



Building Services

Teoría y práctica de bombas y tuberías

Diseño de un ambiente interior
cómodo y eficiente



Engineered for life

Introducción

Para los propietarios y administradores de inmuebles, la comodidad de los inquilinos no es su única preocupación. La economía a largo plazo y los aspectos medioambientales también son importantes. Y si usted es instalador, constructor o ingeniería, seguramente su cliente confiará en usted para que tenga en cuenta dichos aspectos de manera responsable.

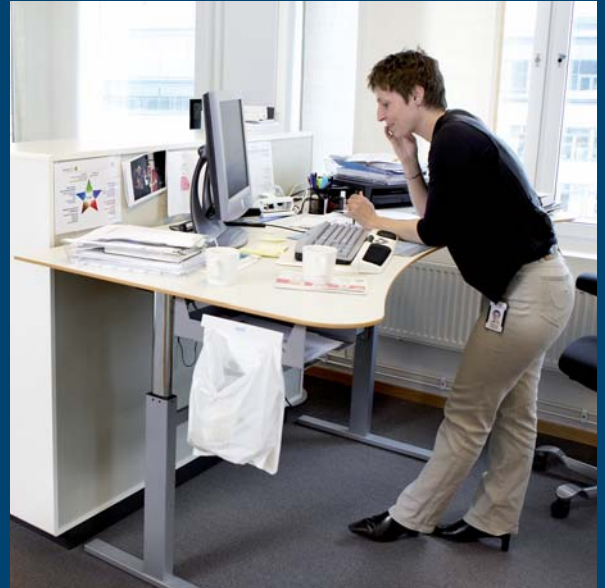
La intención de la presente guía es responder a algunas preguntas fundamentales sobre sistemas de circulación y distribución de calor, desde la teoría básica de las bombas y conservación de energía hasta el diseño y elección de la bomba adecuada.

Nuestro principal objetivo es proporcionar información general sobre los sistemas de calefacción convencionales, pero también quisiéramos tocar otros temas como calefacción por suelo radiante, sistemas de paneles solares y sistemas de refrigeración.

Si desea información más detallada, le invitamos a visitar www.lowara.com o ponerse en contacto con su técnico-comercial más cercano.

ÍNDICE

Creación de un ambiente interior agradable	4
Teoría básica de las bombas	6
Ajuste del caudal de las bombas	8
Economía de bombeo y cuidado medioambiental	10
Diseño de tuberías	12
Sistemas de calefacción por suelo radiante	14
Sistemas de energía solar con paneles solares	14
Sistemas de refrigeración	15
Sistemas de agua caliente sanitaria	15
Bombas utilizadas en sistemas de calefacción/refrigeración	16
Selección de la bomba adecuada	18



Creación de un ambiente interior agradable

Hay distintas formas de proporcionar un ambiente interior agradable. Este catálogo describe sistemas de calefacción/refrigeración en los que la temperatura ambiente deseada se logra mediante la circulación de agua caliente o fría por tuberías que recorren el edificio.

Tales sistemas suelen componerse de una caldera o aparato refrigerador, tuberías, accesorios de conexión, una bomba, emisores (p. ej., radiadores) y un sistema de control. Dado que el agua se expande al subir la temperatura, la instalación debe contar también con un depósito de expansión lo suficientemente grande para contener el volumen variable de agua del sistema.

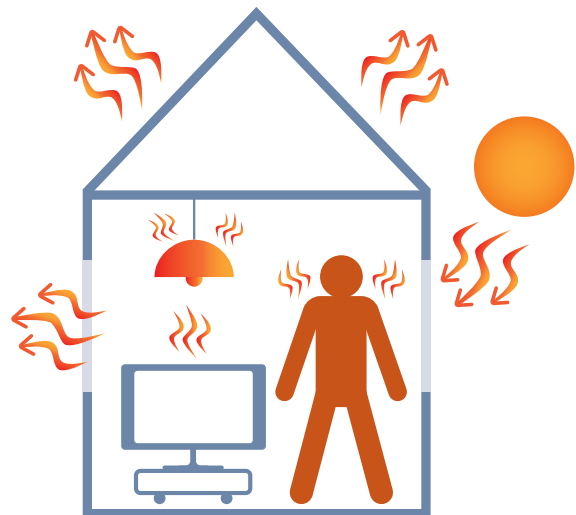
La capacidad del sistema debe bastar para compensar cualquier pérdida de calor o frío en el edificio. Dicha pérdida depende esencialmente de la temperatura interior/exterior, del aislamiento del edificio y del volumen interior/exterior que hay que calentar.

Determinar el caudal necesario

El caudal necesario en un sistema de calefacción/enfriamiento depende de:

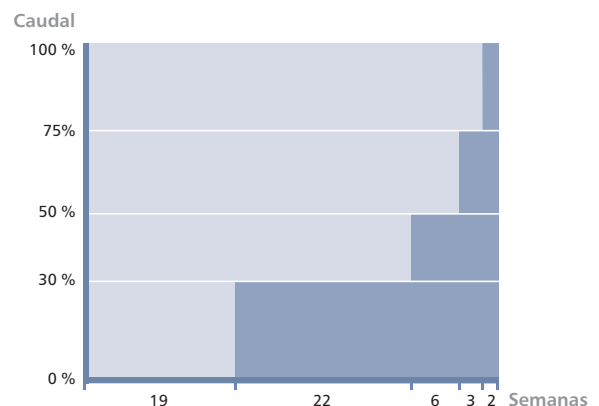
- la diferencia de temperatura entre el fluido de ida y el de retorno.
- las necesidades caloríficas, las cuales varían a lo largo del año y del día debido a las condiciones tanto interiores como exteriores.

En zonas climáticas con temperaturas muy variables, el sistema sólo tendrá que funcionar a máxima capacidad durante un periodo de tiempo muy breve al año (véase el diagrama de perfil de carga). La forma más rentable y económica de gestionar dichas variaciones es combinar emisores de regulación termostática con bombas con control de velocidad. Un perfil de carga puede servir para calcular el consumo de energía de una bomba de calor y para llevar a cabo un análisis del coste del ciclo de vida (CCV).



Ganancias y pérdidas de calor en un edificio

La necesidad de calentar y enfriar varía y depende de diversos factores que afectan al entorno interior: temperatura exterior, sol, número de personas en la habitación, emisores de calor (lámparas, televisores, etc.).



Perfil de carga

La zona oscura muestra la necesidad real de bombeo durante el año. Al emplear bombas con control de velocidad, se evita un bombeo innecesario y se ahorra energía. Este perfil se basa en un sistema de calefacción medio del norte de Europa. Una buena economía de bombeo implica un funcionamiento de las bombas lo más acorde posible con las necesidades de cada sitio.

Determinar el caudal necesario

Al establecer las dimensiones de un sistema de calefacción o de refrigeración, han de tenerse en cuenta las pérdidas de presión.

La presión del sistema es la parte de la presión que no genera la bomba. Se genera mediante el peso de la columna de agua del sistema y por la presión adicional creada por el recipiente de presión (depósito de expansión). Si esta presión es demasiado baja, puede aparecer ruido en el sistema de tuberías y vibraciones en la bomba, sobre todo con temperaturas altas. También hay que verificar que la bomba pueda soportar la presión máxima del sistema.

La presión del sistema viene determinada por:

- la altura del edificio,
- la temperatura del líquido,
- la presión prefijada en el depósito de expansión,
- la densidad del líquido.

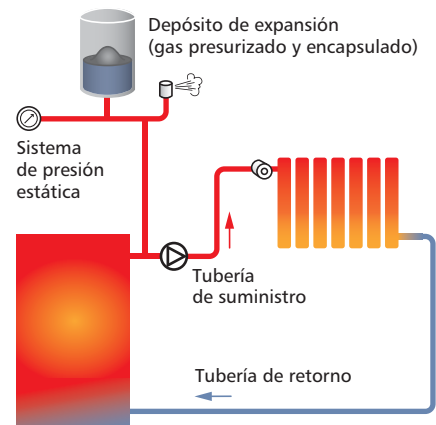
En un sistema de circuito, la bomba sólo necesita producir suficiente presión para compensar la pérdida de presión, ya que no hay altura geodésica que vencer. (Altura geodésica = la diferencia en altura entre el nivel de agua medio en las tuberías cañerías y el punto más elevado del sistema.) Todo el agua que sube hasta la parte superior, tiene que bajar.

