

# Bombas de vacío de pistón rotativo

*Guía de selección de bombas de pistón rotativo Kinney®*



# Sobre Kinney y las bombas de vacío de pistón rotativo

Kinney® es el fabricante de bombas de vacío Kinney. Hemos gozado de un éxito continuo en el diseño, la fabricación y la aplicación de equipos de alto vacío desde 1907. Durante estos más de 100 años, hemos sido pioneros y perfeccionado muchos de los productos y diseños que ahora se utilizan comúnmente en la industria.

El diseño básico de la bomba de pistón rotatorio, el desarrollo del principio de diseño para el equilibrado dúplex y triple, la introducción de paquetes de sopladores/bombas de respaldo y el perfeccionamiento de los filtros de escape son solo algunas de las aportaciones que hemos hecho a la industria del vacío. En la actualidad, la empresa sigue centrando su atención en las necesidades de los clientes y en encontrar nuevas formas de satisfacer esas necesidades.

Dos ingredientes básicos nos permiten brindarle un servicio completo: una línea de productos completa y la experiencia y los conocimientos necesarios para ayudar a resolver los problemas. Kinney ofrece la línea más extensa del mundo de bombas de vacío y sistemas de bombeo reforzador mecánicos, en el rango de vacío desde la atmósfera hasta 0.1 micrones.

Nuestra mayor área de servicio para usted yace en nuestra gran experiencia para resolver problemas. Agradecemos la oportunidad de servirle como una extensión de su propia organización, para ayudarlo en la selección, las dimensiones y aplicación de bombas de vacío.

Esta guía se diseñó como un primer paso en el proceso de selección. Esperamos que le sirva para este propósito. Y si, en cualquier momento, necesita más ayuda, no dude en comunicarse con nuestro representante en su área o consultar a un miembro de nuestro personal capacitado en nuestra planta de fabricación de EE. UU. ubicada en Springfield, Misuri.

## ¿POR QUÉ LAS BOMBAS DE VACÍO DE PISTÓN ROTATIVO SELLADAS CON ACEITE?

La selección de una bomba de vacío incluirá con frecuencia una consideración de aquellas características que hacen que un tipo de bomba sea más adecuado para una aplicación determinada que otros tipos. Por lo tanto, encontrará que las bombas de vacío de pistón rotatorio selladas con aceite cubren un amplio rango de presión y proporcionan una eficiencia volumétrica muy alta en la mayor parte del rango de presión. Los requisitos de energía son modestos y el consumo de agua es bajo ya que es un compresor con válvula. La instalación de bombas de vacío de pistón rotativo selladas con aceite es simple y económica.

Desde un punto de vista medioambiental, el agua de enfriamiento de las bombas enfriadas con agua no está en contacto con el gas del proceso y, por tanto, no puede contaminarse. El escape transparente es económico de lograr y el ruido se puede suprimir fácilmente. Algunos gases corrosivos pueden tolerarse o manipularse mediante técnicas económicas. Muchas bombas de pistón rotativo selladas con aceite están disponibles con mecanismos de equilibrio inherentes.

## IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE...

Dos de las principales preocupaciones de Kinney son la mejora continua de nuestros productos, además de ser conscientes del medio ambiente.

Como respuesta a estos desafíos, hemos enfocado nuestra combinación de amplia experiencia tecnológica y nuestra extensa línea de productos en los graves peligros ambientales que existen en ciertos procesos industriales de vacío. Los más comunes de estos problemas son la contaminación del aire, el consumo excesivo de agua, la contaminación del agua y el consumo excesivo de energía.

Ante estos problemas, un número creciente de plantas está tomando la inevitable decisión de reemplazar las bombas de vacío que utilizan actualmente por alternativas más eficientes. Muchos buscan soluciones para las habilidades tecnológicas únicas de Kinney.

Ya sea que el proceso industrial utilice vacío para evaporación, destilación, cristalización, filtración, secado, desodorización o desaireación, existe una bomba o sistema de vacío Kinney que es viable económicamente y compatible ecológicamente:

- Sistemas de enfriamiento con aire que no utilizan agua
- Sistemas de circuito cerrado que no descargan contaminantes ni a la atmósfera ni a las fuentes de agua
- Sistemas unificados que operan bajo demanda sin un consumo energético excesivo.

Es esta rara combinación de competencia tecnológica y una línea diversa de productos lo que permite que Kinney haga una aportación que se puede medir a nuestra prioridad de gestión ambiental.

---

Para su conveniencia, esta guía se ha dividido en cinco secciones, de tal manera que puede usarla como una guía paso a paso para determinar las dimensiones y la selección de bombas o, si consulta la lista de contenido, para ir directamente al tema de su interés inmediato.

En la *Sección I - Selección de la bomba*, hemos incluido la teoría básica y las fórmulas necesarias para elegir el tamaño y el tipo de bomba correctos para muchas aplicaciones típicas. Las aplicaciones específicas pueden presentar problemas que no están cubiertos en esta guía. En tales casos, le recomendamos que solicite asistencia a nuestro representante en su área o que aproveche la experiencia de nuestros ingenieros de aplicaciones en nuestra fábrica.

También puede encontrar esta guía útil como guía para resolver problemas en instalaciones existentes. Los ejemplos de la selección de bombas, por ejemplo, representan consideraciones que pueden haberse pasado por alto en una instalación original, lo que da como resultado un rendimiento insatisfactorio. Una revisión de estas consideraciones a veces puede revelar un defecto en el diseño que puede remediarse fácilmente.

Al comienzo de las Secciones II y III, encontrará tablas de especificaciones completas para las bombas compuestas y de una etapa de Kinney®, seguidas de información específica sobre las capacidades y características de cada bomba de nuestra línea. Al seleccionar una bomba, es necesario elegir una bomba del tamaño y de la capacidad de presión correctos, pero también es importante buscar aquellas características que pueden ser de especial importancia para su aplicación particular. La Sección IV cubre varios sistemas de bombeo de vacío del acelerador. Mientras lee esta información, le sugerimos que aproveche la oportunidad de dejar que un representante de Kinney lo ayude a seleccionar este tipo de equipo. La Sección V proporciona material de referencia útil que incluye gráficas y tablas, información de la instalación y un glosario de términos que se utilizan en la tecnología de vacío.

# Contenido

---

<b>CONTENIDO</b>	
<b>SECCIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>
Aplicaciones típicas	5
Dimensiones y selección de bombas	6
Ejemplos para la selección de bombas	7
Fórmulas de vacío	9
Especificaciones de compuestos	11
Dibujo de las dimensiones de la serie KC	13
Dibujo de las dimensiones de la serie KTC	14
Serie KC	15
Serie KTC	16
Especificaciones de una etapa	17
Dibujos de las dimensiones de las series KD y KDH	19
Dibujos de las dimensiones de la serie KT	20
KD-30 y KD-50	21
Serie KDH	22
Serie KT	23
Sistemas de bombeo de vacío del acelerador	24
Glosario	33
Accesorios de bombeo y datos técnicos	38

# Aplicaciones típicas

Las bombas de vacío selladas con aceite Kinney son aceptadas ampliamente como equipo estándar para aplicaciones que requieren vacío en un *amplio* rango de presión. En los laboratorios de investigación e ingeniería, las bombas Kinney brindan una versatilidad esencial para el progreso tecnológico. En las instalaciones de producción, su robustez y diseño compacto les permiten años de uso continuo y confiable. Aquí se muestran algunas de las muchas aplicaciones de las bombas de vacío Kinney.

## AEROESPACIAL Y AVIACIÓN

Evacuación de cámaras ambientales y aparatos de prueba. Recubrimiento al vacío y soldadura con latón. Evacuación de equipos y embarcaciones criogénicas.

## AGRICULTURA

Enfriamiento de vegetales, enfriamiento de productos agrícolas y bayas, secado de granos, fumigación, curado de tabaco, recolección de jarabe de arce.

## AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACIÓN

Kinney ofrece bombas de alto vacío modificadas específicamente para el mantenimiento de equipos de refrigeración, incluidos el secado al vacío completo, la desgasificación y la detección rápida de fugas. La amplia experiencia de Kinney es de especial importancia para los fabricantes de equipos de aire acondicionado y refrigeración en el diseño y la fabricación personalizados de carros de bombeo de vacío para la evacuación de la línea de producción y el secado de sistemas y componentes.

## PASTILLAS DE FRENO DE AVIONES

Kinney ofrece sistemas de bombeo de vacío de aceleradores/ bombas rotativas diseñados específicamente para manejar los efluentes del proceso de la deposición de carbono en los procesos de deposición química de vapor (*Chemical Vapor Deposition*, CVD) o la infiltración química de vapor (*Chemical Vapor Infiltration*, CVI) durante la producción de pastillas de freno de carbono que utilizan los aviones comerciales y militares.

## AUTOMOTOR

Conformado y revestimiento al vacío de interiores, revestimientos decorativos y protectores, llenado al vacío de sistemas de enfriamiento e hidráulicos, producción de lámparas, evacuación del sistema de aire acondicionado, montaje y elevación por vacío, pruebas de carburadores, secado de baterías, pruebas de fugas de componentes, revestimiento de espejos.

## BIOLÓGICOS Y MEDICAMENTOS

Secado en frío, destilación y filtración de biológicos, medicamentos, vitaminas y plasma sanguíneo.

## PROCESAMIENTO QUÍMICO

Deshidratación al vacío, desaireación, purificación, destilación y síntesis. Evaporación al vacío, secado, concentración, desodorización y filtración.

## ELÉCTRICO

Evacuación de bombillas incandescentes, tubos fluorescentes, de neón,

de electrones y de TV, encapsulado de componentes electrónicos, producción de transistores y otros dispositivos semiconductores. Recubrimiento al vacío, cultivo e impregnación de cristales.

Para la industria de la energía eléctrica, Kinney produce sistemas completos de vacío, tanto fijos como portátiles, enfriados con aire y con agua, para la evacuación, secado y labrado de grandes transformadores, para el llenado, secado colocación de cables y para la evacuación del condensador de centrales eléctricas.

## PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

Sellado al vacío de botellas, latas y frascos, películas protectoras para carnes, aves y embutidos, desaireación de bebidas, secado en frío de café, frutas, verduras y otros productos alimenticios, eviscerado al vacío.

## LABORATORIOS

Sistemas de vacío doméstico, evacuación de cámaras, investigación y desarrollo.

## LÁSERES

Enfriamiento con láser y control atmosférico.

## METALURGIA

Desgasificación al vacío, purificación, fusión, sinterización, tratamiento térmico, soldadura, soldadura con latón, recocido e impregnación.

## NUCLEÓNICA

Evacuación de reactores nucleares, aceleradores, ciclotrones y cámaras de burbujas.

## PAPEL

Revestimiento decorativo y plástico, metalizado.

## PETRÓLEO Y PETROQUÍMICOS

Destilación y refinación al vacío, mejora del rendimiento de crudo, evacuación de pozos de petróleo, desaireación de agua para inundaciones de campos petroleros.

## PLÁSTICO

Conformado, moldeado y revestimiento al vacío de materiales plásticos.

## TEXTILES

Secado al vacío, teñido, manipulación de materiales y extracción con disolventes.

## DIVERSOS

Desalinización de agua. Evacuación de cámaras utilizadas en el equilibrado de precisión de componentes rotativos de alta velocidad. Secado por congelación de especímenes de museo. Revestimiento al vacío de vidrio arquitectónico reflectante. Evacuación de tubos de ionización por ondas de choque y túneles de viento. Preparación y replicación de muestras para microscopía electrónica. Recubrimiento al vacío de lentes ópticas. Evacuación de campos balísticos.

# Dimensiones y selección de bombas

## UNA DESCRIPCIÓN DE VACÍO

El término “vacío” indica cualquier presión por debajo de una atmósfera estándar. El grado de vacío se expresa de muchas formas y, en aras de la simplicidad, las unidades que se citan aquí se limitan a aquellas que se usan en este catálogo.

El vacío en pulgadas de mercurio se refiere a un barómetro de 30” (pulg. Hg, ref.). Direccionalmente, esta escala va desde la presión atmosférica existente hasta la presión del cero absoluto, o hacia un vacío perfecto. Cuando se considera en la dirección opuesta, es decir, desde la presión del cero absoluto, son pulgadas de mercurio absoluto (pulg. Hg, abs.). Normalmente es más conveniente expresar el vacío en términos de presión a partir de la presión cero absoluta. Los términos aceptados comúnmente son torr (en esencia equivalente a un milímetro de mercurio absoluto) y micrón (de mercurio). Hay 760 torr en una atmósfera estándar y un micrón es 1/1000 de un torr. De lo anterior, se puede ver que un alto vacío es equivalente a baja presión y, a la inversa, alta presión es equivalente a bajo vacío.

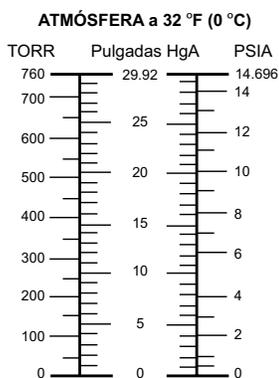


Figura 1. Equivalentes de presión

## TERMINOLOGÍA DE VACÍO

### PRESIÓN ATMOSFÉRICA (A NIVEL DEL MAR):

- 29.92 PULGADAS DE MERCURIO ABSOLUTO (PULG. HGA)
- 14.7 LIBRAS POR PULGADA CUADRADA ABSOLUTA (PSIA)
- 760 TORR

**TORR:** Milímetro de mercurio absoluto

**MICRÓN:**  $1 \times 10^{-3}$  (0.001) torr (Militorr)

**PASCAL:** Pa es la unidad de presión SI donde

$$Pa = 1 \frac{\text{Newton}}{\text{m}^2} = 0.0075 \text{ mm} = 7.5 \text{ micrones}$$

### PIES CÚBICOS POR MINUTO (CFM):

- 28.32 litros/minuto
- 0.4719 litros/segundo
- 1.7 metros cúbicos/hora

**PRESIÓN DE OBTURACIÓN:** Máximo en la presión más baja alcanzable con una bomba que tiene su entrada cerrada (conectada solo al manómetro de prueba)

**PRESIÓN PARCIAL:** La presión de un componente designado de una mezcla gaseosa

**PRESIÓN TOTAL:** La suma de las presiones parciales de una mezcla gaseosa

**LASTRE DE GAS:** Técnica de funcionamiento que limita o previene la condensación de vapores en bombas de vacío mecánicas al admitir cantidades controladas de aire en el lado de compresión de la cámara de bombeo.

Las presiones límite y las curvas de velocidad de bombeo que se muestran en este catálogo se basan en el uso de aceites para bombas de vacío de tipo hidrocarburo. Las presiones se miden con un vacuómetro de McLeod (presión parcial).

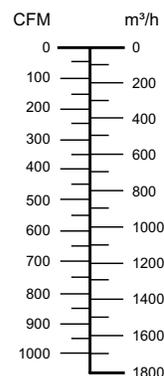


Figura 2. Equivalentes de velocidad de bombeo

## FACTORES QUE DETERMINAN EL TIPO Y EL TAMAÑO DE BOMBA REQUERIDA

La selección del tamaño adecuado de la bomba para una aplicación determinada es sencilla en principio, pero es probable que no sea tan obvia en la práctica. Los factores principales que deben tenerse en cuenta son:

1. **LA PRESIÓN DE FUNCIONAMIENTO** requerida. Esto determina si se requiere una bomba Kinney de una sola etapa o una bomba compuesta. En términos generales, el límite de presión más bajo y práctico para bombas de una etapa es 0.100 torr. Por debajo de esta presión, se deben considerar las bombas de compuestos. Cuando las bombas de compuestos no son lo suficientemente grandes, se deben considerar los sopladores mecánicos. (Consulte el catálogo de aceleradores mecánicos de Kinney). Cuando el vacío es inferior a 25” Hg (presión superior a 125 torr), se deben considerar las bombas de anillo líquido. (Consulte el catálogo de bombas de anillo líquido de Kinney).
2. **EL TIEMPO DE BOMBEO DE VACÍO** desde la presión inicial hasta la presión final deseada.
3. **VOLUMEN DEL SISTEMA** a evacuar.
4. **LA CARGA DE GAS** en términos de gases de tipo permanente y condensables que evolucionarán del proceso y se les permitirá filtrarse a la cámara. La carga de gas debe incluir uno de naturaleza deliberada o uno existente como resultado de que la cámara no es absolutamente hermética al vacío.
5. **EL COLECTOR DE VACÍO** y su efecto en la reducción de la velocidad de la bomba en relación con la longitud, el diámetro y el efecto del orificio.

# Ejemplos para la selección de bombas

De inicio asuma que un sistema está limpio, hermético, seco y vacío y que contiene aire o algún otro gas no condensable a presión atmosférica. Dado que es un hecho bien conocido que en la práctica el tiempo de bombeo de vacío de un sistema dado se desvía de los cálculos básicos, es necesario utilizar lo que se denomina Factor del sistema.

La Figura 3 en la página 8 muestra dos conjuntos de curvas del factor del sistema para los dos tipos de bombas. Las curvas etiquetadas como FT tienen en cuenta únicamente el tiempo de bombeo de vacío de las matemáticas básicas sin ningún margen del sistema. Las curvas etiquetadas como FA incorporan factores del sistema promedio que se basan en la amplia experiencia de Kinney. Cuando se utilizan valores de FA, se obtienen tiempos de bombeo de vacío reales para sistemas limpios, secos y herméticos. En los ejemplos a continuación, se utilizan los valores de las curvas FA. Las fórmulas de vacío se encuentran en las páginas 8 y 9.

## EJEMPLO 1 — DIMENSIONES

¿Qué modelo y tamaño de bomba de vacío Kinney se requiere para evacuar una cámara que tiene un volumen de 150 pies cúbicos de una atmósfera a 0.100 torr en un tiempo máximo de 20 minutos?

SOLUCIÓN: A partir de la presión de funcionamiento, se indica una bomba Kinney de una etapa. La Figura 3 muestra un valor de FA de 13.6 para las bombas de una etapa.

$$D = \frac{VF_A}{t} = \frac{150 \times 13.6}{20} = 102 \text{ CFM}$$

En la página 16 se puede ver que la bomba KDH-130 con un desplazamiento de 134 cfm es la bomba requerida para el trabajo.

