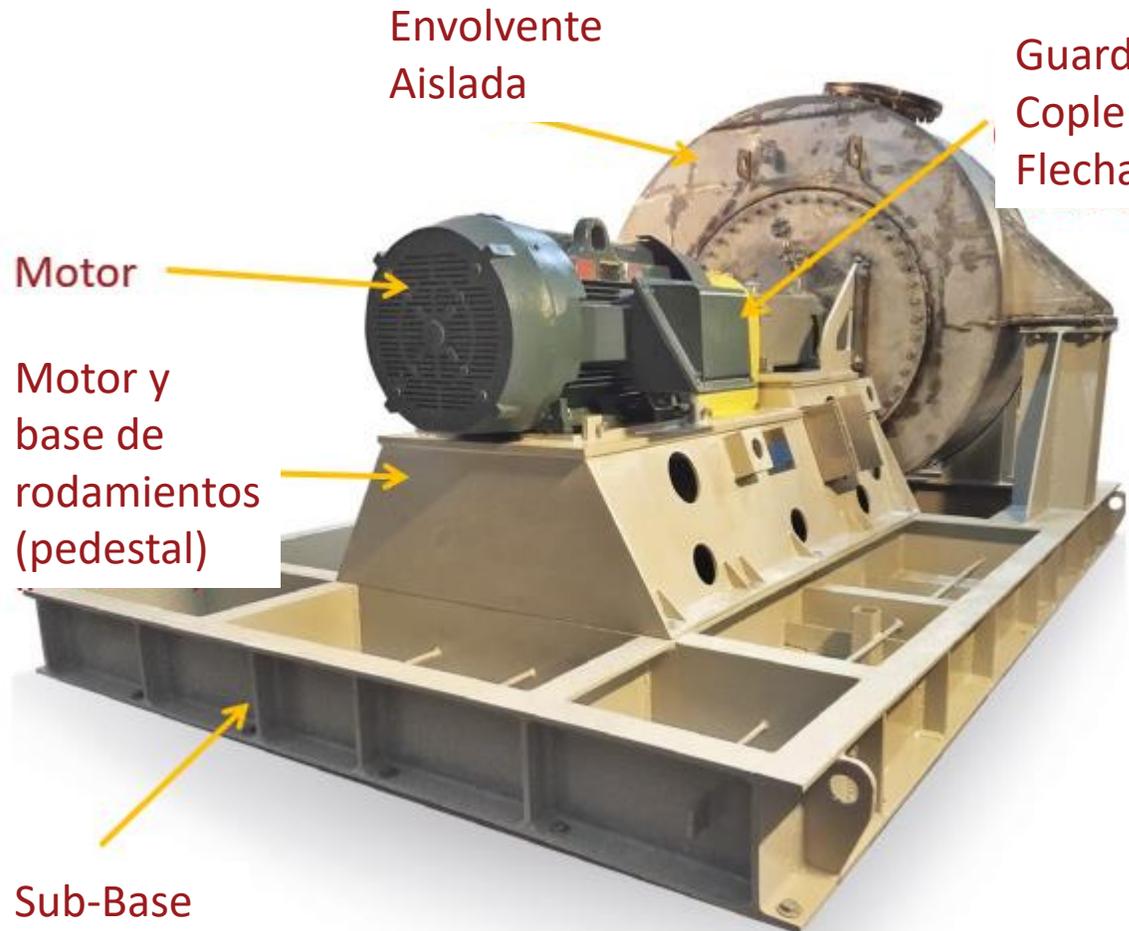


La sección en "verde" es añadida Para extender el cono de succión

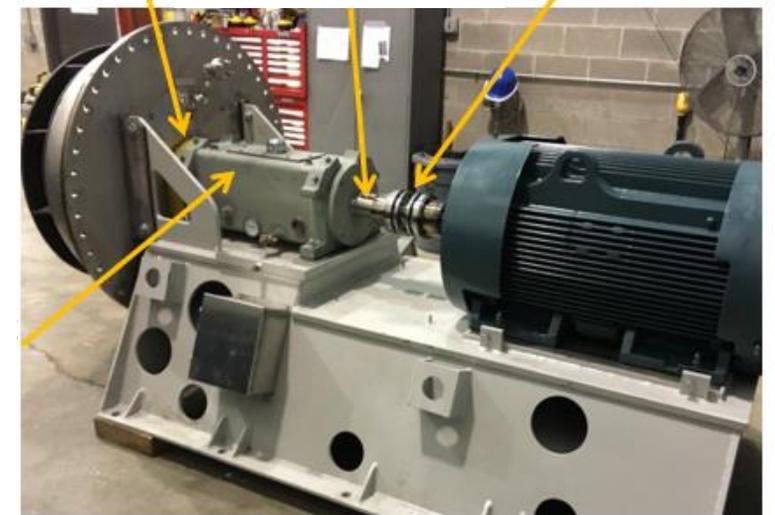
Flecha Enfriada con Agua



Características de Ventiladores para Alta Temperatura



Monobloque rodamientos



Referencias

1. AMCA Standard 99
2. Howden - IQ C 09 DEV 2851 - Guidelines for the design of fans in cement process
3. Howden/Garden City Fan – Guidelines for corrosive applications
4. Howden/Garden City Fan – Guidelines for high temperature applications
5. Industrial Air Technology Corp. - Abrasion Resistant Fans
6. Kennametal – Technology Bulletin
7. Twin City Fan Company – FanPedia
8. www.corrosioncost.com

Fuentes de Información

- **AMCA International:** www.amca.org
- **AMCA Publications:** www.amca.org/store (disponible para su compra)
 - > 201-02 (R2011) – Fans and Systems
 - > 801-01 (R2008) – Industrial Process/Power Generation Fans: Specification Guidelines
- **ANSI/AMCA Standards:** www.amca.org/store (disponible para su compra)
 - > 99-16: Standards Handbook

!Gracias por tu Atención!

Para recibir la acreditación PDH por la presentación de hoy, debe completar la evaluación en línea, que se enviará por correo electrónico al término de este seminario web.

Si ha participado en este seminario web como parte de un grupo y solo una persona se registró para acceder al mismo, envíe un correo electrónico a Lisa Cherney (lcherney@amca.org) para obtener una hoja de registro grupal hoy mismo. El registro deben ser enviado a Lisa, a más tardar, el día de mañana, 8 de abril.

Los créditos y certificados de participación PDH serán emitidos de forma electrónica en un plazo de 30 días, una vez que se comprueben todos los registros de asistencia y se reciban las evaluaciones en línea.

Los asistentes recibirán un correo electrónico a la dirección proporcionada en el registro, informando el número de horas acreditadas y un enlace para poder imprimir el certificado de participación.

¿Preguntas?

¡AGRADECIMIENTO A NUESTROS PATROCINADORES!



Próximo Evento

Acompáñenos en nuestro próximo AMCA *insite* Webinar:

Miércoles, 20 de Mayo

- 2:00-3:00 p.m. ET

**- TEMA: Nuevos Requerimientos de Eficiencia para Ventiladores
en ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2019**

>> Registro abierto en: www.amca.org/webinar