La bomba debe compensar cualquier pérdida de presión que sufra el sistema. Las pérdidas dependen del tamaño del sistema y de los componentes del mismo. (Véase la sección con la curva del sistema al dorso.)

Sistemas de circuito abierto y cerrado

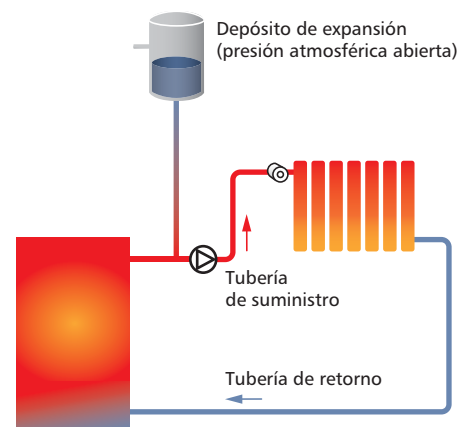
La mayoría de sistemas de calefacción/refrigeración son de circuito cerrado, lo cual significa que por las tuberías circula constantemente el mismo agua y que el depósito de expansión está presurizado. Una membrana de EPDM separa el gas comprimido del agua del sistema.

Los sistemas abiertos son muy poco frecuentes pero son preferibles si la fuente de calor es, por ejemplo, una caldera que quema combustibles sólidos. En tal caso, la presión del sistema viene determinada por la columna de agua del depósito de expansión.



Sistema de circuito cerrado

Este diseño general se emplea en la mayoría de edificios modernos.



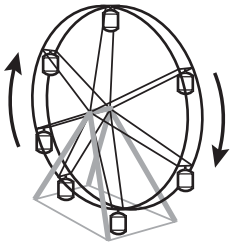
Sistema de circuito abierto

Este diseño se usa sobre todo con calderas de combustible sólido y fuentes de calor similares.

Teoría básica de las bombas

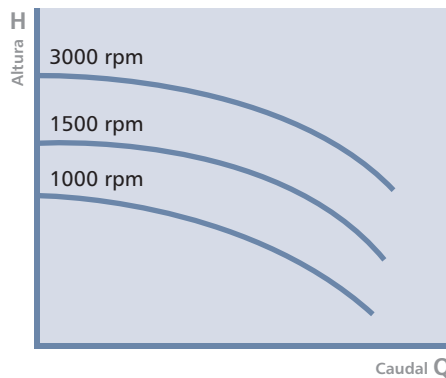
La *curva de trabajo del sistema* describe la resistencia que existe en el sistema de tuberías, esto es, todas las pérdidas de las tuberías. Dado que un sistema de circulación suele ser de circuito cerrado, no hay altura geodésica que vencer, sólo pérdidas por rozamiento. Las pérdidas por rozamiento en una tubería aumentan con el cuadrado del incremento de velocidad. Por esta razón es importante elegir la tubería adecuada, con las dimensiones apropiadas respecto al caudal.

En un sistema de circuito cerrado, el peso del líquido al subir se equilibra con el líquido que baja. Por tanto, cuando el sistema está lleno, la altura geodésica para el edificio es nula, con independencia de la altura de éste. En cambio, la capacidad de bombeo necesaria viene determinada por la longitud total, el diámetro y el recorrido del sistema de bombas. Véase a continuación la ilustración con la noria.



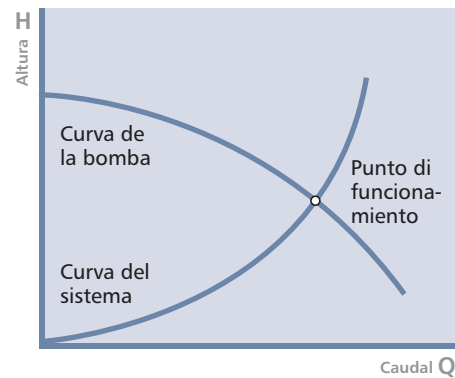
Noria

El principio puede ilustrarse con una noria. Cuando la noria gira, los cangilones que ascienden se equilibran con los que bajan y el motor sólo ha de vencer la fricción.



Curva QH

La curva de la bomba (curva QH) muestra las propiedades de la bomba e indica el caudal que se produce con una presión determinada.



Curva del sistema

Así se denomina el punto en el que se cruzan la curva de la bomba y la curva del sistema.

La energía hidráulica se calcula de la siguiente forma:

$$P_{\text{hidr}} = Q \cdot H \cdot \rho \cdot g$$

donde

Q = caudal de la bomba

H = altura de la bomba

ρ = densidad

g = constante gravitacional

Los resultados se relacionan entre sí como sigue:

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta_{\text{motor}}} \quad P_2 = \frac{P_{\text{hidr}}}{\eta_{\text{hidr}}}$$

donde

P_1 = potencia suministrada

P_2 = potencia en el eje

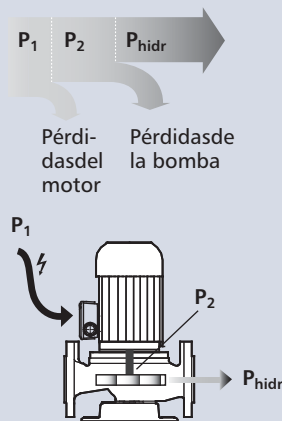
P_{hidr} = potencia útil (transferida por el rodete de la bomba al agua)

η_{motor} = rendimiento del motor

η_{hidr} = rendimiento de la bomba

Rendimiento/potencia requerida:

Otra forma de vincular conceptos energéticos es examinar las pérdidas de potencia en el motor y la bomba.

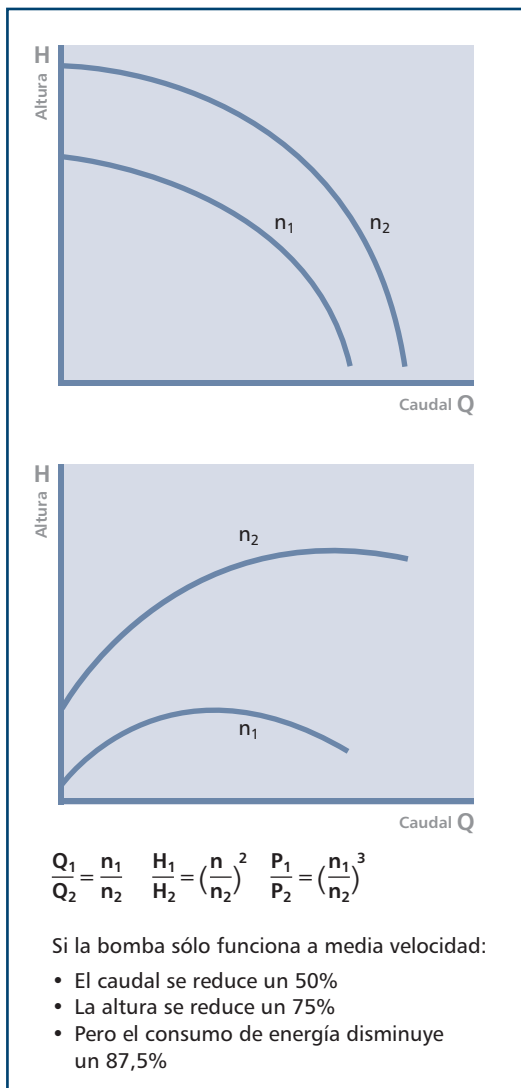


¿Cuánta potencia necesita usted?