## EJEMPLO 2 — TIEMPO DE BOMBEO DE VACÍO

¿Cuánto tiempo le tomará a una bomba de vacío de compuestos Kinney modelo KTC-112 (desplazamiento de 112 cfm) reducir la presión en una cámara que tiene un volumen de 65 pies cúbicos de una atmósfera a 0.040 torr?

SOLUCIÓN: De la Figura 3, el factor del sistema FA para 0.040 torr es igual a 12.8.

Fórmula de transposición I:

$$t = \frac{VF_A}{D} \dots\dots\dots \text{(Fórmula II)}$$

Entonces:

$$t = \frac{65 \times 12.8}{112} = 7.43 \text{ minutos}$$

## EJEMPLO 3 — TIEMPO DE BOMBEO DE VACÍO CON FACTORES DEL SISTEMA

Si a partir de experiencias pasadas con sistemas similares al que se está considerando, los tiempos de bombeo de vacío son más largos que los valores promedio, se pueden aplicar factores del sistema de magnitud estimada a la fórmula de bombeo de vacío.

Por ejemplo, en el problema anterior si asignamos los siguientes factores:

- 1.2 desde 760-10 torr
- 1.3 desde 10-1 torr
- 1.4 desde 1-0.1 torr
- 1.5 desde 0.1-0.01 torr

El tiempo de bombeo de vacío de la Fórmula VI es:

$$t = \frac{2.3V}{s} \times \log \frac{P_1}{P_2} \times SF$$

y

$$t_1 = \frac{2.3 \times 65}{96} \times \log \frac{760}{10} \times 1.2 = 3.52$$

$$t_2 = \frac{2.3 \times 65}{95} \times \log \frac{10}{1} \times 1.3 = 2.05$$

$$t_3 = \frac{2.3 \times 65}{88} \times \log \frac{1}{0.1} \times 1.4 = 2.38$$

$$t_4 = \frac{2.3 \times 65}{80} \times \log \frac{0.1}{0.04} \times 1.5 = 1.12$$

$$\Sigma t = 3.52 + 2.05 + 2.38 + 1.12 = 9.07 \text{ min.}$$

## EJEMPLO 4 — DIMENSIONES PARA EL AUMENTO DE LA PRESIÓN

Una cámara de vacío tiene un volumen de 1400 pies cúbicos y se sabe que tiene una tasa de aumento de 50 micrones por hora. ¿Qué velocidad de la bomba se requiere para mantener una presión de 30 micrones?

SOLUCIÓN: De la Fórmula IX

Incluso si está ligeramente contaminada, una bomba de una etapa no se obturará a 30 micrones. La mejor opción es una bomba de tipo compuesto. La KTC-60 de Kinney es una bomba compuesta y tiene una velocidad de más de 40 cfm a 30 micrones.

$$s = \frac{Q}{P} = \frac{V \Delta P}{\Delta t P} = \frac{1400 \times 50}{30} = 2333 \text{ CFH} = 38.9 \text{ CFM}$$

## EJEMPLO 5 — MANEJO DE MEZCLAS DE GAS

De una operación de destilación química, se liberan 3.11 libras por hora de nitrógeno y 2.3 libras por hora de aire. Las condiciones del proceso requieren que esto se haga a una presión total de 4 torr y con la mezcla de gas a 100 °F.

Dado que una libra-mol de cualquier gas en condiciones estándar (32 °F, 0 °C, etc. y 14.7 psia, 760 torr, etc.) es igual a su peso molecular y ocupa 359 pies<sup>3</sup>, podemos determinar el peso molecular promedio y encontrar la tasa de eliminación de volumen.

SOLUCIÓN: De la Fórmula X

$$MW_{av} = \frac{3.11 + 2.3}{\frac{3.11}{28.01} + \frac{2.3}{28.97}} = 28.41$$

De la Fórmula XI

$$S = \frac{W}{MW} \times \frac{359}{60} \times \frac{760}{P_2} \times \frac{T_2}{459.4 + 32}$$
$$= \frac{3.11 + 2.3}{28.41} \times \frac{359}{60} \times \frac{760}{4} \times \frac{549.4}{491.4}$$

$$S = 242 \text{ CFM a } 100^\circ \text{ F y } 4 \text{ torr}$$

La bomba Kinney modelo KT-300 tiene una velocidad de aproximadamente 260 CFM a 4 torr, lo cual es suficiente.

### EJEMPLO 6 — EFECTO DEL MÚLTIPLE DE VACÍO

Si bien es una regla general que el múltiple de vacío debe tener el mismo diámetro que la entrada de la bomba y que sea lo más corto posible, es necesario que se comprendan todos los factores que rigen el diseño del múltiple. Es necesario considerar tres factores. La longitud y el diámetro del múltiple, así como el efecto del orificio. Cuando los múltiples son muy cortos, el orificio puede ser la consideración principal.

Se ha calculado que una bomba de vacío Kinney modelo KT-500 bombeará un volumen de 1000 pies cúbicos a 1 torr en un tiempo adecuado si no se consideran los efectos del múltiple. La bomba debe ubicarse en la cámara de bombas. La longitud equivalente del múltiple es de 200 pies y el tamaño de entrada de la bomba KT-500 es de 6 pulgadas.

$$\text{De la Fórmula III, } C = 0.52 \times \frac{D^4}{L} \times \frac{1}{p}$$

NOTA: Para todos los propósitos prácticos, las curvas se toman a su longitud nominal y la presión base se usa para P.

$$C = \frac{0.52 \times 6^4 \times 1000}{200}$$

$$C = 3369 \text{ CFM}$$

La velocidad neta de la Fórmula V:

$$S = \frac{S_p \times C}{S_p + C}$$

$$S = \frac{420 \times 3369}{420 + 3369}$$
$$= 373 \text{ CFM}$$

El tiempo de bombeo de vacío se debe volver a calcular utilizando la figura anterior como velocidad de la bomba para determinar si es aceptable. De lo contrario, se debe intentar reducir la longitud del múltiple.

El cálculo anterior ignoró el efecto de orificio o entrada. Esto sucede porque la longitud del múltiple era larga. Cuando ocurre lo contrario, el orificio suele dominar. Por ejemplo, si la longitud del múltiple fuera de 10 pies, la conductancia sería de 67.380 cfm y la velocidad neta sería de 417 CFM.

La conductancia del orificio de la Fórmula VII es:

$$C = 212 \times 6^2 = 7632 \text{ CFM}$$

Ahora, si vemos el efecto neto, tenemos, de la Fórmula V:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{S_p} + \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$
$$= \frac{1}{420} + \frac{1}{67380} + \frac{1}{7632}$$

$$S = 395 \text{ CFM}$$

Como puede verse en el problema anterior, el efecto del orificio a largo plazo del múltiple no influiría en la velocidad neta. Sin embargo, para los 10 pies de largo del múltiple, la conductancia del orificio es menor en un factor de aproximadamente nueve.

### MANEJO DE VAPORES CONDENSABLES

La eficacia del bombeo de cualquier bomba de vacío mecánica sellada con aceite se reduce por la presencia de vapores condensables.

Las bombas de vacío Kinney están equipadas con un dispositivo de lastre de gas que, dentro de ciertos límites, evita la condensación de vapores insolubles en la bomba. Además del lastre de gas, las bombas Kinney pueden manejar vapores condensables cuando se usan con uno o más de los siguientes dispositivos o técnicas:

- Extracción con aire
- Centrifugadoras
- Trampas frías
- Unidades de bomba combinada
- Condensadores
- Decantado
- Operación a alta temperatura
- Unidades de recuperación de aceite
- Selladores especiales

El Departamento de Ingeniería de Aplicaciones de Kinney responderá rápidamente a las consultas relacionadas con problemas particulares de vapor condensable.

# Fórmulas de vacío

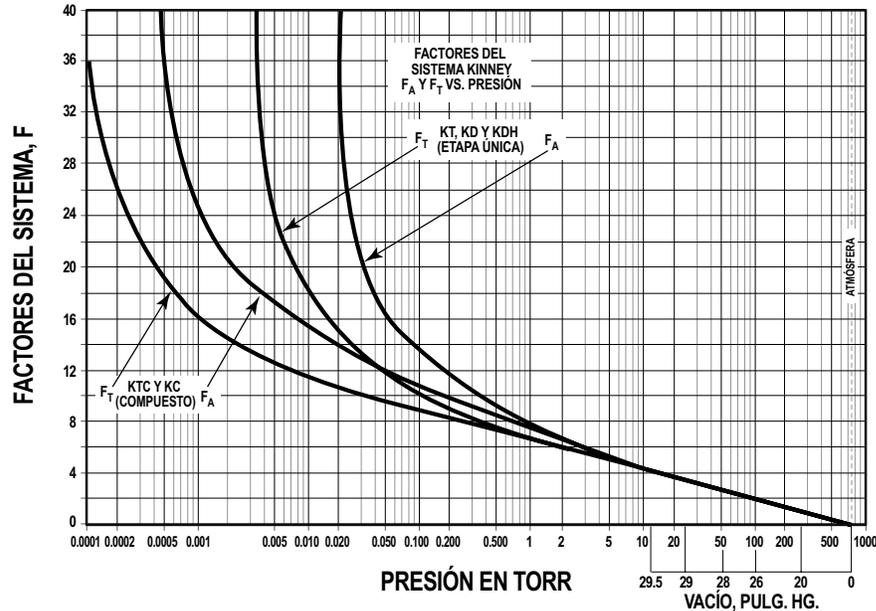


FIGURA 3 FACTORES DEL SISTEMA

## I — DESPLAZAMIENTO REQUERIDO DE LA BOMBA UTILIZANDO LA FIGURA 3 FACTORES DEL SISTEMA

$$D = \frac{VF_A}{t}$$

- D = Desplazamiento de la bomba en pies cúbicos por minuto
- V = Volumen del sistema en pies cúbicos
- F<sub>A</sub> = Factor de bombeo dependiendo de la presión tomada de la Figura 3
- t = Tiempo en minutos permitido para bombear hasta la presión absoluta deseada en torr (mm HgA)

## II — TIEMPO REQUERIDO DE BOMBEO DE VACÍO UTILIZANDO LA FIGURA 3 FACTORES DEL SISTEMA

$$t = \frac{VF_A}{D}$$

- t = Tiempo en minutos permitido para bombear hasta la presión absoluta deseada en torr (mm HgA)
- V = Volumen del sistema en pies cúbicos
- F<sub>A</sub> = Factor de bombeo dependiendo de la presión tomada de la Figura 3
- D = Desplazamiento de la bomba en pies cúbicos por minuto

## III — VELOCIDAD DEL AIRE QUE FLUYE A TRAVÉS DE UN TUBO CIRCULAR LARGO

Las siguientes reglas son para aire a 20 °C y tienen una precisión del 10%.

- 1.) Flujo viscoso (alta presión) donde la presión promedio en micrones multiplicada por el diámetro de la tubería en pulgadas es mayor a 200.

$$C = 0.52 \times \frac{D^4}{L} \bar{P}$$

- 2.) Rango de transición (presión intermedia) donde la presión promedio en micrones multiplicada por el diámetro de la tubería en pulgadas es mayor a 6 y menor a 200.

$$C = 0.52 \times \frac{D^4}{L} \bar{P} + 12.2 \times \frac{D^3}{L}$$

- 3.) Flujo molecular (baja presión) donde la presión promedio en micrones multiplicada por el diámetro de la tubería en pulgadas es menor a 6.

$$C = 0.52 \times \frac{D^4}{L}$$

- C = Conductancia en CFM
- D = Diámetro en pulgadas
- L = longitud en pies
- P = Presión promedio = 1/2 (P<sub>1</sub> + P<sub>2</sub>)
- P<sub>1</sub> = Presión inicial en micrones
- P<sub>2</sub> = Presión final en micrones

#### IV — CONDUCTANCIA

1. Conductancia en serie

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

2. Conductancia en paralelo

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

C = Conductancia total del sistema en CFM

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, etc. = Conductancia para diferentes tamaños de tubería

#### V — VELOCIDAD DE BOMBEO DEL SISTEMA DE VACÍO

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{S_p} + \frac{1}{C} \quad \text{o} \quad S = \frac{S_p \times C}{S_p + C}$$

S = Velocidad de bombeo neta en CFM

S<sub>p</sub> = Velocidad de la bomba en CFM

C = Conductancia total del sistema en CFM

#### VI — TIEMPO DE BOMBEO DE VACÍO O VELOCIDAD MEDIA REQUERIDA

$$t = \frac{2.3V}{S} \log \frac{P_1}{P_2} \quad \text{o} \quad S = \frac{2.3V}{t} \log \frac{P_1}{P_2} = \frac{V}{t} \ln \frac{P_1}{P_2}$$

t = Tiempo en minutos

V = Volumen del sistema en pies cúbicos

S = Velocidad promedio de la bomba en CFM de P<sub>1</sub> a P<sub>2</sub>

P<sub>1</sub> = Presión inicial (unidades arbitrarias)

P<sub>2</sub> = Presión final (unidades arbitrarias)

log = Logaritmo común a base 10

#### VII — VELOCIDAD DEL AIRE QUE FLUYE A TRAVÉS DE UNA APERTURA PEQUEÑA Y DELGADA (AIRE A 20 °C)

1. Conductancia viscosa (L es menor que el tamaño de la apertura)

$$C = 212D^2$$

2. Conductancia molecular (L es mucho mayor que el tamaño de la apertura)

$$C = 125D^2$$

C = Conductancia en CFM

D = Diámetro de la apertura en pulgadas

L = Trayectoria libre media de la molécula

#### VIII — TRAYECTORIA LIBRE MEDIA (AIRE A 20 °C)

$$D = \frac{191}{P}$$

L = Trayectoria libre media (m.f.p.) en pulgadas

P = Presión en micrones

#### IX — FLUJO DE MASA

$$Q = S \times P \quad \therefore S = \frac{Q}{P} \quad \text{y} \quad P = \frac{Q}{S}$$

o

$$Q = C (P_2 - P_1) \quad \therefore C = \frac{Q}{(P_2 - P_1)} \quad \text{y} \quad (P_2 - P_1) = \frac{Q}{C}$$

S = Velocidad de la bomba (unidades arbitrarias)

P = Presión (unidades arbitrarias)

Q = Flujo de gas (S × P)

C = Conductancia total del sistema o de componentes individuales (unidades arbitrarias)

P<sub>2</sub> = Presión corriente arriba del sistema o de los componentes individuales (unidades arbitrarias)

P<sub>1</sub> = Presión corriente abajo del sistema o de los componentes individuales (unidades arbitrarias)

#### X — PESO MOLECULAR PROMEDIO

$$MW_{av} = \frac{W_m}{\frac{W_1}{MW_1} + \frac{W_2}{MW_2}}$$

W<sub>m</sub> = Peso de la mezcla

W = Peso del componente

MW = Peso molecular del componente

#### XI — PRESIÓN-VOLUMEN-TEMPERATURA

$$C = \frac{W}{MW} \times \frac{359}{60} \times \frac{760}{P_2} \times \frac{T_2}{459.4 + 32}$$

S = Flujo volumétrico en CFM

W = Peso del gas en libras por hora

MW = Peso molecular del gas

P<sub>2</sub> = Presión absoluta final en torr

T<sub>2</sub> = Temperatura absoluta del gas en grados R

#### XII — RELACIÓN VOLUMEN-TEMPERATURA

$$\frac{S}{S_1} = \frac{T}{T_1}$$

S = Flujo volumétrico en CFM en T

S<sub>1</sub> = Flujo volumétrico en CFM en T<sub>1</sub>

T = Temperatura del gas en condiciones finales (grados absolutos)

T<sub>1</sub> = Temperatura del gas en condiciones iniciales (grados absolutos)

# Especificaciones de compuestos

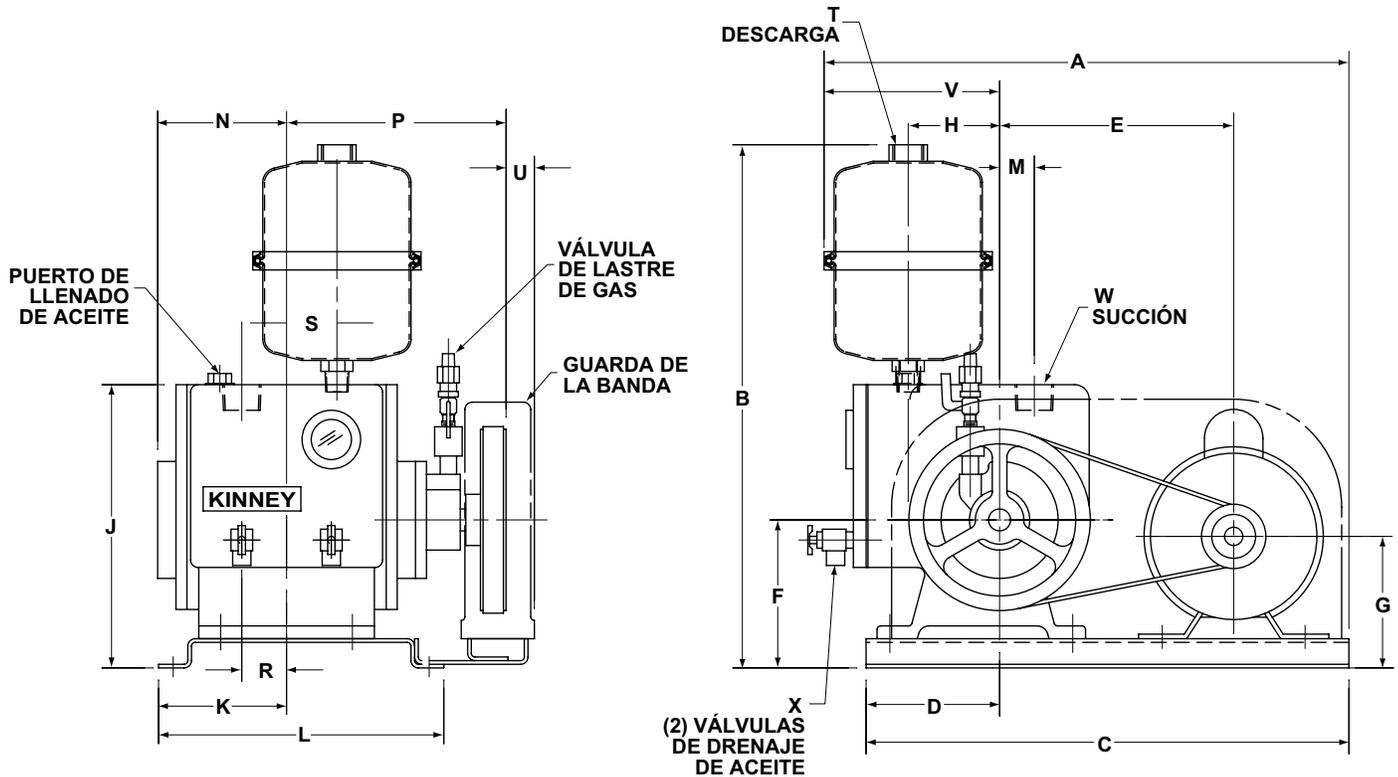
NÚMERO DE MODELO	UNIDAD	KC-5	KC-8
Desplazamiento de aire libre a RPM nominales, teórico	CFM / $m^3/h$	5 / 8.5	8 / 13.6
Velocidad de la bomba	RPM	638	1022
Motor estándar	HP / kW	0.33 / .25	0.75 / .56
Conexión de entrada	ANSI	—	—
Conexión de entrada	NPT	1"	1"
Conexión de descarga	NPT	3/4"	3/4"
Conexión de entrada del agua de enfriamiento	NPT	N/A, Enfriado con aire	N/A, Enfriado con aire
Conexión de salida del agua de enfriamiento	NPT	N/A, Enfriado con aire	N/A, Enfriado con aire
Agua de enfriamiento requerida a 80 °F (26.6 °C) (1)	GPM / $l/min$	N/A, Enfriado con aire	N/A, Enfriado con aire
Altura general	Pulg. / mm	17.88 / 454	17.88 / 454
Ancho general (de frente a la transmisión)	Pulg. / mm	18 / 457	18 / 457
Profundidad general	Pulg. / mm	12.88 / 327	12.88 / 327
Capacidad de aceite	Cuartos / Litros	0.8 / 0.76	0.8 / 0.76
Peso (conjunto completo, con aceite)	lb / kg	115 / 52.3	120 / 54.6
Flujo máximo del lastre de gas	%	15%	15%
Presión de obturación típica con el lastre de gas lleno (3)	Torr / mbar	0.020 / 0.027	0.020 / 0.027
Presión límite - vacuómetro de McLeod (3) (con aceite de vacío AX Kinney®)	micrones	0.2	0.2