El requisito de rendimiento/potencia indica el rendimiento de la bomba, esto es, la eficiencia con la que una bomba convierte la energía eléctrica en potencia generada.

¿Cuánta energía se pierde en las tuberías?

Para calcular la curva de un sistema, hay que calcular primero las *pérdidas por rozamiento* (h_f) en las tuberías. Dichas pérdidas se producen en codos y válvulas (conocidas como pérdidas en puntos oh_{fp}), así como en secciones rectas de tuberías (h_{fr}). Las pérdidas en puntos dependen del número de codos y válvulas que haya en el sistema de tuberías y del aumento con la velocidad del líquido. Las pérdidas en secciones rectas dependen de la velocidad del líquido y de la longitud, diámetro y rugosidad de la superficie de la tubería.



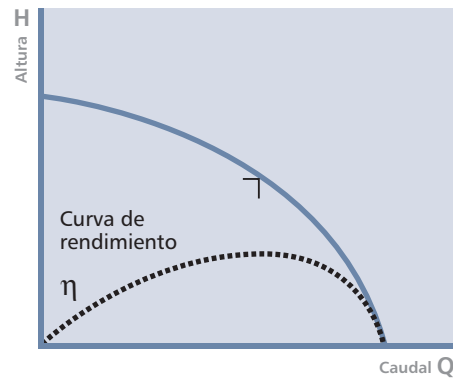
Leyes de afinidad

El término "leyes de afinidad" alude a la relación conocida que siempre existe entre velocidad de giro, caudal, altura y potencia requerida. Dicha relación proporciona una indicación instantánea de lo que está sucediendo en un sistema cuando el punto de funcionamiento se altera en sistemas de bomba con control de velocidad, por ejemplo.

Rendimiento y punto de máximo rendimiento

El punto de máximo rendimiento (PMR), o punto nominal, es el punto en el que se alcanza el mayor nivel de rendimiento. La curva de rendimiento muestra cómo éste varía con distintos caudales.

Al determinar las dimensiones de la bomba, son esenciales dos parámetros para lograr un bombeo económico: la potencia requerida y el punto de trabajo (véase página anterior). Esto es especialmente cierto cuando han de establecerse las dimensiones de la bomba para varios puntos de funcionamiento distintos, por ejemplo, un sistema de calefacción que no se use todo el año.



Punto de máximo rendimiento (PMR)

A menudo, el punto de máximo rendimiento viene indicado por un ángulo pequeño en la curva QH.

Componentes	Pérdida de presión
Caldera	1–5 kPa
Caldera compacta	5–15 kPa
Intercambiador de calor	10–20 kPa
Contador de calor	15–20 kPa
Calentador de agua	2–10 kPa
Bomba de calor	10–20 kPa
Radiador	0,5 kPa
Convector	2–20 kPa
Válvula de radiador	10 kPa
Válvula reguladora	10–20 kPa
Válvula de charnela	5–10 kPa
Filtro (limpio)	15–20 kPa

Ejemplo de pérdidas aproximadas en puntos para componentes de un sistema de calefacción. Consulte las especificaciones del proveedor para conocer los datos exactos.

Ajuste del caudal de las bombas

La capacidad de un sistema de circulación puede regularse de varias maneras: utilizando bombas con control de velocidad, válvulas de corte, sistema de derivación o diámetro reducido de rodete.

Control de velocidad

La velocidad variable puede conseguirse bien manualmente mediante bombas de varias velocidades fijas, o bien automáticamente por medio de bombas con control de velocidad. Aparte de reducir el consumo de energía, una bomba con control de velocidad siempre funcionará con una diferencia de presión óptima. Esto reducirá el ruido en el sistema de tuberías y aumentará la comodidad de las zonas transitadas.

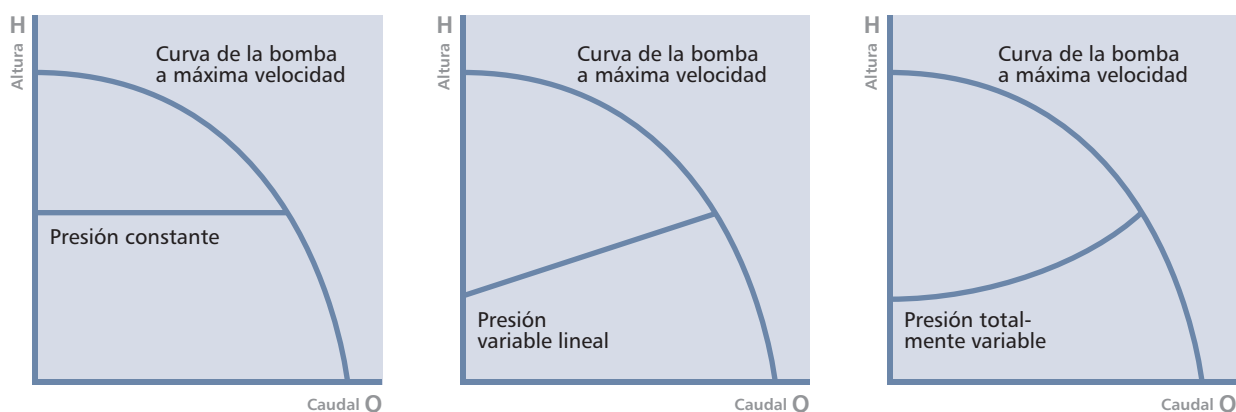
En el caso de bombas cuya velocidad *se controla manualmente*, el caudal ha de regularse a mano mediante la selección de una de las velocidades fijas. El caudal nunca será exactamente el necesitado.

En la bomba *de control electrónico* la velocidad se ajusta de manera automática a la velocidad requerida para lograr el caudal necesario (control de velocidad variable). La presión generada por la bomba se super-

visa constantemente, y la velocidad de la bomba se ajusta para producir la presión requerida. Cuando la demanda aumente, la presión empezará a descender y la bomba incrementará la velocidad para compensar dicho descenso. Cuando la demanda caiga, la presión aumentará y la bomba reducirá la velocidad para mantener la presión al nivel apropiado. Hay distintas formas de ajustar las bombas: Un modo de *presión constante* (Δ_{pc}) generará todo el rato la misma presión a máxima velocidad, con independencia del caudal.

Un modo de *presión variable lineal* (Δ_{pv}) producirá la presión prefijada a máxima velocidad. Cuando la velocidad (y el caudal) se reduzcan, también lo hará la presión. Esto es para simular la curva del sistema de la bomba. Cuando el caudal es bajo, la demanda de presión también es más baja.

La curva de *presión totalmente variable* (Δ_{pv}) es la misma que la lineal, solo que la presión seguirá una curva de segundo grado (en vez de ser lineal), lo cual reducirá más aún el consumo de energía y satisfará mejor las necesidades reales.



Curvas de regulación de presión

Relación entre distintos modos al regular la presión.

Otras formas de regular el caudal

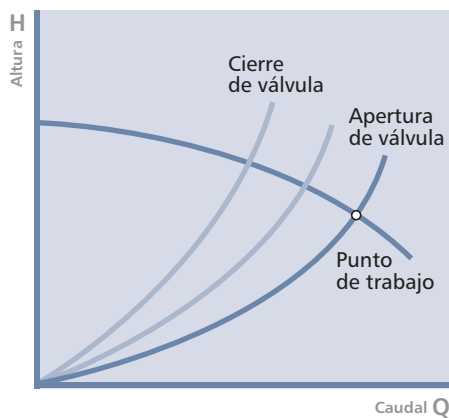
He aquí unas cuantas formas más de controlar el caudal de un sistema sin usar una unidad de control de velocidad. El coste inicial será menor, pero la disminución del caudal no conlleva una reducción del consumo de energía y el coste de vida útil tampoco disminuirá.

Estrangular el caudal con una válvula afecta a las pérdidas del sistema y, por consiguiente, al caudal de la bomba. Con un caudal bajo, la bomba producirá una gran altura innecesaria, lo que dará lugar a un consumo de energía excesivo (como muestra la imagen siguiente).

En un **sistema de derivación** la bomba siempre está funcionando a máxima velocidad. El caudal

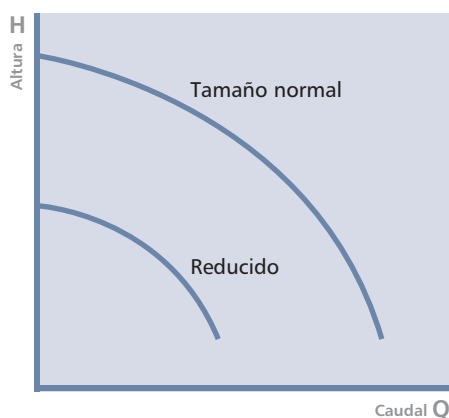
tiene un circuito de derivación y el caudal se controla dirigiendo parte del flujo por el lado de presión de la bomba de regreso al lado de aspiración. En algunos sistemas de refrigeración hace falta un circuito de derivación para evitar problemas con el aparato refrigerador.

Con un **diámetro reducido de rodete**, tanto la altura como el caudal bajan proporcionalmente según la reducción. El consumo de energía disminuye de manera considerable con un diámetro menor de rodete, ya que se aplican las leyes de afinidad. Comparado con el control de velocidad, el inconveniente es que no es posible ajustar el caudal del sistema; una vez que se fija el diámetro, la bomba siempre producirá lo mismo.



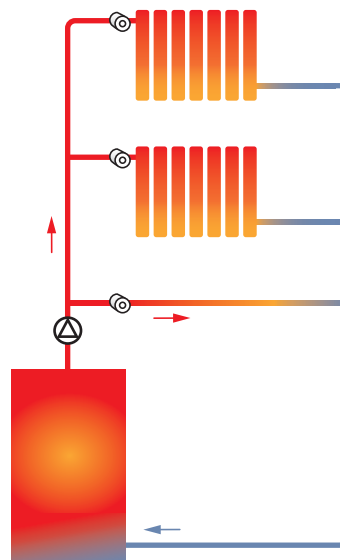
Estrangulamiento

Al cerrarse la válvula, el punto de funcionamiento cambia con la curva del sistema junto a la curva de la bomba.



Diámetro reducido de rodete

Al reducirse el diámetro del rodete, la curva cambia y el caudal se reduce.

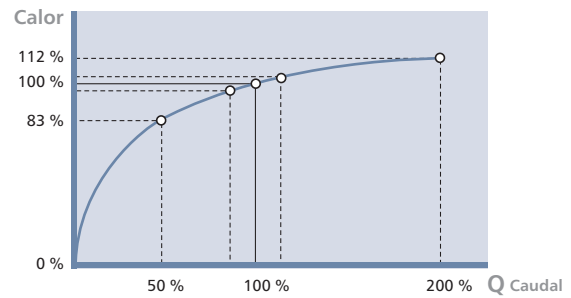


Sistema de derivación

El caudal se controla mediante un circuito de derivación que va directamente al lado de aspiración del sistema.

Economía de bombeo y cuidado medioambiental

El coste total de bombeo se determina en gran medida desde el principio, esto es, al diseñar el sistema de circulación. El diseño de sistemas inteligentes puede ayudar a reducir al mínimo la resistencia de los componentes y el rozamiento en las tuberías que deberá vencer la bomba. Esto, a su vez, reduce la cantidad de energía necesaria para hacer circular el agua. Esta es, de largo, la mejor oportunidad de optimizar la economía de bombeo. A modo de ejemplo, la pérdida por fricción aumenta a medida que lo hace el cuadrado de la velocidad. Esto significa que una tubería con un diámetro pequeño tendrá una pérdida por rozamiento mucho mayor que una de diámetro más grande.

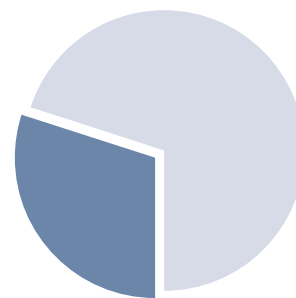


Curva de radiador

Aumentar el calor útil incrementando el caudal no resulta rentable.

El coste real de las bombas demasiado grandes

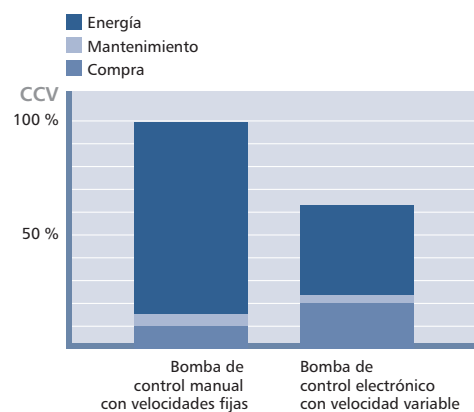
Muchos propietarios y operarios montan bombas demasiado grandes para "asegurarse". Esa estrategia resulta demasiado costosa ya que las bombas producen mucha más altura y caudal del necesario sin aportar más calor a la habitación. El siguiente diagrama muestra un aumento del caudal del 10% con un incremento del calor útil de tan sólo el 2%. Y si se duplicase el caudal, el calor útil solamente aumentaría un 12%. Asimismo, cuanto mayor es el caudal, más ruido hacen las tuberías. Afortunadamente, hay soluciones más eficaces tal como se muestra al dorso.



Consumo de energía en la UE

El 30% de la energía eléctrica total que se consume en la Unión Europea puede atribuirse a motores eléctricos. Una gran parte de dichos motores se usan en sistemas de circulación.

Igual de importante es el hecho de que la energía extra utilizada para controlar la temperatura interior repercute de manera considerable en el medio ambiente. El 30% de la energía eléctrica total que se consume en la Unión Europea se gasta en motores eléctricos, y millones de esos motores se emplean en sistemas de circulación. Teniendo en cuenta los cambios climáticos a corto y largo plazo, cobra aún mayor relevancia el enorme potencial que presentan un diseño eficaz y una selección óptima de las bombas.



La única perspectiva sensata: coste del ciclo de vida (CCV)

El coste del ciclo de vida es el total que cuesta mantener una bomba durante un periodo de tiempo, incluidos los gastos de compra, instalación, consumo de energía, funcionamiento, periodos de inactividad, mantenimiento y puesta en servicio. Hay varias formas de reducir el CCV:

Ahorrar dinero con control de velocidad

La compra de una bomba sin control de velocidad requiere una inversión inicial menor. Sin embargo, si se comparan los costes de ciclo de vida, las ventajas del control de velocidad resultan obvias. 85% del coste total durante un periodo de 10 años puede atribuirse al consumo de energía (en el caso de una bomba funcionando todo el tiempo a máxima velocidad).

Reducción de los costes por consumo de energía
Durante la vida útil de la bomba, el mayor gasto lo supondrá la electricidad consumida, por tanto, gastaremos menos si ahorramos energía:

1. Use bombas con control de velocidad variable ya que gastan hasta un 70% menos de energía que una bomba sin control funcionando a máxima velocidad todo el rato. Esta es la forma más eficaz de reducir el coste total de funcionamiento; el tiempo que tarda en amortizarse la inversión en un control de velocidad suele ser menor de 2 años.
2. Busque bombas y motores de gran eficiencia. Por ejemplo, los motores EFF1 (suministrados por ITT) son un 3-5% más eficientes que los motores EFF2. Otro factor fundamental es contar con un sistema hidráulico eficiente, que en términos de rendimiento energético puede ser incluso más relevante que el motor de la bomba. Los expertos de ITT hacen un esfuerzo considerable por mantener una posición de liderazgo en este sentido, tanto con el desarrollo de productos como de métodos de fabricación modernos.
3. Pare la bomba cuando no haga falta calefacción ni refrigeración.