**NOTAS:**

- (1) Temperatura máxima permitida del agua de salida 110 °F (43.3 °C)
- (2) Puede suministrarse para su uso sin agua a pedido especial
- (3) Torr = 1 mm Hg abs.; 1000 micrones = 1 torr
- (4) El modelo KTC-21 tiene conexiones roscadas y bridadas. La brida es de 1 1/4" con cuatro orificios roscados de 5/16-18 en un círculo de pernos de 3 1/2".

<b>KC-15</b>	<b>KTC-21</b>	<b>KTC-60</b>	<b>KTC-112</b>
15 / 25.5	21 / 36	60 / 102	107 / 182
572	1725	960	1060
1 / 0.75	1.5 / 1.1	3 / 2.2	7.5 / 5.6
—	1 1/4" (4)	3"	3"
2"	2" (4)	—	—
1 1/2"	3/4"	1 1/4" ANSI FLG	2" ANSI FLG
N/A, Enfriado con aire	N/A, Enfriado con aire	N/A, Enfriado con aire	1/4"
N/A, Enfriado con aire	N/A, Enfriado con aire	N/A, Enfriado con aire	1/4"
N/A, Enfriado con aire	N/A, Enfriado con aire	N/A, Enfriado con aire	1.5 (2) / 5.7
24.31 / 617	20.25 / 515	36.5 / 927	44.25 / 1124
20.25 / 514	11.25 / 286	19.7 / 500	20.75 / 527
18.5 / 470	25.13 / 638	23.69 / 602	26 / 660
3 / 2.84	2 / 1.90	8 / 7.6	16 / 15.1
210 / 95	190 / 86	515 / 234	880 / 399
15%	10%	10%	10%
0.020 / 0.027	0.020 / 0.027	0.020 / 0.027	0.020 / 0.027
0.2	0.2	0.2	0.2

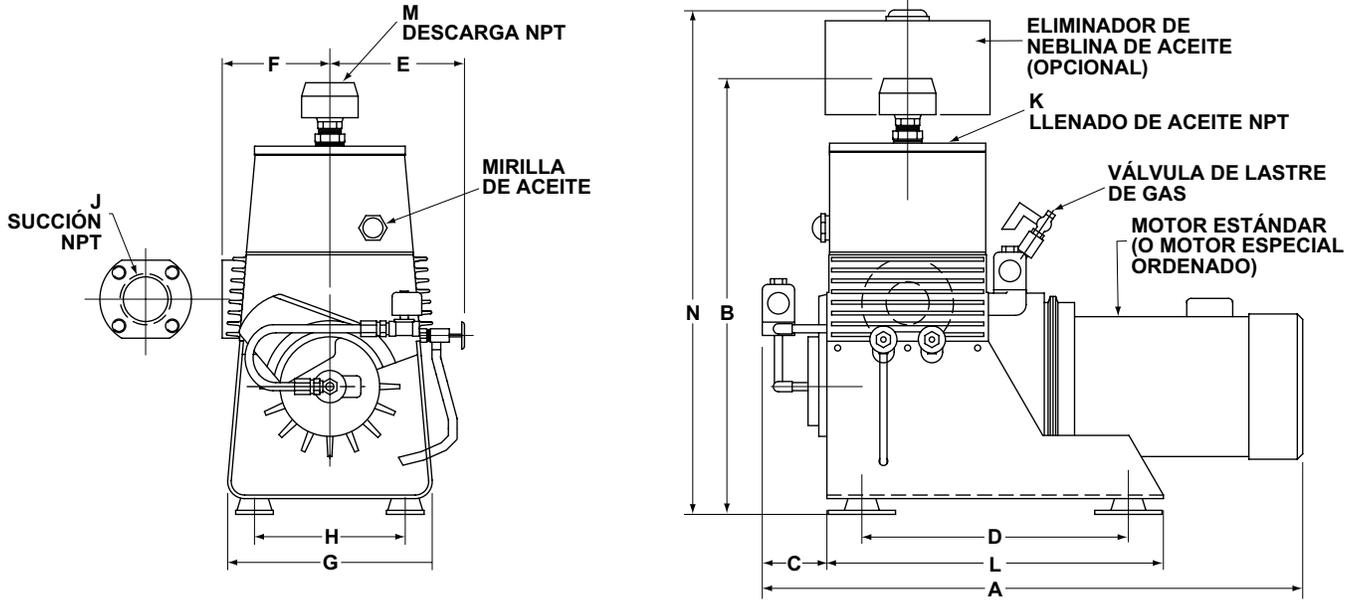
# Dibujo de las dimensiones de la serie KC



## SERIE KC

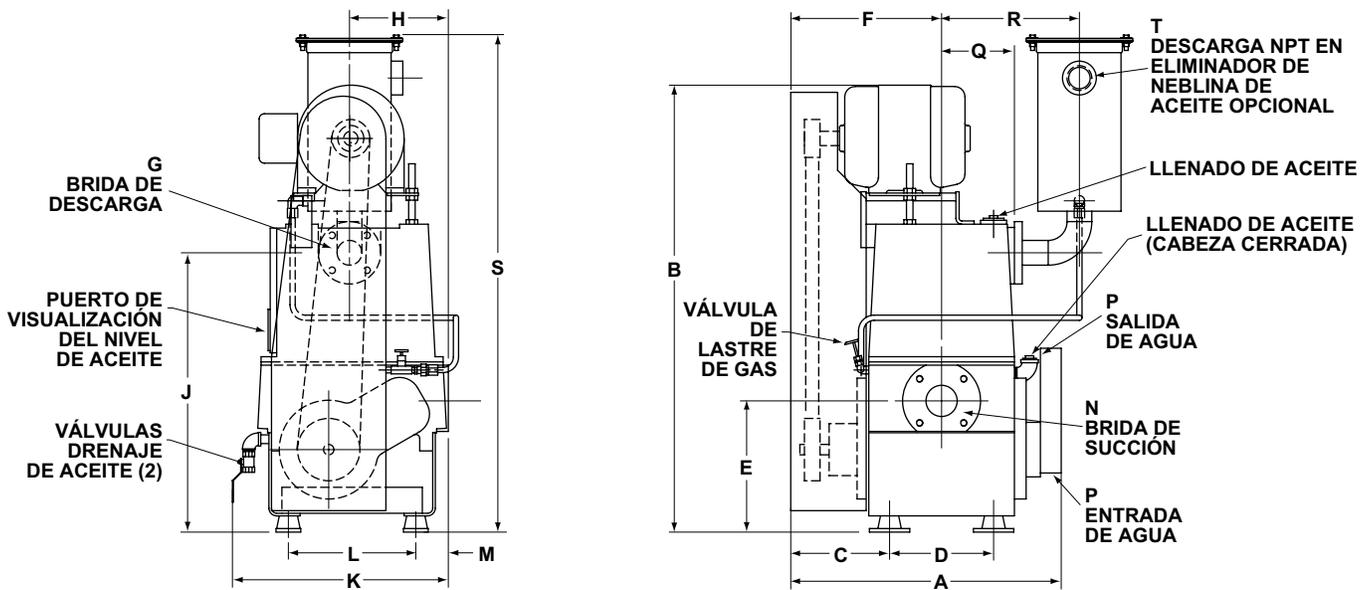
MODELO		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	R	S	T	U	V	W	X
KC-5	pulg.	17.94	17.88	16.50	4.56	8.00	5.06	4.50	3.13	9.69	4.38	9.75	1.19	4.38	7.50	1.50	1.75	3/4"	1.00	6.00	1"	1/4"
	mm	456	454	419	116	203	129	114	80	246	111	248	30	111	191	38	44	NPT	25	152	NPT	NPT
KC-8	pulg.	17.94	17.88	16.50	4.56	8.00	5.06	4.50	3.13	9.69	4.38	9.75	1.19	4.38	7.50	1.50	1.75	3/4"	1.00	6.00	1"	1/4"
	mm	456	454	419	116	203	129	114	80	246	111	248	30	111	191	38	44	NPT	25	152	NPT	NPT
KC-15	pulg.	20.25	24.31	17.00	4.00	9.00	6.00	5.50	3.75	12.81	8.00	15.75	—	7.25	10.69	3.00	3.50	1 1/2"	0.56	7.31	2"	1/4"
	mm	514	617	432	101	229	152	140	95	325	203	400	—	184	272	76	89	NPT	14	186	NPT	NPT

# Dibujo de las dimensiones de la serie KTC



**KTC-21**

MODELO		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
KTC-21	pulg. mm	25.13 638	20.25 515	3.00 76	12.38 314	6.25 159	5 127	9.56 243	7 175	2" NPT	3/4" NPT	15.63 397	3/4" NPT	23.44 595



**KTC-60/112**

MODELO		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T
KTC-60	pulg. mm	23.25 591	36.50 927	8.75 213	10 254	19.63 498	13.75 349	1 1/4" ANSI	7.63 194	21.75 552	18.75 476	11.50 292	2.50 64	3" ANSI	—	6.18 157	11.50 292	38.88 988	1 1/2" NPT
KTC-112	pulg. mm	26 660	43 1092	9.5 241	10 254	12.63 321	14.50 368	2" ANSI	9.50 241	26.88 695	20.75 527	12.25 311	3.13 79	3" ANSI	1/4" NPT	7.00 178	13.25 337	47.88 1216	2" NPT

## Sección II - Bombas de compuestos

# Serie KC

Desplazamiento de aire libre: 5, 8 y 15 cfm

Presión límite: 0.2 micrones

## CARACTERÍSTICAS

- Alta velocidad de bombeo a presiones inferiores a 10 micrones; mucho menor de lo que se puede lograr con bombas de una etapa
- El lastre de gas ajustable permite el manejo de vapores condensables
- Construcción robusta y diseño compacto
- Sin contacto de metal con metal en la cámara de bombeo
- Durabilidad inigualable, incluso en aplicaciones sucias
- Equilibrado dinámicamente para un funcionamiento sin vibraciones funcional
- Enfriado con aire
- El pasador deslizante cerrado supera a otros tipos de uso común



## DESCRIPCIÓN GENERAL

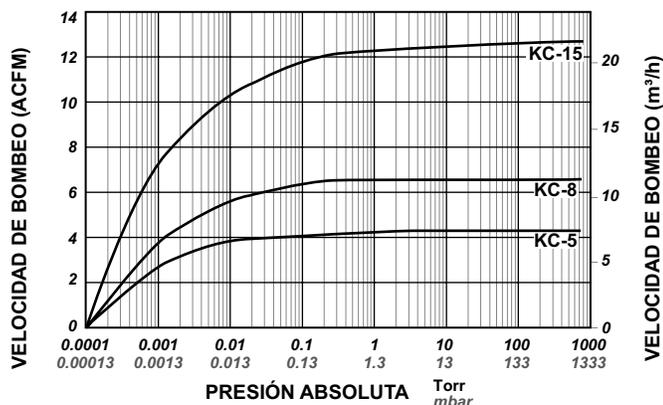
Las bombas de alto vacío compuestas de la serie KC de Kinney® están diseñadas para mantener presiones más bajas que aquellas que se pueden alcanzar con bombas de una etapa. Dos juegos de levas y pistones montados con una separación de 180° en un solo eje operan en serie. Las dos cámaras de bombeo están conectadas por un canal que sirve como conducto de suministro de aceite para el lado de alto vacío de la bomba y como conducto de gas entre las dos etapas. El lado de alto vacío se sella continuamente con aceite purificado al vacío de su propio depósito y el acondicionamiento al vacío lo proporciona la etapa de desbaste (2da).

En funcionamiento, las bombas KC son funcionalmente sin vibraciones, lo que las hace muy adecuadas para instalaciones portátiles donde no se pueden tolerar vibraciones altas. Los pistones rotativos no tienen contacto con las superficies de la cámara de bombeo; todos los espacios internos están perfectamente sellados y lubricados con aceite. Debido a que no hay contacto mecánico, el desgaste se minimiza y permite que las bombas Kinney funcionen de manera eficiente durante años sin necesidad de reparaciones. Siempre que sea necesario realizar reparaciones, estas bombas se pueden reparar fácilmente en el campo sin herramientas especiales.

Todas las bombas KC se enfrían con aire y están equipadas con lastre de gas controlable. La función del lastre de gas proporciona capacidad de manejo de vapor y reduce los cambios de aceite al evitar que los vapores condensables contaminen el aceite. Están equipados con eliminadores de neblina de aceite como equipo estándar. Esta característica, opcional en la mayoría de las otras marcas de bombas, elimina toda la neblina de aceite visible en la descarga de la bomba y mantiene el área de trabajo más limpia, más segura y más agradable. Cada bomba opera dentro de la clasificación de su motor estándar a prueba de goteo en todo su rango de presión de operación.

Las bombas KC producirán una presión límite de 0.2 micrones Hg abs. o menos (vacuómetro de McLeod) cuando se usa aceite de vacío AX Kinney®.

## CURVAS TÍPICAS DE LA VELOCIDAD DE BOMBEO



# Serie KTC

Desplazamiento de aire libre: 21-107 cfm

Presión límite: 0.2 micrones



## CARACTERÍSTICAS

- Alta velocidad de bombeo a presiones inferiores a 10 micrones; mucho menor de lo que se puede lograr con bombas de una etapa
- Diseño de pistón triple para un funcionamiento silencioso y sin vibraciones: funcionará sin pernos de anclaje en cualquier estructura que soporte su peso
- El deflector de descarga exclusivo reduce la pérdida de aceite a tasas muy inferiores a aquellas de otras marcas
- Produce presiones finales más bajas que aquellas disponibles con bombas de una etapa
- El lastre de gas ajustable permite manejar vapores condensables
- El pasador deslizante cerrado supera a otros tipos de uso común
- La KTC112 ofrece lubricación a presión positiva que asegura el funcionamiento a cualquier presión hasta a la presión atmosférica
- Sin contacto de metal con metal en la cámara de bombeo
- Durabilidad inigualable, incluso en aplicaciones sucias

## DESCRIPCIÓN GENERAL

La bomba de alto vacío compuesta de Kinney de la serie KTC está diseñada para mantener presiones más bajas que aquellas que se pueden obtener con bombas de una etapa. Esta bomba "Triple" tiene un solo eje con tres juegos de levas y pistones, uno más grande que los otros dos. En funcionamiento, una de las cámaras de bombeo más pequeñas está en serie con (respaldo) las otras dos que funcionan en paralelo. Una técnica única de balanceo interno reduce la magnitud del movimiento de la bomba (deflexión) a 0.002" mientras reduce simultáneamente las fuerzas dinámicas que se transmiten a través de las almohadillas de montaje flexibles provistas con cada bomba a menos de 1 libra en la KTC-21, a menos de 5 libras en la KTC-60 y a menos de 10 libras en la KTC-112. Las características resultantes de la ausencia de vibraciones de esta bomba la hacen ideal para instalaciones portátiles y ubicaciones donde no se pueden tolerar las vibraciones.

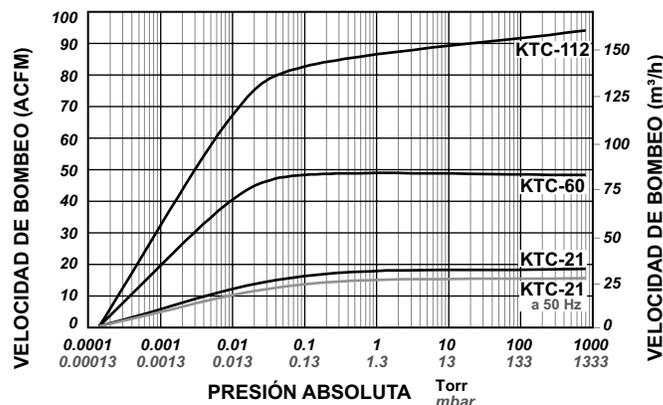
Las bombas KTC-21 y KTC-60 se enfrían con aire y están equipadas con lastre de gas ajustable, que proporciona capacidad de manejo de vapor y reduce los cambios de aceite al evitar que los vapores condensables contaminen el aceite. Las bombas KTC-112 se lubrican continuamente mediante alimentación forzada de aceite a altas presiones y por presión diferencial interna a bajas presiones.

Esto permite el funcionamiento continuo de la bomba a cualquier presión, incluida la atmosférica. Están equipadas con lastre de gas regulable. La función del lastre de gas proporciona capacidad de manejo de vapor y reduce los cambios de aceite al evitar que los vapores condensables contaminen el aceite. Aunque las bombas KTC-112 estándar se enfrían con agua, también pueden suministrarse como bombas que se enfrían con aire.

Las ventajas de una bomba triple Kinney son inherentes a su diseño. Los pasadores deslizantes cerrados duran mucho más que los pasadores deslizantes de dos piezas o las paletas deslizantes. Un deflector de descarga de tipo paraguas especial reduce la pérdida de aceite a niveles que no se pueden alcanzar en otras bombas. Las válvulas solenoides protegen la bomba contra la inundación de aceite.

Un solo ajuste de lastre de gas asegura un flujo de aire equilibrado y una regulación simple. La bomba opera dentro de la clasificación de su motor estándar a prueba de goteo en todo el rango de presión de operación. Las bombas de vacío de la serie KTC producirán una presión límite de 0.2 micrones Hg abs. o menos (vacuómetro de McLeod) cuando se usa aceite de vacío AX de Kinney®.

## CURVAS TÍPICAS DE LA VELOCIDAD DE BOMBEO



# Especificaciones de una etapa

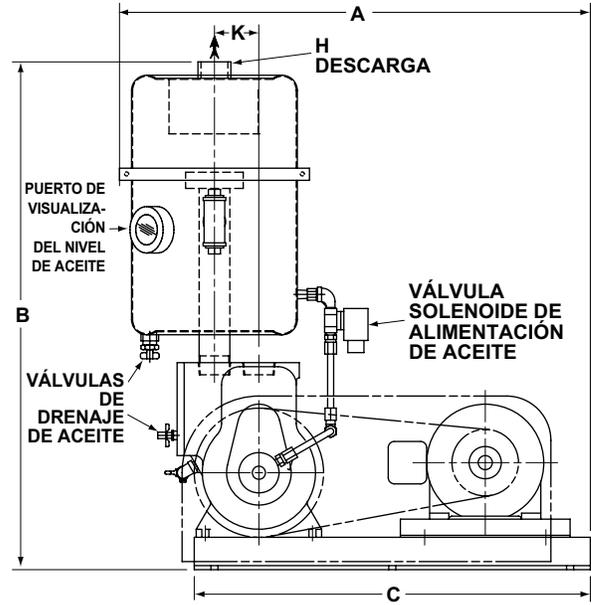
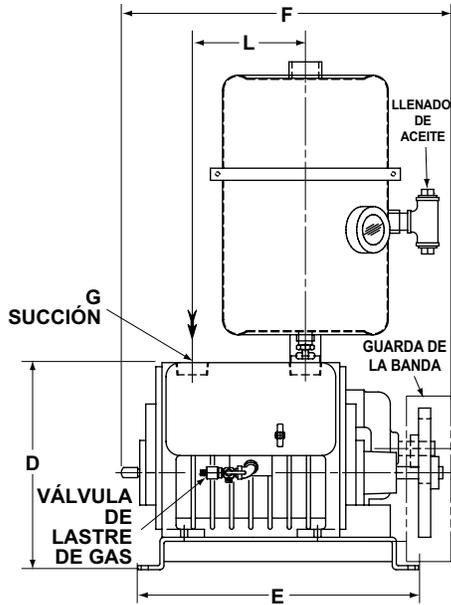
NÚMERO DE MODELO	UNIDAD	KD-30	KD-50	KDH-130	KDH-150
Desplazamiento de aire libre a RPM nominales, teórico	CFM / $m^3/h$	33 / 56	52 / 87	134 / 228	165 / 280
Motor estándar	HP / kW	1.5 / 1.11	2 / 1.5	5 / 3.7	7.5 / 5.6
Conexión de entrada	ANSI	—	—	3"	3"
Conexión de entrada	NPT	1 1/2"	1 1/2"	—	—
Conexión de descarga	ANSI	—	—	—	—
Conexión de descarga	NPT	1 1/4"	1 1/4"	2"	2"
Conexión de entrada del agua de enfriamiento	NPT	Enfriado con aire	Enfriado con aire	3/4"	3/4"
Conexión de salida del agua de enfriamiento	NPT	Enfriado con aire	Enfriado con aire	3/4"	3/4"
Agua de enfriamiento requerida a 60 °F (16 °C) (1)	GPM / $l/min$	Enfriado con aire	Enfriado con aire	3/4 / 2.8 (2)	1 / 3.8 (2)
Altura general	Pulg. / mm	29 / 737	31.5 / 800	39.25 / 997	39.25 / 997
Ancho general (de frente a la transmisión)	Pulg. / mm	27.75 / 705	29.13 / 740	38.88/987	38.88 / 987
Profundidad general	Pulg. / mm	20.38 / 518	20.38 / 518	30.81 / 783	30.81 / 783
Capacidad de aceite	Galones / Litros	1 / 3.8	3 / 11.4	6 / 23	6 / 23
Peso (conjunto completo, con aceite)	lb / kg	200 / 91	230 / 105	755 / 331	840 / 381
Flujo máximo del lastre de gas	%	8%	6%	6%	5%
Presión de obturación típica con el máx. lastre de gas (3)	Torr / mbar	1.5 / 2	1.5 / 2	1.0 / 1.3	1.0 / 1.3
Presión límite - vacuómetro de McLeod (3)	micrones	10	10	10	10

**NOTAS:**

- (1) Temperatura máxima permitida del agua de salida 110 °F (43.3 °C)  
 (2) Puede suministrarse para su uso sin agua a pedido especial  
 (3) Torr = 1 mm Hg abs.; 1000 micrones = 1 torr

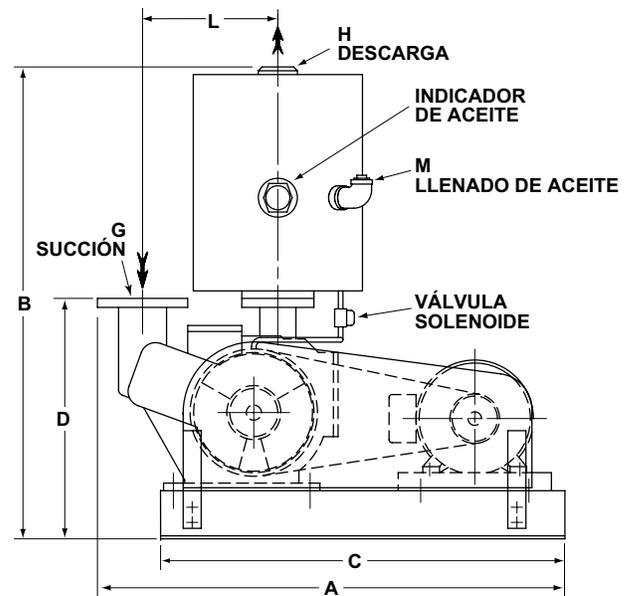
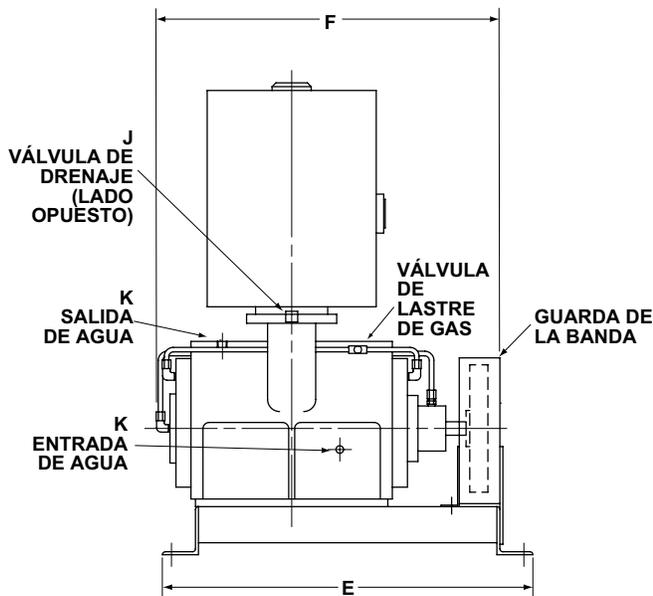
<b>KT-150C</b>	<b>KT-300D</b>	<b>KT-500D</b>	<b>KT-850D</b>
144 / 244	296 / 503	494 / 839	778 / 1322
7.5 / 5.6	15 / 11	30 / 22	40 / 30
3"	4"	6"	8"
—	—	—	—
2"	3"	4"	5"
—	—	—	—
1/4"	3/8"	3/8"	3/8"
3/8"	1/2"	1/2"	1/2"
1 / 3.8 (2)	1.5 / 5.7	2.5 / 9.5	3.5 / 13.2
43 / 1092	51.25 / 1302	63.13 / 1604	69.5 / 1765
24 / 610	27.5 / 699	33 / 838	39 / 991
26 / 660	34 / 864	38 / 965	49 / 1245
6 / 23	10 / 38	15 / 57	28 / 106
800 / 364	1525 / 693	2700 / 1225	4400 / 1996
5%	5%	5%	5%
2.0 / 2.7	2.0 / 2.7	2.0 / 2.7	2.0 / 2.7
10	10	10	10

# Dibujos de las dimensiones de las series KD y KDH



## SERIE KD

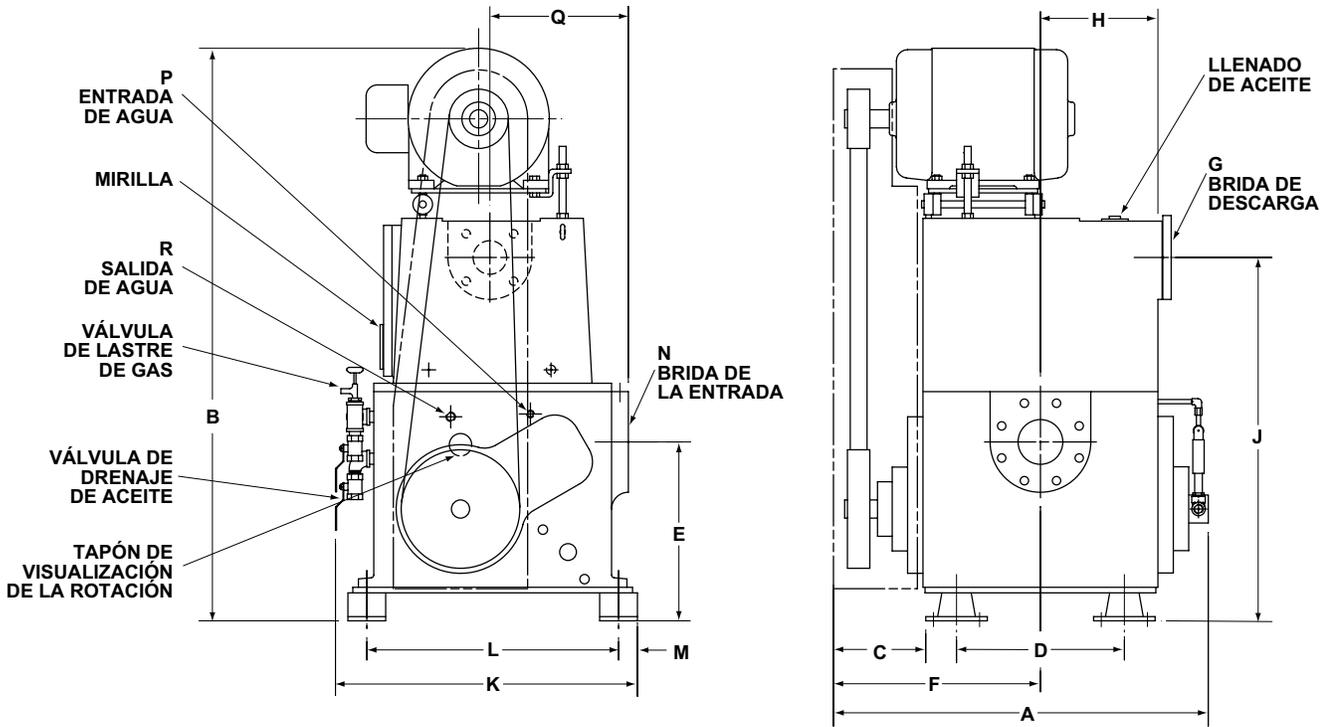
MODELO		A	B	C	D	E	F	G	H	K	L
KD-30	pulg.	27.75	29	24.50	12.81	17.38	20	1 1/2"	1 1/4"	2.75	7.00
	mm	705	737	622	325	441	508	NPT	NPT	70	178
KD-50	pulg.	29.13	31.50	24.50	12.81	17.38	20	1 1/2"	1 1/4"	2.75	7.00
	mm	740	800	622	325	441	508	NPT	NPT	70	178



## SERIE KDH

MODELO		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
KDH-130	pulg.	38.88	39.25	33.63	20	30.81	28.68	3"	2"	1/2"	3/4"	11.25	1"
	mm	987	997	854	508	783	719	ANSI	NPT	NPT	NPT	286	NPT
KDH-150	pulg.	38.88	39.25	33.63	20	30.81	28.68	3"	2"	1/2"	3/4"	11.25	1"
	mm	987	997	854	508	783	719	ANSI	NPT	NPT	NPT	286	NPT

# Dibujos de las dimensiones de la serie KT



## SERIE KT

MODELO		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R
KT-150C	pulg. mm	26 660	43 1092	8.63 219	11.75 298	12.63 321	14.5 368	2" ANSI	7.25 184	26.5 673	22.75 578	19.13 486	1.19 30	3" ANSI	1/4	9.38 238	3/8
KT-300D	pulg. mm	33.5 851	51.25 1302	11 267	15 381	16 406	18.5 470	3" ANSI	10.88 276	32.5 826	23.19 589	22.5 572	1.69 43	4" ANSI	3/8	12.38 314	1/2
KT-500D	pulg. mm	37.25 946	63.13 1604	11.75 298	17 432	21.5 546	21.25 540	4" ANSI	11.75 298	41 1041	32.32 821	28 711	1.31 33	6" ANSI	3/8	15.38 391	1/2
KT-850D	pulg. mm	48.5 1232	69.5 1765	13.38 340	24.75 629	24.25 616	25.75 654	5" ANSI	15.75 400	46 1168	37.25 946	33 838	1.38 29	8" ANSI	3/8	18.25 464	1/2

## Sección III — Bombas de una etapa

**KD-30 y KD-50**

Desplazamiento de aire libre: 33 cfm - 52 cfm

Presión límite: 10 micrones

**CARACTERÍSTICAS**

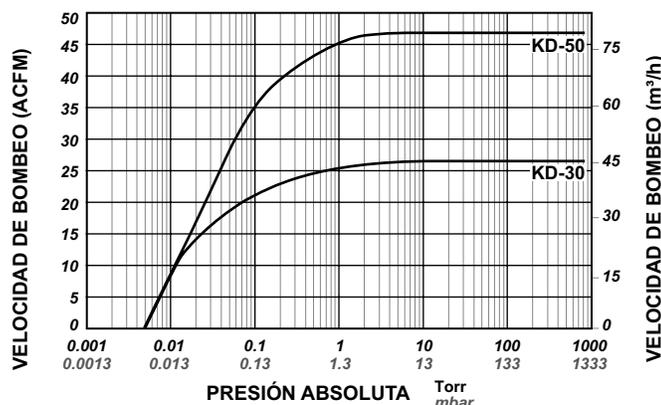
- Presiones absolutas hasta el rango de micrones bajos
- Los pistones dobles que operan en paralelo en un solo eje brindan un rendimiento sin problemas
- Velocidad de bombeo completa hasta a 1 torr
- Eliminador integral de neblina de aceite
- El pasador deslizante cerrado supera a otros tipos de uso común
- Enfriado con aire
- Equilibrado dinámicamente
- Alta resistencia a la abrasión y a la corrosión
- Operación de larga duración debido a que no hay contacto de metal con metal en la cámara de bombeo
- El lastre de gas ajustable permite manejar vapores condensables

**DESCRIPCIÓN GENERAL**

Las bombas de alto vacío de una etapa KD-30 y KD-50 Kinney® son de diseño "doble", tienen un solo eje con dos juegos de levas y pistones montados con una separación de 180° que operan en paralelo. Los pistones rotativos no tocan las paredes de las cámaras de bombeo, sino que están sellados con aceite de vacío Kinney que actúa como lubricante y sellador. Ambos modelos se enfrían con aire, tienen una construcción muy resistente y son muy compactos.

El lastre de gas controlable, una característica estándar, permite el manejo de vapores condensables y minimiza los cambios de aceite debido a la contaminación por vapor del aceite de sellado. Las bombas modelo KD-30 están equipadas con un eficiente eliminador de neblina de aceite que filtra eficazmente la neblina y el smog del aceite. Cada bomba opera dentro de la clasificación de su motor estándar en todo el rango de presión de operación.

Las bombas de vacío KD-30 y KD-50 producirán una presión límite de 10 micrones Hg abs. o menos (vacuómetro de McLeod) cuando se usa aceite de vacío AX Kinney®.