Reducción de los costes de instalación y puesta en servicio

El uso de bombas con controladores integrados de velocidad variable, como el Hydrovar de ITT, supone un menor coste de instalación y puesta en servicio respecto a sistemas con mecanismo de velocidad variable (VSD) independiente. La diferencia estriba en que la unidad integrada ya incluye componentes tales como VSD, transmisores de presión, software de control, etc. Si se utiliza un mecanismo de velocidad variable independiente, todas esas funciones tienen que realizarlas unidades independientes, lo cual requiere un procedimiento más complejo y costoso a la hora de instalar y poner en servicio el sistema.

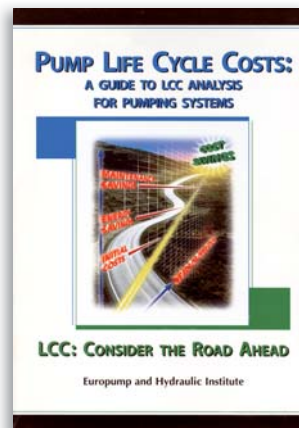
Reducción de los costes de mantenimiento

Dado que la bomba con control de velocidad rara vez funciona a toda velocidad, hay menos esfuerzo mecánico que con los equipos que funcionan al máximo. Esto alarga los intervalos de mantenimiento, puesto que los componentes de la bomba y del motor duran más. Y si se apaga la bomba cuando no haga falta, se reducirán más aún los costes de mantenimiento.



Hydrovar de Lowara, amortizado en un año

Gracias a su consumo de energía reducido, el control de velocidad Hydrovar de Lowara ahorra dinero y tiene menor impacto medioambiental.



Estándar de referencia

Esta publicación aporta más información sobre el asunto. Es fruto de la colaboración entre Hydraulic Institute y Europump, y también cuenta con la participación de empleados de ITT.

Diseño de tuberías

En las primeras fases del proceso de diseño hay que tener en cuenta las necesidades potenciales de cada habitación, fuentes de calefacción y refrigeración alternativas, así como estrategias de control y funcionamiento. En función de la información recopilada sobre el edificio, también hay que calcular las pérdidas de calor espaciales y evaluar la demanda de agua caliente del sistema, además de diversos aspectos sobre ventilación. Antes de diseñar el trazado de las tuberías, también se debe determinar si se han seleccionado los emisores y conexiones más adecuados para cada posición, así como considerar el mejor esquema de distribución, teniendo en cuenta todos los requisitos de regulación y equilibrio.

Sistemas de doble tubería

En un sistema de doble tubería, la tubería de suministro sirve para suministrar a los emisores el agua calentada o enfriada, y la tubería de retorno para llevar el agua usada hasta la fuente de calefacción o refrigeración.

Una gran ventaja de los sistemas de doble tubería es que se puede variar y controlar el caudal de agua para ahorrar energía de la bomba. Otra ventaja es que todos los radiadores reciben agua a la misma temperatura, pues la tubería de suministro la transporta directamente desde la caldera. (Cuando procede de un radiador anterior, se emite parte de calor y el agua puede enfriarse ligeramente.)

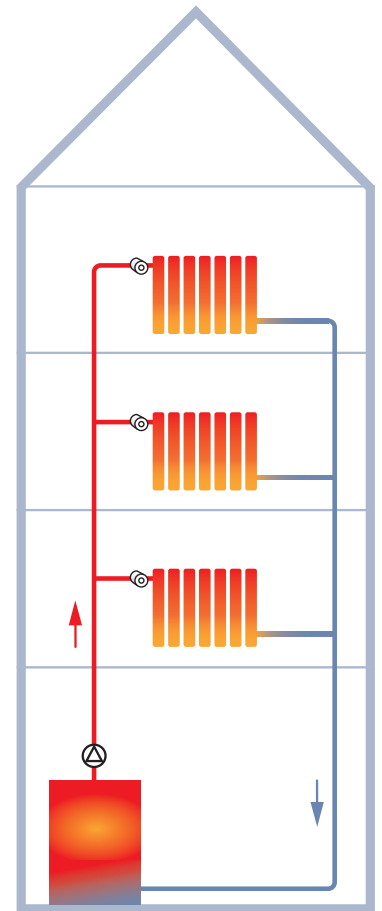
Los purgadores de agua de vapor deben comprobarse a menudo. Si se agarrotan y quedan abiertos, el vapor circulará por el radiador y volverá por la tubería de retorno, mermando la eficacia de la transferencia térmica y pudiendo afectar al equilibrio de todo el sistema de distribución.

Dependiendo de las necesidades de calefacción, puede emplearse una válvula termostática para regular el caudal a través del radiador. Al cerrarse la válvula, la presión del sistema aumenta, por lo que una bomba con control de velocidad es una buena forma de compensar dicho aumento.

Soluciones para edificios grandes

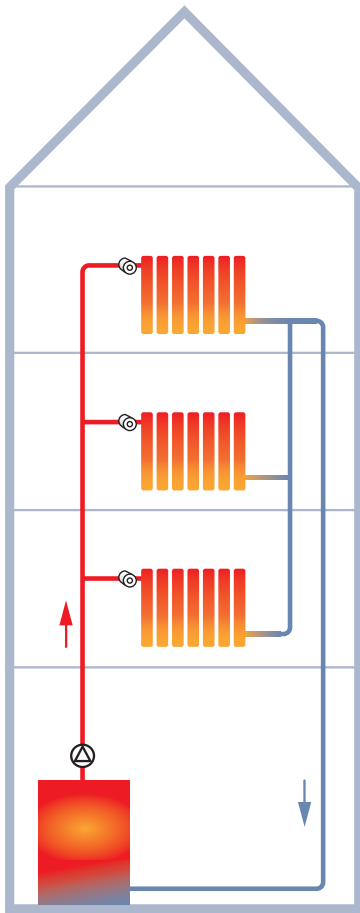
En el caso de sistema híbridos, el principio es la existencia de un circuito con pérdida baja de carga y circuitos de calefacción independientes, cada uno con su propia bomba. Tales sistemas se emplean para separar unos de otros los sistemas hidráulicos. Esto facilita la ampliación de sistemas hidráulicos existentes sin tener que

cambiar las condiciones de presión ya que los distintos los subsistemas son independientes entre sí. Otra ventaja es el hecho de que algunas calderas son sensibles a las bajas temperaturas y tienen un límite de caudal mínimo. Con el fin de reducir el tiempo que el agua necesita para alcanzar la temperatura necesaria, ésta circula únicamente por el circuito con pérdida baja de carga. Cuando se alcanza la temperatura deseada, el circuito del radiador se abre. La válvula de 3 vías regula y dirige el caudal al circuito o circuitos de radiadores y a la caldera. Otra forma de ahorrar energía es cambiar el sistema por un sistema de estrangulamiento mediante la utilización de una válvula bidireccional en el circuito del radiador y de bombas con control de velocidad.



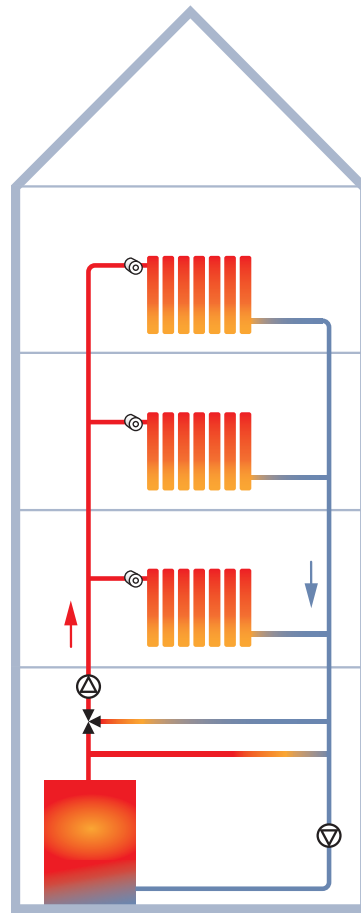
Sistema de doble tubería

El sistema de doble tubería básico permite variar y controlar el caudal de agua para ahorrar energía con la bomba. Distribuye el calor de manera más uniforme que un sistema de una sola tubería.



Sistema de retorno inverso de doble tubería

La principal ventaja del sistema de retorno inverso es que la pérdida de carga será igual en todos los circuitos.



Sistema híbrido de doble tubería

La principal ventaja del sistema híbrido es que el circuito con pérdida de carga del sistema híbrido facilita la ampliación del sistema. La válvula de tres vías se cerrará y devolverá el agua por el sistema si no está lo bastante caliente para calentar los emisores. La válvula se abrirá cuando el agua tenga que recalentarse.

Caudal constante o variable

La categoría de doble tubería puede dividirse en sistemas con **caudal constante** o **variable**; cada uno de esos sistemas puede diseñarse para **cargas sencillas** o **múltiples**.

Un sistema de carga múltiple de doble tubería con caudal constante permite un mejor control de la temperatura y mantiene igual la temperatura en cada serpentín. También puede ahorrarse energía mediante el uso de velocidad variable con sensores de presión diferencial/ de temperatura. Las principales ventajas del caudal variable son que se puede emplear una bomba más pequeña y que se tiene un mejor control de la temperatura y humedad. Asimismo, cada serpentín recibe la misma temperatura.

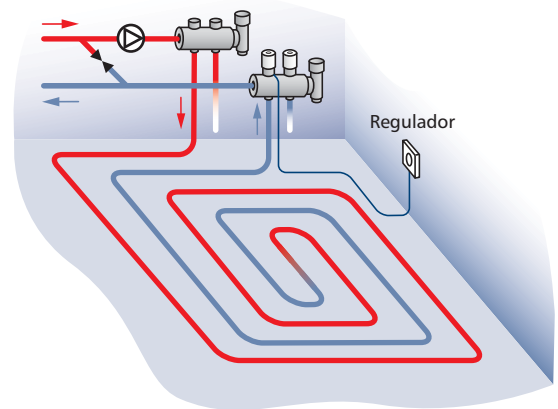
Sistemas de calefacción por suelo radiante

En un sistema de calefacción por suelo, el calor se transfiere desde las tuberías hasta la estructura del suelo. Tal sistema pueden ser autosuficiente o combinarse con calefacción por radiadores convencionales.

La principal diferencia entre los sistemas de calefacción mediante radiadores y por suelo es la temperatura del líquido bombeado. Los sistemas de radiadores pueden diseñarse para funcionar a temperaturas de hasta 80°C, y con una temperatura diferencial de 20–40°C. En un sistema de calefacción por suelo, la temperatura de funcionamiento nunca debe superar los 40°C, y la temperatura diferencial debe mantenerse en los 5–8°C. El sistema de calefacción por suelo siempre debe incluir un circuito de mezcla para evitar una temperatura de suministro demasiado elevada.

Un sistema de calefacción por suelo radiante puede diseñarse de muchas maneras y cada fabricante marca unas directrices propias que deben seguirse, si bien algunos principios son universales, por ejemplo:

- Cada habitación debe disponer de su propio sistema de control.
- Todos los circuitos deben estar equilibrados para tener la misma pérdida de carga y la bomba y sus especificaciones deben seleccionarse en función del circuito con la mayor pérdida de carga.
- La longitud de un circuito de tuberías nunca debe sobrepasar los 120 m.
- Dado un edificio del mismo tamaño, un sistema de calefacción por suelo radiante requiere una capacidad de bombeo mayor que un sistema de radiadores. Esto se debe a que en los sistemas de calefacción por suelo radiante la temperatura diferencial es baja y las pérdidas de carga son relativamente más elevadas.



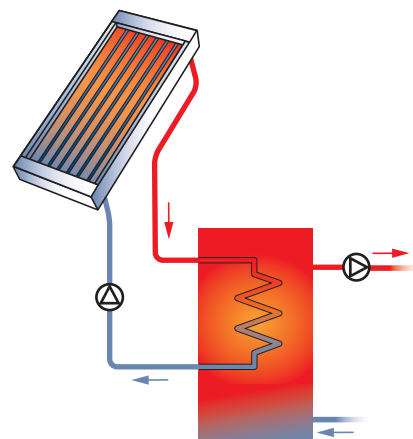
Sistema de calefacción por suelo

Cada habitación necesita su propio sistema de regulación y todos los circuitos de tuberías deben estar equilibrados para generar la misma pérdida de carga.

Sistemas de energía solar con captadores solares planos

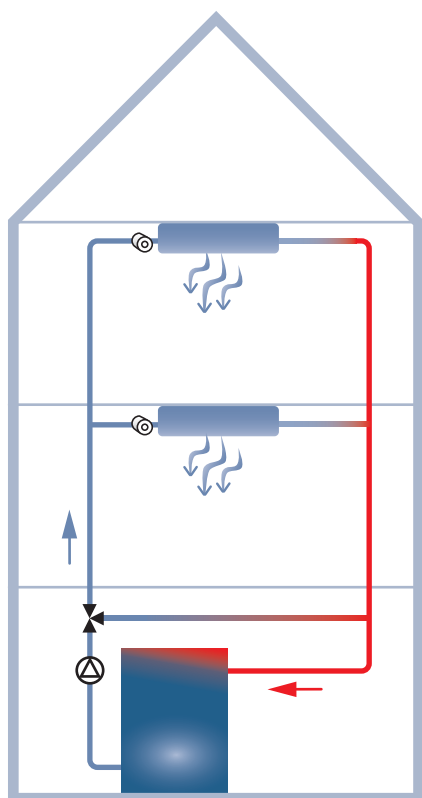
Al igual que los sistemas descritos previamente, los sistemas de paneles solares funcionan con agua y requieren una bomba de circulación. Estos sistemas funcionan a temperaturas más altas y variables en comparación con las aplicaciones normales de calefacción. Los paneles solares se colocan en el tejado. Es habitual poner alguna clase de anticongelante en el agua. El anticongelante más común es el glicol. La adición de glicol aumenta la densidad y viscosidad del agua, lo cual debe tenerse en cuenta a la hora de escoger una bomba.

En un futuro próximo, los paneles solares serán muy interesantes como complemento de los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria con energías convencionales.



Sistema de paneles solares

El panel solar complementa la fuente de calor habitual.



Sistema de refrigeración

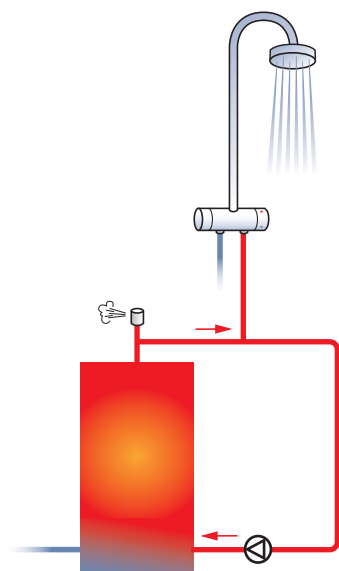
El sistema de refrigeración funciona igual que un sistema híbrido de calefacción, pero por él circula un agente frío en vez de uno caliente.

Sistemas de refrigeración

El diseño de un sistema de refrigeración depende en gran medida del agente refrigerante que se escoja. Los distintos agentes refrigerantes tienen diferentes densidades y generan distintos niveles de rozamiento en las tuberías. Por tanto, esto también debe tenerse en cuenta a la hora de elegir una bomba.

Los agentes refrigerantes más habituales son el agua salinizada y el agua mezclada con glicol. A medida que el agente refrigerante se enfría, genera más rozamiento en las tuberías, lo cual deberá tenerse en cuenta a la hora de determinar las dimensiones de la bomba. Puede obtenerse información sobre las dimensiones requeridas de la bomba según los agentes refrigerantes al adquirirlos.