**CURVAS TÍPICAS DE LA VELOCIDAD DE BOMBEO**

Las curvas están a 60 Hz a menos que se indique lo contrario

# Serie KDH

Desplazamientos de aire libre: 134 - 165 cfm

Presión límite: 10 micrones

## CARACTERÍSTICAS

- Presiones absolutas hasta el rango de micrones bajos
- Velocidad de bombeo completa hasta a 1 torr
- Alta eficiencia volumétrica en un amplio rango de presión
- Los pistones dobles que operan en paralelo en un solo eje brindan un rendimiento sin problemas
- Alta resistencia a la abrasión y a la corrosión
- Rápida recuperación de la presión de operación
- El pasador deslizante cerrado supera a otros tipos de uso común
- Equilibrado dinámicamente para un funcionamiento sin vibraciones funcional
- Operación de larga duración debido a que no hay contacto de metal con metal en la cámara de bombeo
- El lastre de gas ajustable permite el manejo de vapores condensables



## DESCRIPCIÓN GENERAL

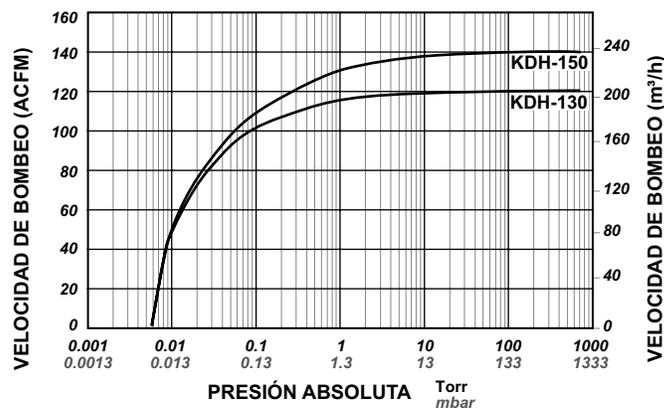
Las bombas de alto vacío de una etapa KDH Kinney® son de diseño "doble", tienen un solo eje con dos juegos de levas y pistones montados con una separación de 180° que operan en paralelo. Los pistones rotativos no tocan las paredes de las cámaras de bombeo, sino que están sellados con aceite de vacío Kinney que actúa como lubricante y sellador. Las bombas son de construcción muy resistente.

Las bombas estándar se enfrían con agua, pero pueden suministrarse para funcionar sin agua a pedido especial.

El lastre de gas controlable, una característica estándar, permite el manejo de vapores condensables y minimiza los cambios de aceite debido a la contaminación por vapor del aceite de sellado. Las bombas están equipadas con rodamientos de manguito de larga duración y tienen un sello de eje único para reducir el mantenimiento y aumentar la confiabilidad. Cada modelo opera dentro de la clasificación de su motor TEFC estándar en todo el rango de presión de operación.

Las bombas KDH producirán una presión límite de 10 micrones Hg abs. o menos (vacuómetro de McLeod) cuando se usa aceite AX Kinney®.

## CURVAS TÍPICAS DE LA VELOCIDAD DE BOMBEO



# Serie KT

Desplazamiento de aire libre: 144 - 778 cfm

Presión límite: 10 micrones

## CARACTERÍSTICAS

- Velocidad de bombeo completa hasta a 1 torr
- Puede funcionar de forma continua (a cualquier presión) hasta A 100 torr
- Presión límite 10 micrones (vacuómetro de McLeod)
- Instalación sencilla, no se requieren cimientos especiales ni pernos de anclaje
- El diseño de pistón triple proporciona un funcionamiento silencioso y sin vibraciones
- El lastre de gas ajustable permite el manejo de vapores condensables
- Sin contacto de metal con metal en la cámara de bombeo
- Durabilidad inigualable, incluso en aplicaciones sucias
- El deflector de descarga exclusivo reduce la pérdida de aceite a tasas muy inferiores a aquellas de otras marcas
- El sello del eje único reduce los costos de mantenimiento y mejora la confiabilidad
- El pasador deslizante cerrado supera a otros tipos de uso común
- Medidor de flujo de aceite estándar en todos los modelos



## DESCRIPCIÓN GENERAL

Las bombas de alto vacío de una etapa KT® Kinney tienen un diseño "triple" con un solo eje con tres juegos de levas y pistones que operan en paralelo, de tal manera que reducen

	DEFLEXIÓN MÁXIMA DE LA BOMBA	FUERZA DINÁMICA TRANSMITIDA
KT-150	0.0035"	10 libras
KT-300	0.004"	15 libras
KT-500	0.006"	20 libras
KT-850	0.010"	50 libras

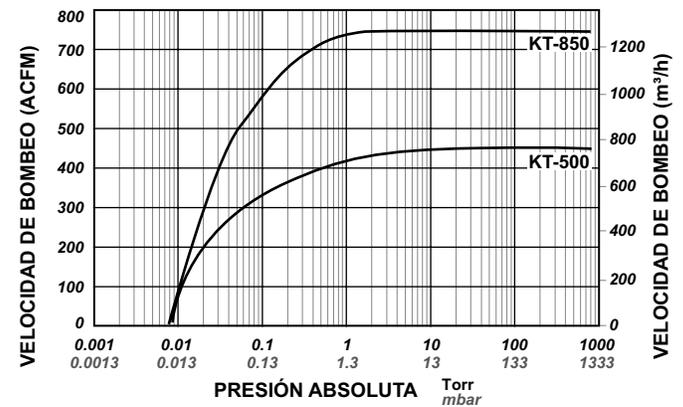
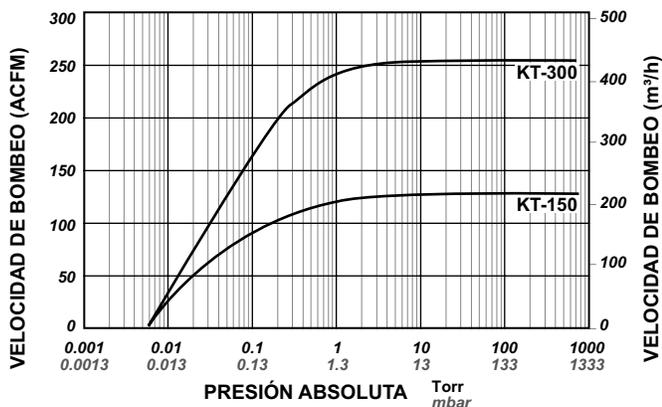
la vibración a los niveles más bajos que jamás se habían encontrado en una bomba de este tamaño. Nuestra técnica de equilibrio excepcional reduce la magnitud del movimiento de la bomba (deflexión) mientras reduce las fuerzas dinámicas transmitidas a través de las almohadillas de montaje flexibles provistas con cada bomba a los valores que se muestran en la tabla anterior. Como resultado de estas características de vibración extremadamente bajas, los costos de instalación de las bombas triples son siempre más bajos que los de las bombas convencionales.

Las bombas KT se lubrican continuamente mediante una bomba de aceite incorporada que impulsa el aceite a las superficies de los rodamientos a todas las presiones. Esto permite el funcionamiento

continuo de la bomba a cualquier presión, incluida la atmosférica. En las bombas modelo KT, el flujo inverso de aceite se controla mediante una válvula de retención mecánica. La presión de la bomba de alimentación de aceite se puede utilizar para la alarma o el enclavamiento a prueba de fallas. Dado que estas bombas están equilibradas internamente, solo se requiere un sello del eje, lo que proporciona una ventaja significativa sobre las bombas equilibradas externamente que requieren dos sellos del eje. Se utilizan rodamientos de manguito resistentes a la corrosión en lugar de rodamientos de bola, que no son adecuados para el servicio general de las bombas de vacío cuando están lubricados con aceite de sellado.

Las ventajas de una bomba triple Kinney son inherentes a su diseño. Los pasadores deslizantes cerrados duran mucho más que los pasadores deslizantes de dos piezas. Un deflector de descarga de tipo paraguas especial reduce la pérdida de aceite a niveles que no se pueden alcanzar en otras bombas. Un ajuste del lastre de gas sencillo proporciona capacidad de manejo de vapor y reduce los cambios de aceite al evitar que los vapores condensables contaminen el aceite. Cada bomba opera dentro de la clasificación de su motor TEFC estándar en todo el rango de presión de operación. Las bombas de la serie KT producirán una presión límite de 10 micrones Hg abs. o menos (vacuómetro de McLeod) cuando se usa aceite KV100 Kinney®.

## CURVAS TÍPICAS DE LA VELOCIDAD DE BOMBEO



# Sistemas de bombeo de vacío del acelerador

## CARACTERÍSTICAS

- Operación automática
- Sin aceite de sellado en la bomba reforzadora
- Paquetes completos y probados previamente
- Sistemas libres de aceite disponibles

## DESCRIPCIÓN GENERAL

Los sistemas de bombeo de vacío del acelerador mecánico de Kinney combinan bombas reforzadoras rotativas de tipo lóbulo de desplazamiento positivo con cualquiera de los tres tipos diferentes de bombas reforzadoras Kinney: bombas de pistón rotatorio selladas con aceite, bombas de anillo líquido o bombas secas. Cada sistema es una unidad operativa completa y compacta que ofrece rendimiento, confiabilidad y eficiencia volumétrica superiores. Kinney fue pionero en la combinación de sopladores con bombas de respaldo y ofrece la selección más completa de este tipo de equipo en la industria del vacío.

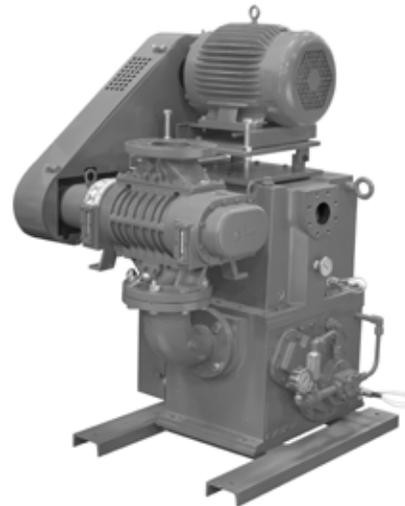
Los sistemas de bombeo de Kinney operan automáticamente desde la presión atmosférica hasta su presión de obturación. Cada bomba está equipada con su propio motor y la bomba reforzadora se controla automáticamente mediante un interruptor de presión autocontenido. Cuando se enciende, la bomba de la segunda etapa lleva el sistema a la presión de conexión de la bomba reforzadora, momento en el que la bomba reforzadora se activa automáticamente. Cuando se enciende, la bomba reforzadora alcanza rápidamente la velocidad máxima de bombeo. Si la presión se eleva por encima de la presión de conexión establecida, el acelerador detiene automáticamente el funcionamiento y la bomba de la segunda etapa reanuda su función de desbaste hasta que se alcanza de nuevo la presión de conexión. Un interruptor de temperatura protege la bomba reforzadora en caso de temperatura excesiva. Se proporcionan todos los aceites y grasas necesarios para el funcionamiento del sistema.

Sistemas del acelerador respaldados por bombas selladas con aceite  
Los sistemas del acelerador Kinney respaldados por bombas selladas con aceite tienen la ventaja de operar con la máxima eficiencia en un rango más amplio de bajas presiones, al tiempo que proporcionan un alto desplazamiento volumétrico. Por lo general, la velocidad de bombeo del acelerador de vacío es de cinco a diez veces mayor que la de la bomba de respaldo. Esta combinación proporciona una operación compuesta de dos etapas eficiente y económica.

El sistema Kinney está diseñado para brindar un servicio prolongado y confiable incluso en las condiciones más exigentes. Es fácil de mantener y no requiere herramientas especiales.

Debido a que es una unidad de desplazamiento positivo, no tiene limitaciones de presión de bloqueo como las que se encuentran en las bombas reforzadoras de vapor. El sistema Kinney continúa funcionando de manera eficiente a presiones muy por encima de la presión de pérdida de las bombas de vapor.

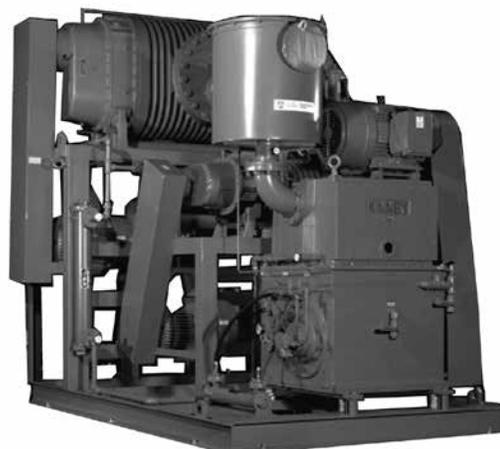
Los sistemas del acelerador mecánico Kinney respaldados por bombas rotativas selladas con aceite están disponibles en tamaños de 150 CFM a 11,000 CFM de desplazamiento de aire libre en el rango de presión de  $1 \times 10^{-4}$  torr a atmosférica.



**SISTEMA DEL ACELERADOR/PISTÓN CC (ACOPLAMIENTO CERRADO) KINNEY®**



**SISTEMA DEL ACELERADOR/PISTÓN CB (COMPACTO) KINNEY®**



**SISTEMA DEL ACELERADOR/PISTÓN MB/KT KINNEY®**

# Gráficas y tablas

## CONVERSIONES DE PRESIÓN

PARA OBTENER → MULTIPLICAR ↓ POR EL FACTOR	ATM.	BAR	PSI	kg/cm <sup>2</sup>	Pulg. Hg (32 °F/0 °C)	Pulg. Hg (60 °F/16 °C)	Pulg. H <sup>2</sup> O (39.2 °F/4 °C)	Pulg. H <sup>2</sup> O (60 °F/16 °C)	TORR	PASCAL NEWTON/ M <sup>2</sup>
ATMOSFÉRICA	1.0	1.01325	14.696	1.0332	29.921	30.005	406.79	407.19	760.00	101,325
BAR	0.98692	1.0	14.504	1.0197	29.510	29.613	401.47	401.87	750.00	100,000
LIBRAS POR PULGADA CUADRADA (PSI)	0.06805	0.06895	1.0	0.07031	2.0360	2.0418	27.679	27.708	51.715	6894.8
KILOGRAMO POR CM CUADRADO (kg/cm <sup>2</sup> )	0.96784	0.98067	14.223	1.0	28.959	29.041	393.71	394.09	735.56	98,067
PULGADAS DE MERCURIO (pulg. Hg) (32 °F/0 °C)	0.03342	0.03386	0.49116	0.03453	1.0	1.0028	13.596	13.609	25.400	3,386.4
PULGADAS DE MERCURIO (pulg. Hg) (60 °F/16 °C)	0.03333	0.03377	0.48977	0.03443	0.99718	1.0	14.022	13.570	25.329	3,376.9
PULGADAS DE AGUA (pulg. H <sup>2</sup> O) (39.2 °F/4 °C)	0.00245	0.00241	0.03613	0.00246	0.07355	0.07132	1.0	0.9678	1.8063	249.08
PULGADAS DE AGUA (pulg. H <sup>2</sup> O) (60 °F/16 °C)	0.00246	0.00249	0.03609	0.00254	0.07348	0.07369	1.0333	1.0	1.8655	248.84
TORR (mm Hg) (32 °F/0 °C)	0.00158	0.00133	0.01934	0.00136	0.03937	0.03948	0.5536	0.5358	1.0	133.32
PASCAL (newton/metro <sup>2</sup> )	98.6×10 <sup>-5</sup>	1.00×10 <sup>-5</sup>	14.5×10 <sup>-5</sup>	10.1×10 <sup>-6</sup>	29.5×10 <sup>-5</sup>	29.6×10 <sup>-5</sup>	4.03×10 <sup>-3</sup>	4.02×10 <sup>-3</sup>	7.50×10 <sup>-3</sup>	1.0

1 torr = 1 mm Hg = 1000 millitorr = 1000 micrón (μ) Hg = 1333.2236 dina/cm<sup>2</sup>; 1 dina/cm<sup>2</sup> (baria) = .1 newton/m<sup>2</sup> (pascal)

## CONVERSIONES DE VOLUMEN

PARA OBTENER → MULTIPLICAR ↓ POR EL FACTOR	PULG. <sup>3</sup>	PIES <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	LITRO	GALÓN
PULGADA CÚBICA	1.0	5.787×10 <sup>-4</sup>	1.6387×10 <sup>-5</sup>	1.6387×10 <sup>-5</sup>	4.329×10 <sup>-3</sup>
PIES CÚBICOS	1728	1.0	2.8317×10 <sup>-2</sup>	28.317	7.481
METRO CÚBICO	6.1023×10 <sup>-4</sup>	35.314	1.0	1000	264.17
LITRO	61.02	3.5316×10 <sup>-2</sup>	0.001	1.0	0.26418
GALÓN (LÍQUIDO DE EE. UU.)	231	13.368×10 <sup>-2</sup>	3.7854×10 <sup>-3</sup>	3.7854	1.0

## CONVERSIONES DE FLUJO

PARA OBTENER → MULTIPLICAR ↓ POR EL FACTOR	TORR- CFM	TORR- L/SEG.	TORR- m <sup>3</sup> /h
TORR - PIES CÚBICOS POR MINUTO	1.0	0.472	1.699
TORR - LITROS POR SEGUNDO	2.12	1.0	3.60
TORR - METROS CÚBICOS POR HORA	0.5886	0.2777	1.0