Los sistemas de refrigeración suelen ser híbridos. Los sistemas de refrigeración a menudo requieren un caudal mínimo, por ejemplo, de un 30% para eliminar el riesgo de acumulación de hielo. Al cerrarse las válvulas, se reduce la carga diferencial a través del evaporador. Un controlador detecta esto y abre la válvula de derivación para mantener un caudal mínimo, mezclando agua de suministro fría con agua de retorno caliente.



Sistema de agua caliente

Un sistema de retorno secundario garantiza una mayor comodidad del usuario al proporcionar agua caliente de inmediato.

Sistemas de agua caliente sanitaria

En comparación con la mayoría de sistemas de calefacción, la diferencia más obvia en los sistemas de agua caliente sanitaria es que son sistemas abiertos. Para garantizar un rápido suministro de agua caliente a cualquier grifo del edificio, el sistema de agua caliente a menudo se diseña como un sistema de circuito con una tubería de retorno secundaria, lo cual ahorra agua caliente y, por tanto, energía.

Por lo general, el caudal del circuito de retorno es muy bajo, por lo que suele bastar una bomba pequeña. Si se opta por una bomba demasiado grande, se consumirá más energía y habrá más ruido en el sistema debido a una velocidad innecesariamente alta del agua.

Utilice siempre carcasas de bomba de bronce o acero inoxidable para evitar la corrosión. El agua dulce, que es la que suele haber en los circuitos de agua caliente, contiene oxígeno.

Bombas utilizadas en sistemas de calefacción/refrigeración

En un sistema de calefacción o refrigeración se usa una bomba centrífuga para mover el líquido desde el generador hasta los emisores de un edificio, venciendo la resistencia del caudal en el sistema de tuberías.

En esencia, la bomba está compuesta por una carcasa, un rodete y un motor eléctrico.

Bombas de rotor húmedo, la opción más barata y sencilla

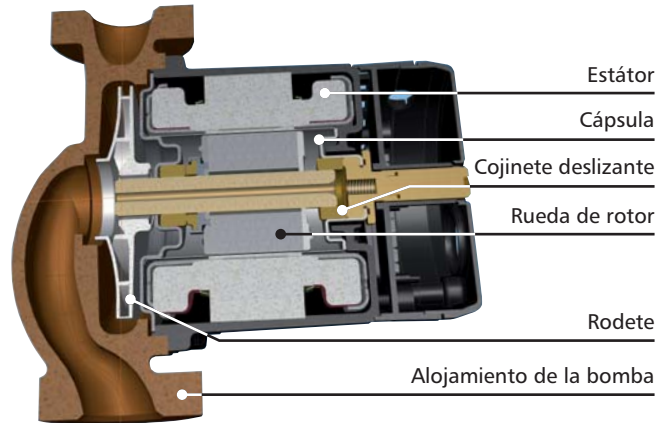
En una bomba de "rotor húmedo" o "motor encapsulado", el agente bombeado circula por el interior de la cápsula del rotor, refrigerando el motor y lubricando los cojinetes. Las bombas de rotor húmedo son sencillas, no sufren fugas y su precio es relativamente bajo. Sin embargo, comparativamente, su vida útil es corta y su rendimiento energético bajo, por lo que los cálculos finales no son necesariamente favorables. Además, las bombas de rotor húmedo son sensibles a los residuos en el líquido bombeado y no admiten agentes agresivos.

Las bombas de rotor húmedo deben instalarse siempre con el eje del motor en posición horizontal. Esto es porque el motor se lubrica con el agente bombeado y un montaje vertical podría conllevar una lubricación insuficiente. Además, para evitar obstrucciones, este tipo de bomba debe accionarse al menos cada dos semanas.

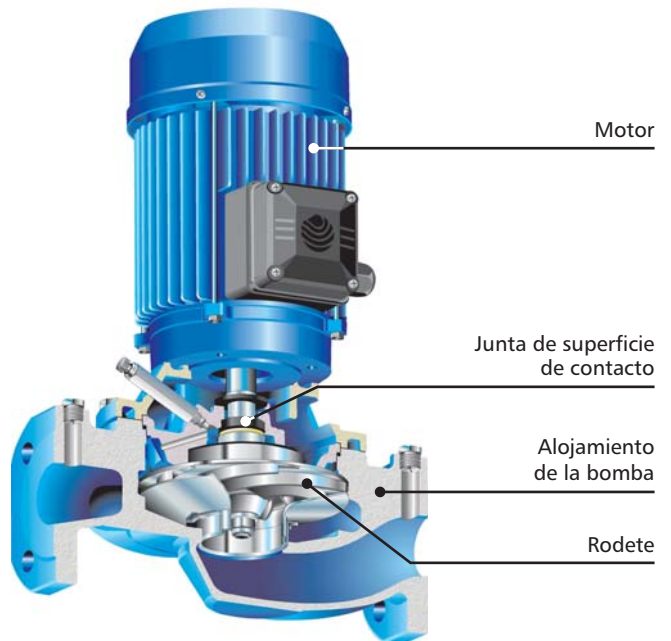
En general, las bombas de rotor húmedo suponen una inversión inicial menor, pero su rendimiento energético es peor respecto a las bombas de rotor seco. La UE ha establecido un sistema de clasificación energética para las bombas de circulación con rotor húmedo de hasta 2,5 kW. Hay disponibles opciones de clase A, pero suelen ser más caras.

Bombas de rotor seco, la elección más rentable

El motor es de tipo IEC estándar refrigerado por aire que puede llevar un eje extendido al que se fija el rodete o un eje de mangueta con un acoplamiento o extensión de eje. El eje de la bomba va sellado por una junta de superficie de contacto, compuesto por dos anillos y un muelle que une los anillos a presión. Una fina película de agua lubrica y refrigera la junta.



Bomba de rotor húmedo



Bomba de rotor seco

El precio de compra de estas bombas es mayor, pero debe tenerse en cuenta que apenas suele suponer un 5% del coste total del ciclo de vida. Los motores secos tienen un mejor rendimiento energético, son más fiables y la duración de sus cojinetes es mayor. Asimismo, como el líquido bombeado se mantiene fuera del motor, este diseño resulta menos sensible a los residuos y agentes agresivos.

En general, los motores secos son más resistentes y a la larga salen mejor en términos económicos.

Bombas de doble cabezal, más que una solución de reserva

Tanto las bombas de rotor húmedo como de rotor seco disponen de versiones de doble cabezal. Las bombas de circulación en línea suelen comercializarse con uno o dos cabezales.

Históricamente, las bombas de doble cabezal tenían principalmente una función auxiliar en caso de avería de la bomba. En la actualidad, la versión doble se utiliza más para garantizar una mejor economía y un impacto medioambiental mínimo, ya que la segunda bomba se activa sólo cuando se alcanza la carga máxima. Las bombas actuales de primera calidad raramente fallan, pero por si acaso se pueden utilizar bombas de reserva. Y aunque una sola bomba únicamente proporciona poco más de la mitad del caudal necesario para mantener el ambiente interior en los días más fríos, el calor útil generado puede satisfacer el 83% de la demanda (véase a continuación la curva de radiador). El control de una bomba de cabezal doble alterna la bomba en funcionamiento para garantizar el mismo número de horas de trabajo.

También se ahorra en tubería si se utiliza una sola bomba doble en vez de dos bombas de un único cabezal. En el caso de una bomba de dos cabezales, sólo hace falta un juego de tuberías, mientras que con las bombas de cabezal único hace falta el doble de tuberías. Asimismo, como la bomba de doble cabezal tiene mayor capacidad que la bomba sencilla, se puede mejorar el sistema con unos mínimos cambios en las cañerías.

Para los sistemas de refrigeración o sistemas con temperaturas de líquido por debajo de los 10 °C no se recomienda la utilización de bombas de doble cabezal. Al ser mayor el alojamiento de la bomba, la mayor condensación puede provocar la acumulación de hielo en el alojamiento, la zona de la junta, etc.