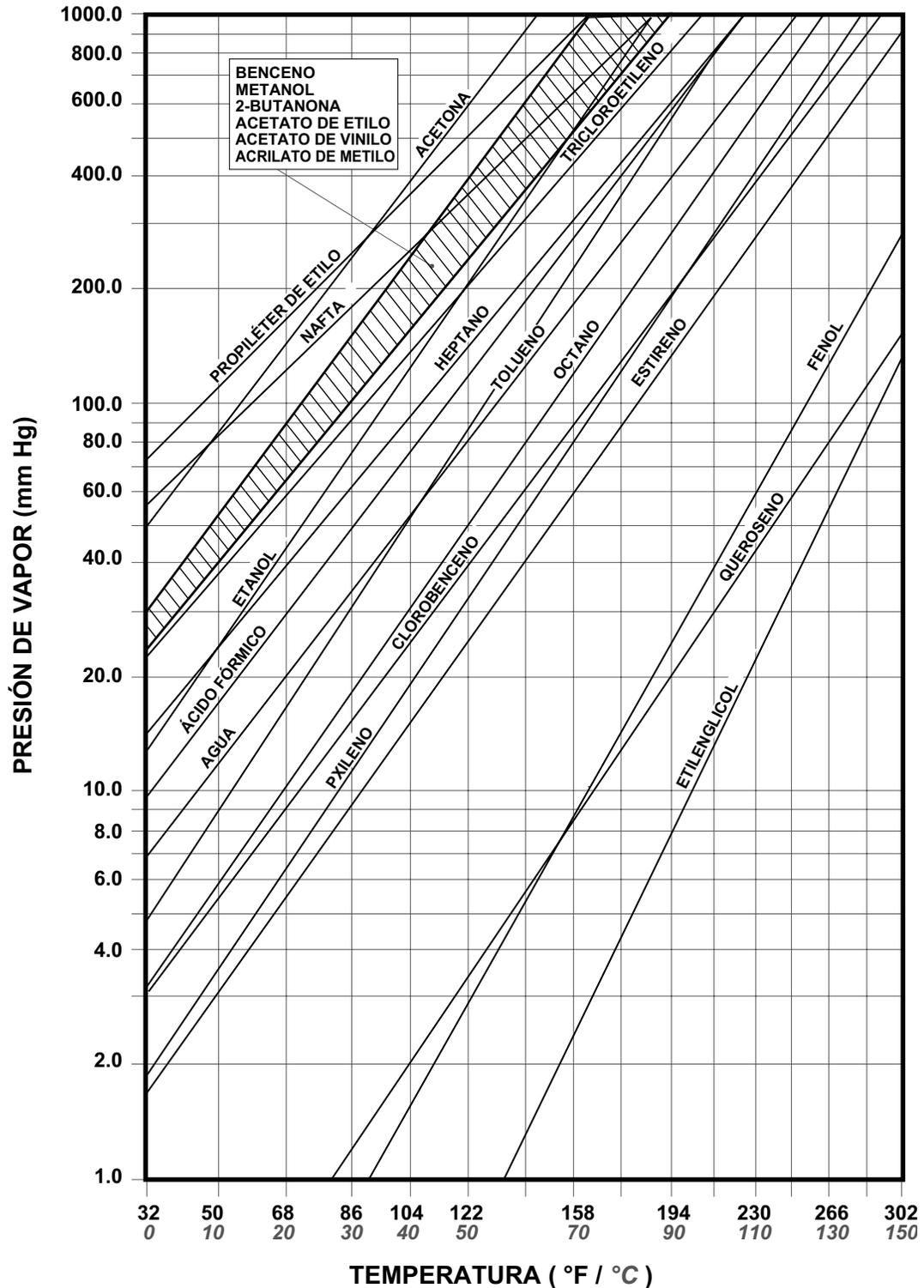
1 atm-cm<sup>3</sup>/seg = 1 scc/seg = 760 millitorr-1/seg  
 1 millitorr-CFM = 1 micrón-CFM = 0.001 torr-CFM  
 1 millitorr-1/seg = 1 micrón-1/seg = 0.001 torr-1/seg  
 1 millitorr-m<sup>3</sup>/h = 1 micrón-m<sup>3</sup>/h = 0.001 torr-m<sup>3</sup>/h

## PROPIEDADES DEL VAPOR SATURADO

TEMPERATURA, GRADOS CENTÍGRADOS	PRESIÓN TOTAL, (PRESIÓN MANOMÉTRICA MÁS PRESIÓN ATMOSFÉRICA)		CALOR DE VAPORIZACIÓN		VOLUMEN ESPECÍFICO		TEMPERATURA, GRADOS FAHRENHEIT
	TORR	LIBRAS POR PULGADA CUADRADA	CALORÍAS POR KILOGRAMO	B.T.U. POR LIBRA	METROS CÚBICOS POR KILO	PIES CÚBICOS POR LIBRA	
0	4.579	0.0886	595.4	1071.7	206.3	3304	32
2	5.29	0.1023	594.4	1069.9	180	2884	35.6
4	6.097	0.1179	593.3	1068	157.2	2518	39.2
6	7.011	0.1356	592.3	1066.1	137.7	2206	42.8
8	8.042	0.1555	591.2	1064.2	120.9	1937	46.4
10	9.205	0.178	590.2	1062.3	106.3	1703	50
12	10.513	0.2033	589.1	1060.4	93.7	1502	53.6
14	11.98	0.2317	588.1	1058.5	82.9	1327	57.2
16	13.624	0.2635	587	1056.6	73.3	1174	60.8
18	15.46	0.299	585.9	1054.7	65.1	1041	64.4
20	17.51	0.3386	584.9	1052.8	57.8	926	68
22	19.79	0.3827	583.9	1051	51.5	824	71.6
24	22.32	0.4316	582.8	1049.1	45.92	735	75.2
26	25.13	0.486	581.8	1047.2	41.05	657	78.8
28	28.25	0.5463	580.7	1045.2	36.74	589	82.4
30	31.71	0.6132	579.6	1043.3	32.95	528	86
32	35.53	0.6871	578.6	1041.4	29.62	474.7	89.6
34	39.75	0.7687	577.4	1039.4	26.62	426.5	93.2
36	44.4	0.8586	576.4	1037.5	23.98	384.2	96.8
38	49.51	0.9574	575.3	1035.5	21.65	346.8	100.4
40	55.13	1.0661	574.2	1033.5	19.57	313.5	104
42	61.3	1.1854	573.1	1031.5	17.69	283.3	107.6
44	68.05	1.3159	571.9	1029.4	16.01	256.5	111.2
46	75.43	1.4587	570.8	1027.4	14.54	233	114.8
48	83.5	1.6147	569.6	1025.3	13.21	211.7	118.4
50	92.3	1.7849	568.4	1023.2	12.02	192.6	122
52	101.88	1.9701	567.3	1021.2	10.96	175.5	125.6
54	112.3	2.172	566.2	1019.1	10	160.3	129.2
56	123.61	2.39	565.1	1017.1	9.14	146.5	132.8
58	135.89	2.627	563.9	1015.1	8.36	134	136.4
60	149.19	2.885	562.8	1013.1	7.66	122.8	140
62	163.58	3.163	561.7	1011	7.03	112.7	143.6
64	179.13	3.464	560.5	1008.9	6.46	103.5	147.2
66	195.92	3.789	559.3	1006.8	5.94	95.1	150.8
68	214.02	4.139	558.2	1004.7	5.47	87.6	154.4
70	233.53	4.516	556.9	1002.5	5.04	80.7	158
72	254.5	4.921	555.8	1000.4	4.647	74.4	161.6
74	277.1	5.358	554.6	998.3	4.294	68.8	165.2
76	301.3	5.826	553.4	996.2	3.973	63.7	168.8
78	327.2	6.327	552.3	994.1	3.676	58.8	172.4
80	355.1	6.867	551.1	991.9	3.404	54.5	176
82	384.9	7.443	549.9	989.8	3.156	50.6	179.6
84	416.7	8.058	548.7	987.6	2.929	46.92	183.2
86	450.8	8.717	547.4	985.4	2.723	43.62	186.8
88	487.1	9.419	546.2	983.2	2.534	40.59	190.4
90	525.8	10.167	544.9	980.9	2.358	37.77	184
92	567.1	10.966	543.7	978.7	2.197	35.19	197.6
94	611	11.815	542.5	976.5	2.05	32.86	201.2
96	657.7	12.718	541.2	974.2	1.913	30.67	204.8
98	707.3	13.678	539.9	971.9	1.787	28.64	208.4
100	760	14.697	538.7	969.7	1.671	26.78	212
102	815.9	15.778	537.4	967.3	1.564	25.06	215.6
104	875.1	16.923	536.2	965.1	1.465	23.47	219.2
106	937.9	18.137	534.9	962.8	1.374	22.01	222.8
108	1004.3	19.42	533.6	960.5	1.289	20.64	226.4
110	1074.5	20.777	532.3	958.1	1.209	19.37	230

# Gráficas y tablas

## PUNTOS DE EBULLICIÓN DE LOS DISOLVENTES



## PRESIÓN A ALTITUDES ATMOSFÉRICAS

ALTITUD PIES	PRESIÓN TORR	ALTITUD PIES	PRESIÓN TORR
-1,000	787.87	35,000	179.33
-500	773.83	40,000	141.18
0	760	45,000	111.13
500	746.37	50,000	87.497
1,000	732.93	55,000	68.889
1,500	719.7	60,000	54.236
2,000	706.66	70,000	33.662
2,500	693.81	80,000	21.01
3,000	681.15	90,000	13.208
3,500	668.69	100,000	8.356
4,000	656.4	120,000	3.446
4,500	644.3	140,000	1.508
5,000	632.38	160,000	6.9741×10 <sup>-1</sup>
5,500	620.65	180,000	3.2622×10 <sup>-1</sup>
6,000	609.09	200,000	1.4848×10 <sup>-1</sup>
6,500	597.7	225,000	5.1 256×10 <sup>-2</sup>
7,000	586.49	250,000	1.5257×10 <sup>-2</sup>
7,500	575.45	275,000	3.8450 x10 <sup>-3</sup>
8,000	564.58	300,000	9.4915 x 10 <sup>-4</sup>
8,500	553.88	350,000	8.5197 x10 <sup>-5</sup>
9,000	543.34	400,000	1.6014 x10 <sup>-5</sup>
9,500	532.97	450,000	6.3106 x10 <sup>-6</sup>
10,000	522.75	500,000	3.5049 x 10 <sup>-6</sup>
11,000	502.8	600,000	1.5030 x 10 <sup>-6</sup>
12,000	483.48	700,000	7.4221 x 10 <sup>-7</sup>
13,000	464.76	800,000	3.9520 x 10 <sup>-7</sup>
14,000	446.63	900,000	2.2194 x 10 <sup>-7</sup>
15,000	429.08	1,000,000	1.3027 x 10 <sup>-7</sup>
17,500	387.65	1,200,000	4.9576 x 10 <sup>-8</sup>
20,000	349.53	1,400,000	2.0952 x 10 <sup>-8</sup>
22,500	314.51	1,600,000	9.5550 x10 <sup>-9</sup>
25,000	282.4	1,800,000	4.6198 x 10 <sup>-9</sup>
27,500	253	2,000,000	2.3292 X 10 <sup>-9</sup>
30,000	226.13	2,320,000	8.3091 X 10 <sup>-10</sup>

## PRESIÓN DE VAPOR DE HIELO\*

TEMPERATURA		PRESIÓN DE VAPOR	
GRADOS CELSIUS	GRADOS FAHRENHEIT	mm Hg	MICRONES
0	32	4.579	4579
-2	28.4	3.88	3880
-4	24.8	3.28	3280
-6	21.2	2.765	2765
-8	17.6	2.326	2326
-10	14	1.95	1950
-12	10.4	1.632	1632
-14	6.8	1.361	1361
-16	3.2	1.132	1132
-18	-0.4	0.939	939
-20	-4	0.776	776
-22	-7.6	0.64	640
-24	-11.2	0.526	526
-26	-14.8	0.43	430
-28	-18.4	0.351	351
-30	-22	0.2859	285.9
-32	-25.6	0.2318	231.8
-34	-29.2	0.1873	187.3
-36	-32.8	0.1507	150.7
-40	-40	0.0966	96.6
-44	-47.2	0.0609	60.9
-48	-54.4	0.0378	37.8
-52	-61.6	0.023	23
-56	-68.8	0.0138	13.8
-60	-76	0.00808	8.08
-64	-83.2	0.00464	4.64
-68	-90.4	0.00261	2.61
-72	-97.6	0.00143	1.43
-76	-104.8	0.00077	0.77
-80	-112	0.0004	0.4
-84	-119.2	0.0002	0.2
-88	-126.4	0.0001	0.1
-92	-133.6	0.000048	0.048
-96	-140.8	0.000022	0.022
-98	-144.4	0.000015	0.015

\* Presión de vapor acuoso sobre hielo en mm Hg a diversas temperaturas.

# Cómo instalar bombas de vacío rotativas

Incluso si una bomba de vacío tiene el tamaño adecuado para producir la presión de operación deseada en el tiempo óptimo, y es el tipo correcto de bomba para manejar tanto la carga de gas como cualquier contaminante presente, se deben seguir ciertas técnicas básicas de instalación para que el sistema funcione conforme al diseño. El incumplimiento de los procedimientos correctos puede dar como resultado niveles de presión insatisfactorios, daños al producto final del sistema, dificultades mecánicas, contaminación del aire y daños a la bomba.

Si bien la mayoría de las técnicas comentadas aquí están dentro del conocimiento y comprensión de los tecnólogos de vacío, es posible que algunos miembros del personal de instalación no comprendan la importancia de ciertos procedimientos o no estén familiarizados con las prácticas de vacío. La ilustración de la página 35 muestra una disposición de instalación general en la que se han observado buenas prácticas. Algunos de los componentes que se muestran se utilizan en situaciones especiales únicamente, pero la mayoría de ellos deben estar presentes en una buena instalación de la bomba. En la etapa de planeación, se deben tomar las medidas necesarias para permitir un amplio espacio de acceso a la bomba y a los componentes para el mantenimiento y el servicio. En este sentido, es aconsejable ubicar el punto de control eléctrico cerca de la bomba.

## AISLAMIENTO DE VIBRACIONES

Todas las bombas de vacío deben contar con aislamiento de vibraciones. Los pasos que se deben tomar en el momento de la instalación dependen del grado de equilibrio de la bomba. Como guía, las bombas se pueden dividir en tres grupos: equilibradas inherentemente, equilibradas y no equilibradas parcialmente. La tabla enumera los parámetros que deben considerarse y sugiere métodos apropiados de aislamiento de vibraciones para cada tipo de bomba.

Se debe enfatizar que, cuando una bomba está montada sobre aisladores de vibración, las deflexiones durante el arranque y el paro pueden ser significativamente mayores que durante el funcionamiento en régimen permanente. Todas las conexiones a la bomba deben disponerse con suficiente flexibilidad para soportar estas deflexiones.

Cuando se utilizan fuelles de elastómero, minimizan la propagación del ruido de la bomba a lo largo de los múltiples de succión y de descarga. Generalmente, las bombas de vacío mecánicas selladas con aceite son bastante ruidosas cuando funcionan sin carga de gas. El ruido es de origen hidráulico; se puede suprimir eficazmente si se admite un pequeño flujo de aire en la bomba. Esto se hace más convenientemente usando la válvula de lastre de gas que generalmente es una parte integral de la bomba. Es posible alcanzar un mayor aislamiento del ruido con recintos acústicos.

Para bombas grandes equilibradas parcialmente (por encima de 150 cfm) y todas las bombas no equilibradas, se debe construir una base rígida de la siguiente manera:

## CIMENTACIÓN

Dependiendo del tamaño de la bomba, la base debe tener entre 18 y 36 pulgadas de profundidad, y las dimensiones de largo y ancho deben proporcionar al menos 6 pulgadas desde cualquier perno

de anclaje hasta el borde más cercano de la cimentación. Para simplificar la nivelación de la unidad y proporcionar una buena unión con la lechada final, la parte superior de la cimentación debe nivelarse, pero debe dejarse en una condición rugosa.

El hormigón seco y suelto debe tener una mezcla de 1 parte de cemento Portland, 2.5 partes de arena y 5 partes de piedra. La mezcla debe ser mediana. La cimentación debe curarse durante unas tres semanas.

## PERNOS DE ANCLAJE

Se prefieren los pernos de anclaje de tipo gancho. Se debe seguir la recomendación de longitud del fabricante. Los pernos se pueden centrar en manguitos metálicos del doble del diámetro y aproximadamente la mitad de la longitud del perno colocado al ras con la cimentación rugosa. Los manguitos prevén pequeños errores de fraguado y se rellenan en el momento de la lechada. El diámetro del perno está determinado por el orificio en la base de la bomba.

## NIVELACIÓN

La bomba debe colocarse sobre una cimentación rugosa y debe nivelarse calzando la base.

## LECHADA

La cimentación de hormigón debe limpiarse y humedecerse a fondo antes de que comience la lechada. Las superficies deben rasparse a buril para eliminar cualquier vidriado o manchas aceitosas que impidan una adhesión adecuada. Un humedecimiento efectivo puede requerir hasta 12 horas, asumiendo que la cimentación se haya curado alrededor de tres semanas. Las superficies metálicas que entrarán en contacto con la lechada también deben humedecerse por completo antes de que comience la lechada. La lechada debe fluir y llenar todos los espacios y cavidades antes de que fragüe y debe conservar permanentemente su volumen original. Una mezcla de 1 parte de cemento y 1 1/2 partes de arena limpia dará buenos resultados siempre y cuando el contenido de agua en peso no exceda el 50 por ciento del peso del cemento. Espere al menos 24 horas para que la lechada se asiente antes de apretar los pernos de anclaje.

## CONEXIONES DE ENTRADA

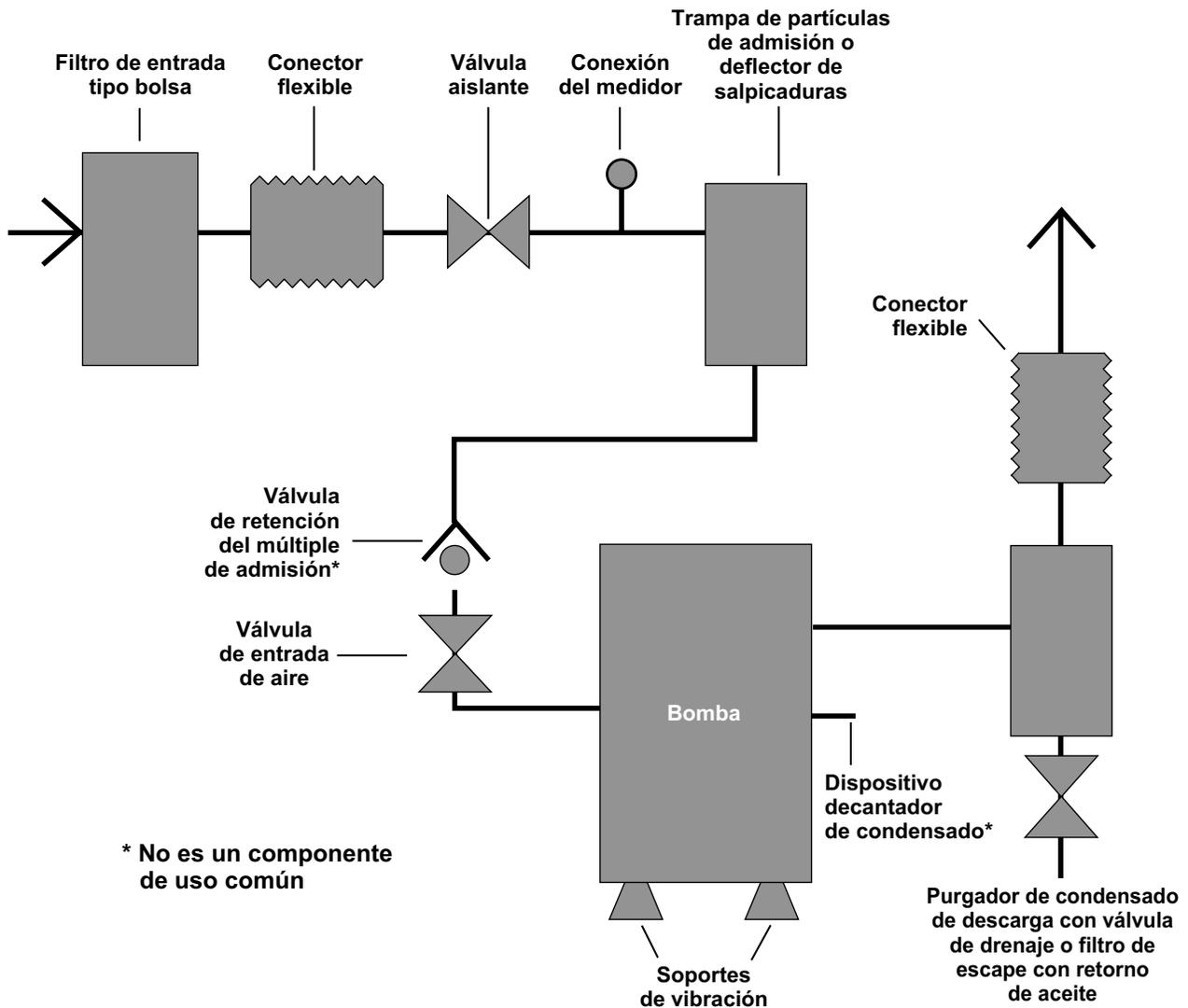
Las conexiones de entrada de la bomba de vacío deben dimensionarse y diseñarse con tres objetivos en mente para evitar restricciones en el flujo de gas, para evitar que los fluidos de la bomba ingresen a la cámara de procesos y para proteger la bomba de la ingestión de partículas. En todas las condiciones normales, el diámetro del múltiple de entrada nunca debe ser menor que la entrada de la bomba y su longitud debe ser lo más corta posible para minimizar las pérdidas de conductancia.

Dado que todas las bombas de vacío mecánicas selladas con aceite producen salpicaduras de aceite en la entrada de la bomba, a menos que estén diseñadas con un deflector de salpicaduras interno, el múltiple de entrada debe estar diseñado para evitar que el aceite se desplace corriente arriba de la bomba. Con bombas pequeñas, el problema no es demasiado serio, pero aumenta con el tamaño de la bomba. En bombas con entradas en la parte superior, es la longitud de la sección horizontal del múltiple más que la altura del conductor vertical ascendente lo que proporciona el efecto deflector

necesario. En tales bombas, es incorrecto hacer funcionar el múltiple verticalmente con un simple giro en U en la parte superior. Las gotitas de aceite expulsadas vigorosamente que viajan por la línea central de la tubería golpean la parte superior del giro en U con algo de drenaje hacia la bomba y algo de drenaje hacia el sistema de procesos. La Figura 1 muestra la disposición correcta del múltiple para las bombas de entrada superiores o laterales. Si las limitaciones de espacio evitan el deflector del múltiple, se debe proporcionar un deflector de salpicaduras simple como se muestra en la Fig. 2.

En todas las aplicaciones, se deben tomar las medidas necesarias para evitar la entrada de contaminantes sólidos a la bomba. Esto es en especial cierto cuando hay polvo o partículas en el proceso. En el caso de las partículas, la simple trampa húmeda que se muestra en la Fig. 3 hará que se impacten en la superficie del aceite y se hundan

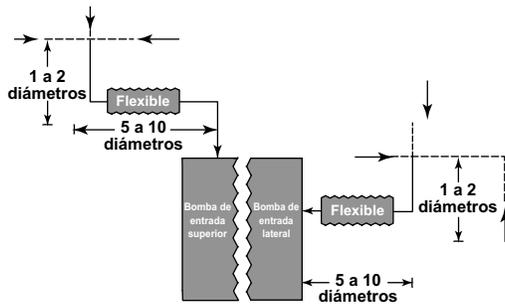
hasta el fondo. La trampa debe ser lo suficientemente profunda para retener los residuos hasta que se eliminen mecánicamente durante el mantenimiento periódico. Cuando se trata de grandes cargas de polvo, como las que se pueden encontrar en los hornos de vacío o en ciertas aplicaciones de secado en frío, se deben emplear filtros de entrada de tipo bolsa. Estos deben estar clasificados para una caída de presión de no más del 10 por ciento a presiones superiores a 1 torr, pero una caída de presión tan alta como el 50 por ciento es aceptable a presiones por debajo de 10 militorr, ya que los tamaños del filtro se vuelven excesivamente grandes si se requieren pequeñas caídas de presión. Para cumplir con los requisitos de baja caída de presión a bajas presiones con funcionamiento en régimen permanente, se puede utilizar eficazmente otra forma de trampa húmeda que se muestra en la Fig. 4.



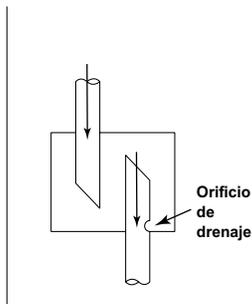
# Cómo instalar bombas de vacío rotativas, cont.

## GUÍA PARA EL AISLAMIENTO DE VIBRACIONES

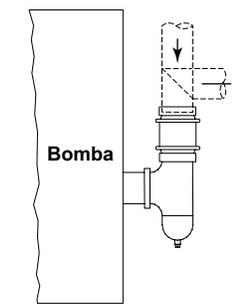
	BOMBAS EQUILIBRADAS INHERENTEMENTE		BOMBAS EQUILIBRADAS PARCIALMENTE			BOMBAS NO EQUILIBRADAS		
	Bombas de paletas pequeñas de hasta 50 CFM	Bombas de pistones triples de todos los tamaños	Bombas de paletas medianas de hasta 130 CFM	Bombas de pistones dúplex de hasta 300 CFM	Bombas de pistones simples con dos volantes de hasta 50 CFM	Bombas de pistones dúplex de más de 300 CFM	Bombas de pistones simples de todos los tamaños	Bombas de paletas grandes de más de 130 CFM
FRECUENCIA DE VIBRACIÓN	Baja	Alta	Baja	Baja	Baja	Muy baja	Muy baja	Muy baja
AMPLITUD DE VIBRACIÓN	Muy baja	Muy baja	Baja	Baja	Baja	Alta	Alta	Alta
CIMENTACIÓN REQUERIDA	Piso suficiente para soportar el peso de la bomba		Piso sólido o estructura pesada			Cimentación de hormigón con pernos de anclaje y lechada		
SOPORTES DE VIBRACIÓN BASE	Muelles helicoidales o soportes neumáticos	Soportes de elastómero, resortes helicoidales o soportes neumáticos	Muelles helicoidales o soportes neumáticos			No recomendado		
CONECTOR DE ENTRADA	Fuelles metálicos de calibre liviano contorneados y poco profundos o fuelles de elastómero contorneados poco profundos compatibles con el fluido de la bomba o manguera de vacío compatible con el fluido de la bomba.							
CONECTOR DE DESCARGA	Conector flexible compatible con el fluido de la bomba y la temperatura del gas de 220 °F.							



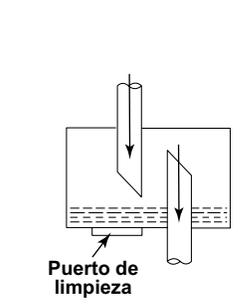
**Figura 1.** Las configuraciones correctas del múltiple de entrada evitan que el aceite de la bomba ingrese a la cámara del proceso.



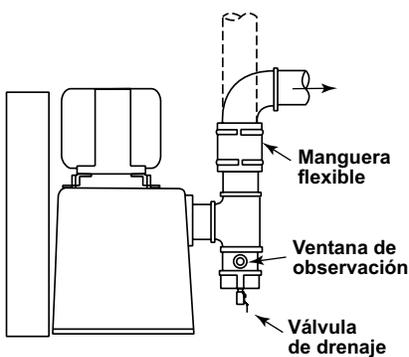
**Figura 2.** El deflector de salpicaduras compacto para la entrada de la bomba se puede utilizar con un espacio limitado.



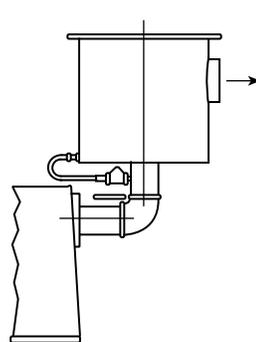
**Figura 3.** La trampa de partículas de entrada húmeda evita que los contaminantes sólidos entren en la bomba.



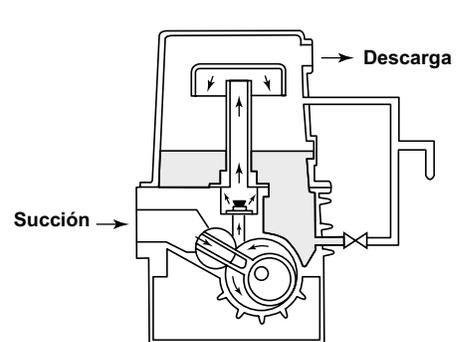
**Figura 4.** La trampa de líquidos y partículas de baja impedancia se utiliza con bombas de gran capacidad.



**Figura 5.** El colector de descarga diseñado correctamente reduce la pérdida de aceite.



**Figura 6.** Filtro de escape en línea típico con retorno de aceite automático.



**Figura 7.** La disposición de decantación automática elimina el agua del aceite de la bomba.

## CONEXIONES DEL MEDIDOR

Las mediciones de presión son necesarias tanto para los requisitos del proceso como para resolver problemas. Las conexiones del medidor deben ubicarse a ambos lados de la válvula de aislamiento principal. Esto permite verificar la presión del proceso y la presión de la bomba por separado. La presión del sistema nunca deberá ser tan baja como la presión final de la bomba.

La conexión del medidor debe estar orientada verticalmente hacia abajo para que se drene automáticamente y debe colocarse en un lugar protegido de las salpicaduras graves de la bomba.

## CONEXIONES DE DESCARGA

Los tres problemas principales que deben superarse en el diseño del múltiple de descarga son la pérdida de aceite, el retorno del condensado a la bomba y la neblina de aceite en los gases de descarga. Aunque un separador de bomba eficiente limitará la tasa de pérdida de aceite a aproximadamente 0.001 cuartos por hora por cada scfm de gas bombeado, no todos los separadores pueden restringir la pérdida de aceite a una tasa tan baja. Algunos separadores que son efectivos en funcionamiento en régimen permanente no evitan la pérdida excesiva de aceite durante las desviaciones repentinas de presión debido a cambios rápidos en la carga de gas. Un múltiple de descarga diseñado correctamente como se muestra en la Fig. 5 puede reducir la pérdida de aceite y al mismo tiempo prevenir el retorno de contaminantes líquidos a la bomba. Estos fluidos se producen cuando los vapores expulsados con los gases de escape calientes se condensan en las paredes del múltiple de escape y descienden hasta la bomba. La trampa de condensado drenable que se muestra recolectará y almacenará estos fluidos hasta que se drene.

Incluso el separador más eficiente no eliminará el humo de aceite del escape de la bomba. La eliminación de la neblina de aceite solo se puede lograr mediante el uso de filtros de escape, ya sea en línea o de tipo paraguas. El tipo paraguas se puede ubicar solo al final de la línea de escape y ofrece la desventaja de que tiene tendencia a gotear aceite de la cubierta exterior cuando el elemento está saturado. Los filtros en línea son los preferidos generalmente y pueden ubicarse donde sea conveniente (generalmente directamente en la bomba). La Figura 6 muestra una instalación típica del filtro de escape en línea.

En instalaciones de bombas múltiples, a menudo es más económico descargar en un sistema central. La capacidad de filtrado se basa en la carga total de gas que se manejará. En estas instalaciones, los precipitadores electrostáticos o depuradores de humo a menudo son útiles porque no ejercen contrapresión y son relativamente libres de mantenimiento. En el caso de precipitadores electrostáticos, se deben tomar las medidas necesarias para eliminar el condensado.

## VÁLVULAS DE AISLAMIENTO Y DE ADMISIÓN DE AIRE

Cualquier sistema de vacío bien diseñado debe incluir una válvula de aislamiento y una válvula de admisión de aire. Cuando se detiene una bomba de vacío, es una fuente de fugas. Cerrar la válvula de aislamiento antes de detener la bomba evitará un aumento de presión en la cámara. Aislar la bomba de la cámara de proceso permite medir la presión en la cámara o revisar la presión base de la bomba.

El propósito de la válvula de entrada de aire es romper el vacío en la entrada de la bomba justo antes o en el momento en que se detiene la bomba. Si no se hace esto, la bomba puede inundarse de aceite, lo que dificulta el arranque posterior o provoca la rotura de los componentes internos debido a las altas cargas hidráulicas. La válvula de entrada de aire debe instalarse lo más cerca posible de la bomba.

La válvula de aislamiento debe cerrarse antes de abrir la válvula de admisión de aire; la ventilación del sistema de vacío conectado mediante la válvula de admisión de aire puede llevar demasiado tiempo. La puesta en marcha de bombas mecánicas en vacío total no es recomendable incluso sin inundación de aceite, ya que los requisitos de potencia son más altos que cuando se pone en marcha la bomba con la entrada a presión atmosférica.

Si el sistema de vacío debe protegerse contra la inundación de aceite a toda costa, se puede proporcionar protección adicional mediante el uso de cualquiera de los siguientes dispositivos:

Válvula de retención de entrada (flotador): permite un flujo de gas sin restricciones hacia la entrada de la bomba pero evita el flujo de líquido al sistema.

Válvula de retención de descarga: se cierra después de que la bomba se detiene. La bomba girará en la dirección inversa unas cuantas revoluciones y la presión en la cubierta del separador será la misma que en la entrada de la bomba, y se evitará la inundación de aceite.

Interruptor de velocidad cero: conectado para accionar la válvula de aislamiento y de admisión de aire.

## MANEJO DE VAPORES CONDENSABLES

La fuente más común de contaminación de las bombas de vacío mecánicas es el agua. El agua se puede drenar manualmente desde el tanque separador o se puede proporcionar un decantado automático mediante el uso de la disposición que se muestra en la Fig. 7. Dentro de los límites especificados, el lastre de gas mantendrá limpio el aceite de la bomba o limpiará el aceite contaminado.

Si el vapor es corrosivo o no se puede permitir que llegue a la bomba debido a la consideración de la presión, se puede incorporar una trampa enfriada o refrigerada con agua en la entrada de la bomba.

# Glosario

De los términos utilizados en la tecnología de vacío

Fuente: Sociedad Estadounidense del Vacío

## ABSORCIÓN

El proceso que implica la penetración de un gas o vapor en la masa de un sólido o líquido, generalmente mediante algún tipo de difusión y su posterior unión o captura; “captura”.

## ADSORBENTE

El material que absorbe el gas por adsorción.

## ADSORBER

El gas eliminado de la fase gaseosa por adsorción.

## ADSORCIÓN

El proceso por el cual un gas o vapor se une a una superficie sólida o líquida; “pegado”.

## AISLAMIENTO DE POLVO AL VACÍO

Uso de \*un espacio vacío y lleno de polvo para reducir la transferencia de calor por conducción, convección y radiante.

## AISLAMIENTO TÉRMICO AL VACÍO

Uso del espacio evacuado para reducir la transferencia de calor por conducción y convección.

## ALTO VACÍO

El término alto vacío se ha definido con frecuencia como una presión menor que algún límite superior, como 1 mm Hg o 1  $\mu$  Hg.

## ATAQUE POR CALENTAMIENTO EN EL VACÍO

Un proceso para atacar una superficie haciendo que los iones de gas bombardeen la superficie en el vacío. También se le llama ataque catódico.

## BOMBA ALTERNATIVA

Bomba que mueve el gas mediante un sistema de pistones y válvulas alternativos.

## BOMBA CENTRÍFUGA

Bomba sin válvula de descarga que mueve el gas desde el eje a la circunferencia mediante la acción de propulsión de un elemento que gira rápidamente provisto de conductos, aspas o paletas.

## BOMBA DE ANILLO LÍQUIDO

Una bomba de vacío de desplazamiento positivo, que utiliza un líquido sellador para funcionar como un pistón líquido, que llena y vacía los volúmenes entre las paletas de un impulsor giratorio para crear succión y compresión de gas. El rendimiento a baja presión normalmente está limitado por la presión de vapor del líquido sellador que se utiliza para sellar y transferir calor o el deslizamiento del gas desde la descarga hasta la succión.

## BOMBA DE DESBASTE

La bomba que se utiliza para reducir la presión del sistema hasta el punto en el que una bomba de vapor (u otra bomba que requiera un vacío frontal) puede funcionar de manera eficiente. La bomba de desbaste también se puede usar como bomba de primera etapa para la bomba de vapor, o la bomba de desbaste se puede apagar y se puede usar una bomba más pequeña como bomba de primera etapa cuando la carga de gas es relativamente pequeña.

## BOMBA DE ÉMBOLO ROTATORIA

Una bomba mecánica sellada con líquido que tiene un émbolo (o pistón) cilíndrico que se mueve mediante un rotor excéntrico en un movimiento giratorio deslizante con un sello líquido contra las paredes de un estator cilíndrico y que divide el estator en dos compartimentos por medio de una paleta o aspa que se desliza a través de una ranura en un rodamiento cilíndrico en la pared del estator.

## BOMBA DE LASTRE DE GAS

Una bomba mecánica (generalmente de tipo rotatorio) equipada con una entrada y una válvula a través de la cual se puede admitir una cantidad adecuada de aire atmosférico o gas “seco” en la cámara de compresión para evitar la condensación de vapores dentro de la cámara manteniendo la presión parcial de los vapores por debajo del valor de saturación. A veces se le llama bomba mecánica de escape ventilado.

## BOMBA DE PISTÓN ROTATIVO

Una bomba mecánica sellada con líquido que emplea un rotor, estator y paletas deslizantes.

## BOMBA DE PRIMERA ETAPA

Bomba que produce el vacío previo necesario para una bomba que es incapaz de descargar gases a presión atmosférica. A veces se le llama bomba de respaldo.

## BOMBA DE TORNILLO ROTATORIO

Una bomba de vacío mecánica rotatoria que normalmente utiliza rotores o tornillos helicoidales gemelos entrelazados, que pueden tener un paso constante o variable, para mover el gas desde el extremo de succión de baja presión hasta el extremo de descarga atmosférica sin requerir ningún líquido dentro de la cámara de bombeo.

## BOMBA MECÁNICA

Un dispositivo con partes móviles como paletas giratorias, un pistón o elementos giratorios excéntricos que se utilizan para bombear gas o vapor.

## BOMBA MECÁNICA COMPUESTA

Una bomba mecánica que tiene dos o más etapas en serie.

---

### **BOMBA MECÁNICA DÚPLEX**

Una bomba mecánica que tiene dos unidades de una etapa en paralelo operadas por el mismo accionamiento.

### **BOMBA MECÁNICA SELLADA CON LÍQUIDO**

Bomba mecánica en la que se utiliza un líquido (generalmente aceite) para sellar el espacio entre piezas que se mueven entre sí y para reducir el espacio libre ("espacio dañino") en la cámara de compresión al final del ciclo de compresión. El líquido también suele servir para lubricar y reducir el desgaste.

### **BOMBA PARA MANTENER EL VACÍO**

Una bomba de primera etapa que se utiliza para mantener una bomba de vapor en condiciones de funcionamiento eficientes mientras que una bomba de desbaste reduce la presión del sistema a un punto en el que la válvula entre la bomba de vapor y el sistema se puede abrir sin detener el flujo de vapor de las boquillas.

### **BOMBA REFORZADORA**

Una bomba de vapor o una bomba mecánica diseñada especialmente que se utiliza entre una bomba de vapor y una bomba de primera etapa para aumentar el rendimiento máximo de gas que se puede manejar. La presión primaria limitante o de ruptura del acelerador a este rendimiento máximo debe ser apreciablemente mayor que aquella de la bomba de vapor a la que respalda.

### **BOMBA SECA**

Una bomba de vacío mecánica rotativa que puede bombear gas y descargar a la atmósfera sin necesidad de líquido dentro de la cámara de bombeo. Se basa en espacios internos estrechos para reducir el deslizamiento de gas, como un tornillo giratorio, un lóbulo, una garra o una bomba de espiral.

### **BOMBA SOPLADORA ROOTS**

Una bomba sopladora rotativa que tiene un par de impulsores de dos lóbulos que se enganchan entre sí de diseño especial.

### **BOMBA SOPLADORA ROTATIVA**

Bomba sin válvula de descarga que mueve el gas mediante la acción de propulsión de uno o más elementos que giran rápidamente provistos de lóbulos, aspas o paletas. A veces se le denomina bomba reforzadora mecánica cuando se utiliza en serie con una bomba de primera etapa mecánica. Los sopladores rotativos a veces se clasifican como tipos de flujo axial o flujo cruzado según la dirección del flujo del gas.

### **CAMINO LIBRE MEDIO (DE CUALQUIER PARTÍCULA)**

La distancia promedio que recorre una molécula de gas sin chocar con otra molécula o superficie.

### **CONCENTRACIÓN DE VACÍO**

La eliminación de líquido al vacío para concentrar una solución; normalmente se utiliza para materiales sensibles al calor.

### **CONDUCTANCIA (VALOR MEDIDO)**

La relación entre el rendimiento, en condiciones conservadoras en régimen permanente, y la diferencia de presión entre dos secciones transversales especificadas dentro de un sistema de bombeo.

### **DESGASIFICACIÓN**

Evolución (desprendimiento, liberación) de gas de un líquido o un sólido al vacío.

### **DESORCIÓN**

El proceso de eliminar el gas absorbido físicamente.

### **DESPLAZAMIENTO**

El volumen geométrico barrido por unidad de tiempo por el mecanismo de trabajo de las bombas mecánicas a frecuencia normal.

### **DESPLAZAMIENTO DE AIRE LIBRE**

El volumen de aire que pasa por unidad de tiempo a través de una bomba mecánica cuando la presión en los lados de entrada y escape es igual a la presión atmosférica. También se le llama capacidad de aire libre.

### **DETECTOR DE FUGAS**

Dispositivo para detectar y localizar fugas e indicar la magnitud de las mismas.

### **ENFRIAMIENTO POR VACÍO**

Un proceso para bajar la temperatura de un material sometándolo a condiciones de vacío para provocar la vaporización de un líquido.

### **ENSAYO AL VACÍO**

Un proceso para llenar huecos o intersticios con un material sólido evacuando primero y luego inundándolo con un líquido que luego se convierte en sólido. También se le llama encapsulación al vacío.

### **ESTRANGULAMIENTO**

Reducir la velocidad neta de bombeo de un sistema de bombeo cerrando parcialmente una válvula o instalando una sección de tubería con baja conductancia.

### **FACTOR DE BOMBEO DE VACÍO**

El producto del tiempo de bombeo de vacío a una presión dada y el desplazamiento (para un factor de servicio de uno) dividido entre el volumen del sistema.  $F = t D/V$

# Glosario

De los términos utilizados en la tecnología de vacío

Fuente: Sociedad Estadounidense del Vacío

## FACTOR DE SERVICIO

Un factor empírico igual o mayor que el especificado por el ingeniero para rangos de presión dados y que se multiplica por el desplazamiento calculado a partir de fórmulas para un factor de servicio de uno para obtener el desplazamiento de bomba equivalente requerido por una bomba mecánica para cumplir con demandas inusuales debidas a la desgasificación y otras condiciones de servicio en sistemas industriales promedio. También se le llama factor de sistema o factor de tolerancia del sistema.

## FLUIDO DE LA BOMBA

El fluido de operación que se utiliza en bombas de vapor o en bombas mecánicas selladas con líquido. A veces se le denomina medio de trabajo, fluido de trabajo o aceite de la bomba.

## FLUJO MOLECULAR

El movimiento de un gas a través de un canal en condiciones tales que la trayectoria libre media es mucho mayor que la dimensión de una sección transversal del canal. Las moléculas chocan principalmente con las superficies en lugar de entre sí.

## FLUJO VISCOSO

El flujo de gas a través de un conducto en condiciones tales que la trayectoria libre media es muy pequeña en comparación con la dimensión más pequeña de una sección transversal del conducto. Este flujo puede ser laminar o turbulento.

## FORMACIÓN DE VACÍO

Un proceso para formar o dar forma a láminas que utiliza la diferencia entre la presión atmosférica en la superficie externa y una presión reducida entre la lámina y un molde.

## FUGA

En la tecnología de vacío, un agujero, o porosidad, en la pared de un recinto capaz de pasar gas de un lado a otro de la pared bajo la acción de un diferencial de presión o concentración existente a través de la pared.

## FUGA VIRTUAL

a. La evolución de vapor de una trampa fría en la que el vapor se había condensado previamente a presiones más altas o temperaturas de trampa más bajas.

b. La apariencia de una fuga en un sistema de vacío causada por la liberación lenta de gas sorbido u ocluido. El término se usa a veces para incluir volatilización o desintegración de un material inestable al vacío.

## FUMIGACIÓN AL VACÍO

Un proceso de impregnación al vacío que utiliza un vapor tóxico como material de impregnación para reducir o eliminar la infestación.

## GAS IDEAL

Un gas que obedece la ley de Boyle y tiene cero calor de expansión libre (o también obedece la ley de Charles). También se le conoce como gas perfecto.

## GAS NO CONDENSABLE

Un gas cuya temperatura está por encima de su temperatura crítica, de modo que no puede licuarse mediante el aumento de presión solo.

## GAS TRAZADOR

Un gas que, al pasar a través de una fuga, puede ser detectado por un detector de fugas específico y así revelar la presencia de una fuga. También se le llama gas de búsqueda.

## IMPEDANCIA

La resistencia aparente en un circuito de corriente alterna, formada por dos componentes, reactancia y resistencia verdadera u óhmica; el recíproco de conductancia.

## IMPLOSIÓN

El colapso rápido hacia adentro de las paredes de un sistema o dispositivo de vacío como resultado de la falla de las paredes para soportar la presión atmosférica. Por lo general, va seguida de una dispersión de las piezas hacia el exterior con un posible peligro para el equipo y el personal cercanos.

## IMPREGNACIÓN AL VACÍO

Un proceso para llenar huecos o intersticios con un fluido sometiendo primero el artículo al vacío y luego inundándolo con el fluido deseado y rompiendo el vacío.

## LASTRE DE GAS

La ventilación de la cámara de compresión de una bomba mecánica a la atmósfera para evitar la condensación de vapores condensables dentro de la bomba. También se le llama escape ventilado.

## LÍNEA DE DESBASTE

Una línea que va desde una bomba mecánica a una cámara de vacío a través de la cual se realiza el bombeo preliminar en el rango de vacío de desbaste.

## MANÓMETRO

Un instrumento para medir la presión de gases y vapores, ya sea por encima o por debajo de la presión atmosférica.

## MANÓMETRO ABSOLUTO

Un manómetro cuya calibración se puede calcular a partir de las constantes físicas medibles del instrumento y que es el mismo para todos los gases ideales.

---

### **MICRÓN DE MERCURIO**

Unidad de presión igual a 1/1000 de un milímetro de presión de mercurio. Se abrevia como  $\mu$  de Hg o  $\mu$  Hg.

### **MILÍMETRO DE MERCURIO**

Unidad de presión correspondiente a una columna de mercurio de exactamente un milímetro de altura a 0 °C bajo una aceleración estándar de la gravedad de 980.665 cm/seg<sup>2</sup>.

### **MILITORR**

Una nueva unidad de presión propuesta igual a 10-3 torr.

### **MÚLTIPLE DE VACÍO**

Un recinto con varios puertos de modo que se puedan conectar varios dispositivos de vacío al mismo tiempo para la evacuación y el procesamiento.

### **OCCLUSIÓN**

Atrapamiento de gas no disuelto en un sólido durante la solidificación.

### **PRESIÓN ABSOLUTA**

Término que se utiliza en las publicaciones de ingeniería para indicar la presión por encima del valor del cero absoluto correspondiente al espacio vacío o al cero absoluto de temperatura, a diferencia de la presión manométrica. En la tecnología de vacío, la presión siempre corresponde a la presión absoluta, no a la presión manométrica, por lo que no se requiere el término presión absoluta.

### **PRESIÓN ATMOSFÉRICA**

La presión de la atmósfera en un lugar y momento específicos.

### **PRESIÓN DE ENTRADA**

En relación con los datos de rendimiento de las bombas, cuando no se especifique lo contrario, la presión de entrada se refiere a la "presión estática total" medida en una cámara de prueba estándar mediante un vacuómetro ubicado cerca del puerto de entrada.

### **PRESIÓN DE VAPOR**

Por lo general, significa presión de vapor saturada; un valor fijo a una temperatura particular para todas las sustancias.

### **PRESIÓN LÍMITE**

La presión límite aproximada en el sistema de vacío después de un tiempo de bombeo suficiente para establecer que las reducciones adicionales de presión serán insignificantes. A veces se le llama el vacío límite. Los términos presión de obturación o presión base también se utilizan a veces para referirse a una bomba bajo prueba.

### **PRESIÓN PARCIAL**

La presión de un componente designado de una mezcla gaseosa. La suma de las presiones parciales de todas las especies de componentes en una mezcla es igual a la presión total.

### **QUIMIOADSORCIÓN**

La unión de un gas en la superficie o en el interior de un sólido (o líquido) por acción química.

### **RENDIMIENTO**

La cantidad de gas en unidades de presión-volumen a una temperatura especificada que fluye por unidad de tiempo a través de una sección transversal abierta especificada de una bomba o tubería. La temperatura especificada puede ser la temperatura real del gas o una temperatura de referencia estándar. Se recomienda que el rendimiento se refiera a la temperatura ambiente estándar. La unidad recomendada de rendimiento es torr • litro por segundo a 20 °C. Otras unidades de rendimiento de uso común son micrones litros por segundo a 25 °C y micrones pies cúbicos por minuto a 68 °F.

### **REVENTAMIENTO AL VACÍO**

Un proceso para aumentar el volumen de material sometándolo, mientras está en estado plástico, a un vacío para provocar la evolución de materias volátiles o la expansión de burbujas de gas atrapadas en el material.

### **SECADO AL VACÍO**

Eliminación por evaporación de líquido, o moléculas absorbidas de un líquido, de una sustancia en el vacío. Cuando el líquido es agua, el proceso a veces se denomina deshidratación al vacío.

### **SECADO EN FRÍO**

Evaporación a sequedad en vacío para conservación o almacenamiento de una solución lábil, mantenida congelada durante todo el proceso. A veces se le conoce como liofilización o sublimación del estado congelado. Combinada frecuentemente para el secado en frío.

### **SEPARADOR DE ACEITE**

Un depósito de aceite con deflectores para reducir la pérdida de aceite por gotitas en el escape.

### **SISTEMA DE VACÍO**

Una cámara o cámaras que tienen paredes capaces de resistir la presión atmosférica y con una abertura a través de la cual se puede extraer el gas a través de una tubería o múltiple a un sistema de bombeo. El sistema de bombeo puede considerarse o no como parte del sistema de vacío. Un sistema de vacío completo contiene todas las bombas, manómetros, válvulas, dispositivos de sujeción de trabajo y otros componentes necesarios para llevar a cabo algún proceso en particular; en Inglaterra, este sistema se denomina planta de vacío.

# Glosario

De los términos utilizados en la tecnología de vacío

Fuente: Sociedad Estadounidense del Vacío

**SONDA DE GAS**

Un gas trazador que sale de un orificio más o menos fino para incidir en un área de prueba restringida.

**SORBATO**

Gas absorbido por un sorbente.

**SORBENTE**

El material que capta el gas por sorción.

**SORCIÓN**

Término genérico que se usa para describir la absorción de un gas o vapor por un sólido sin distinción de si el proceso ocurre por adsorción o absorción.

**TASA DE CONDENSACIÓN**

El número de moléculas que se condensan en una superficie por centímetro cuadrado por segundo.

**TASA DE FUGAS**

La tasa de fuga combinada (en unidades de presión-volumen por unidad de tiempo) de todas las fugas existentes en un recipiente evacuado especificado. A veces se expresa en términos de la tasa de aumento de presión en el recipiente aislado.

**TASA DE FUGAS**

La cantidad de gas en unidades de presión-volumen a temperatura ambiente que fluye hacia el sistema o a través de la bomba desde una fuente externa en unidad de tiempo. La unidad recomendada es torr • litro por segundo a 20 °C. (También se expresa en micrones-litros por segundo, o pies cúbicos micrones por minuto, o cc-atm/seg a 25 °C).

**TASA DE INCREMENTO**

El incremento de la tasa de tiempo de la presión en un momento dado en un sistema de vacío que se aísla repentinamente de la bomba mediante una válvula. El volumen y la temperatura del sistema se mantienen constantes durante la medición de la tasa de incremento.

**TIEMPO DE DESBASTE**

El tiempo necesario para bombear un sistema dado desde la presión atmosférica hasta la presión de retención de la bomba de vapor (u otra bomba de alto vacío) o hasta una presión a la que se pueden abrir las válvulas de la bomba de vapor sin detener el flujo de vapor desde las boquillas.

**TIEMPO DE EVACUACIÓN**

El tiempo necesario para bombear un sistema dado desde la presión atmosférica a una presión especificada. También se le conoce como tiempo de bombeo de vacío o tiempo de escape.

**TORR**

Unidad de presión; 1/760 de una atmósfera estándar.

**TRAMPA FRÍA**

Recipiente diseñado para contener un refrigerante, o enfriado con bobinas en las que circula un refrigerante, insertado en un sistema de vacío para condensar en su superficie interna los vapores presentes en el sistema.

**VACÍO**

En la tecnología de vacío, el término vacío se refiere a un espacio dado lleno de gas a presiones por debajo de la presión atmosférica.

**VACÍO BAJO**

El término vacío bajo se aplica a la condición en un espacio lleno de gas a presiones menores de 760 torr y mayores que algún límite inferior.

**VACUÓMETRO**

Un instrumento para medir la presión del gas por debajo de la presión atmosférica.

**VACUÓMETRO DE MCLEOD**

Un vacuómetro de nivel de líquido en el que un volumen conocido del gas, a la presión que se va a medir, se comprime mediante el movimiento de una columna de líquido a un volumen conocido mucho más pequeño, al que se mide la presión más alta resultante. Los diseños particulares llevan el nombre de los inventores o de varios nombres comerciales.

**VÁLVULA DE ENTRADA DE AIRE**

Una válvula que se utiliza para dejar entrar aire atmosférico a un sistema de vacío. También se llama válvula vacuorreguladora.

**VAPOR**

Fase gaseosa de una sustancia que normalmente es sólida o líquida a temperatura ambiente y presión atmosférica.

**VELOCIDAD**

La velocidad de una bomba para un gas dado es la relación entre el rendimiento de ese gas y la presión parcial de ese gas en un punto específico cerca de la boca (o puerto de entrada) de una bomba.

**VELOCIDAD NETA**

(Valor medido): el rendimiento dividido por la presión en un punto específico del sistema a una distancia del puerto de entrada de la bomba. También se le llama simplemente velocidad de flujo en el punto especificado.

# Accesorios de bombeo y datos técnicos

---

## ACCESORIOS DE BOMBEO

### VACUÓMETROS

Vacuómetro de McLeod  
Manómetro de termopar portátil, estación 1  
Manómetros de termopar, de la estación 1 a la 3  
Manómetros de termopar de rango doble  
Manómetro de descarga  
Indicadores de cuadrante

### VÁLVULAS DE VACÍO

Válvulas de ángulo recto, manuales y neumáticas  
Válvulas de bola de tres vías  
Válvulas de globo  
Conectores flexibles  
Conectores rectos y en ángulo recto, extremos bridados, soldados y roscados.  
Tamaños de ½" a 12".

### ELIMINADORES DE NEBLINA DE ACEITE

Capacidades de 3 CFM a 1200 CFM

### ACEITES Y SELLADORES PARA BOMBAS

Aceites de hidrocarburos para bombas compuestas y de una etapa.  
Fluidos fosfatados para servicio de oxígeno.  
Sellador y diluyente Kinseal.





# KINNEY®

## CONTÁCTENOS

**Kinney**  
4840 W. Kearney Street  
Springfield, MO 65803  
Teléfono: (800) 825-6937

## CONTACTO LOCAL:

[www.kinneyvacuum.com](http://www.kinneyvacuum.com)