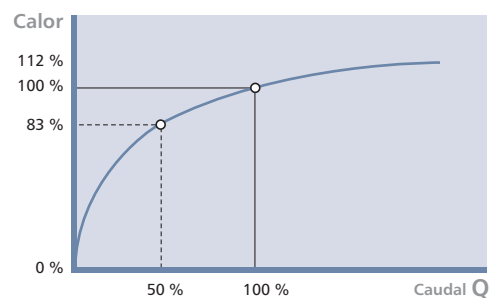
Comparativa de rendimiento

(valores aproximados)

Bombas de rotor húmedo		
Potencia nominal	Rendimiento típico	Rendimiento máximo (Clase A)
< 100 W	15%	25%
100–500 W	30%	40%
500–2500 W	40%	50%
Bombas de rotor seco		
Potencia nominal	Rendimiento típico	Rendimiento máx.
< 1,5 kW	55%	65%
1,5–7,5 kW	65%	75%
> 7,5 kW	70%	80%



Bomba de cabezal doble FCT de Lowara



Curva de radiador

Es posible lograr un 83% de calor útil máximo usando una sola de las dos bombas.

Selección de la bomba adecuada

Elija las bombas en función del caudal necesario y de la resistencia de las tuberías. Si se decanta por bombas con control de velocidad, escoja siempre una bomba cuyo punto de funcionamiento se aproxime lo más posible al punto máximo de rendimiento. Es muy habitual encontrarse con varias alternativas para elegir; como norma general, seleccione una bomba que no sobrepase el $\pm 10\%$ del punto máximo de rendimiento. Si se emplea una bomba con control de velocidad, el punto de funcionamiento siempre debe estar dentro del 10% del punto máximo de rendimiento. Así se asegura un margen de caudal lo suficientemente amplio en el que moverse a la hora de regular la bomba. No utilice bombas demasiado grandes, el intercambio de calor será casi siempre el mismo, pero las bombas consumirán mucha más energía. (Véase el diagrama de radiadores.)

En los sistemas de calefacción, si una bomba falla, tendrá como consecuencia un ambiente interior menos agradable. Por consiguiente, en los edificios grandes se recomienda utilizar varias bombas para asegurarse capacidad auxiliar y determinado nivel de comodidad, aunque se averíe una bomba. Así, una bomba puede ocuparse de todo el caudal y la otra servir de bomba de reserva. O puede distribuirse el caudal total con varias bombas que funcionen a máximo rendimiento sólo cuando sea necesario.

Software de selección

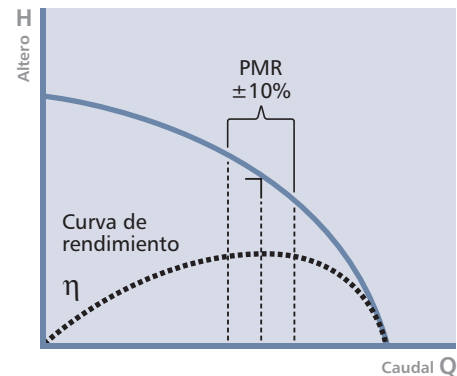
Utilizando un software de selección de bombas es fácil identificar la bomba más eficaz para la instalación. Lowara dispone de Loop 4U, un paquete informático de selección que satisfará sus necesidades. Este software le permite calcular las especificaciones del sistema de bomba apropiado y hallar la solución de bombeo óptima, además de facilitar la documentación necesaria para instalar y mantener el sistema.

Sustitución de bombas viejas

La velocidad del agua/ruido de las tuberías pueden indicarnos si hace falta sustituir las bombas instaladas. Pregunte siempre antes si el edificio ha sufrido alguna reforma o renovación desde que se instalara la vieja bomba. Es posible, por ejemplo, que se hayan puesto ventanas nuevas con un mejor aislamiento. En tal caso, las necesidades caloríficas son menores y puede utilizarse una bomba más pequeña con mejor rendimiento energético. La tecnología de los motores también ha avanzado; ahora necesitan menos energía para suministrar el caudal necesario. En la página web y en los catálogos hay disponibles guías completas de sustitución.

Mejora de sistemas antiguos

A veces, puede resultar más caro actualizar las bombas viejas que sustituirlas. En tales casos, las bombas pueden mejorarse fácilmente con una unidad de control electrónico. La regulación de la velocidad de la bomba y la reducción de los bombeos innecesarios puede ahorrar mucho dinero y mitigar la carga medioambiental. El Hydrovar de Lowara es un variador de velocidad para las bombas que puede montarse sin dificultad en bombas antiguas. Se acopla perfectamente a cualquier motor IEC estándar y se amortiza en menos de 2 años.



Punto de máximo rendimiento (PMR)

A menudo, el punto de máximo rendimiento viene indicado por un ángulo pequeño en la curva QH. El punto de funcionamiento de la bomba debe estar lo más cerca posible del PMR.



Mejora de un sistema antiguo

Hydrovar de Lowara es una forma fácil y rentable de modernizar un sistema antiguo.

Bombas Lowara empleadas en sistemas de circulación

Tipo de sistema	Diseño del sistema	TLC/ TLCH	EB/ TLCB	TLCK	TLCSOL	FLC	FC	EA/ EV	EFLC	FCH
Sistemas de calefacción										
Sistemas pequeños	Sistema de una sola tubería	▲						●		
	Sistema de doble tubería	●						▲		
	Sistema de calefacción por suelo	●						▲		
	Calderas de combustible sólido	●					▲	●		
	Sistemas de paneles solares			●	▲		●	●		
	Sistemas geotérmicos			▲	●		●	●		
Sistemas grandes	Sistema de una sola tubería					●			▲	▲
	Bombas principales					▲		●	●	
	Bombas secundarias	▲								
	Sistema de doble tubería					●			▲	▲
	Bombas principales					●			▲	▲
	Bombas secundarias	●						▲	▲	
	Calderas de combustible sólido					●			●	▲
Ventilación	▲					▲	▲	●	●	●
Bombas de derivación					●	▲				▲
Recirculación de agua	▲					▲	▲	●	●	▲
Circuitos de agua caliente sanitaria										
Sistemas pequeños	Sistema de circulación		▲					▲		
Sistemas grandes	Sistema de circulación		▲							●
Sistemas de refrigeración										
	Bombas principales	●		▲		●	▲			▲
	Bombas secundarias					●	●			▲
	Torres de refrigeración						▲			●
	Aparato refrigerador						▲			●

▲ = Más apropiada

● = Apropriada

Bombas Lowara usadas en edificios domésticos

Para edificios de cierto tamaño, recomendamos el uso de las siguientes bombas:

Superficie acaleantar	Sistema de radiadores		Sistema de calefacción por suelo radiante	
	Bomba estándar	Bomba electrónica	Bomba estándar	Bomba electrónica
80–200 m ²	Lowara TLC xx-4	Lowara EA xx/40	Lowara TLC xx-6	Lowara EA xx/60
150–200 m ²	Lowara TLC xx-4	Lowara EA xx/40	Lowara TLCH xx-7	–
200–250 m ²	Lowara TLC xx-6	Lowara EA xx/60	Lowara TLC xx-8	–

Los edificios grandes contienen sistemas más complejos y requieren un análisis más exhaustivo a la hora de precisar la mejor solución de bombas.



ITT

ITT-Lowara forma parte de ITT Corporation y es la sede central de la División "Residential and Commercial Water – EMEA".

Esta empresa, líder mundial en la oferta de soluciones fiables para el tratamiento de fluidos en el ámbito de las instalaciones en edificios residenciales y comerciales, en aplicaciones industriales y para el riego agrícola y doméstico, suministra una gama completa de bombas de alta calidad, así como sistemas y controles integrados; además está especializada en el campo de la ingeniería y en el suministro de productos de acero inoxidable.

ITT Lowara, con sede central en Vicenza, Italia, está presente en más de 80 países en el mundo, con sus propias oficinas comerciales en Italia, Austria, Polonia y Hungría.

La empresa cuenta con 1.300 empleados y en el año 2008 registró un volumen de ventas superior a 440 millones de \$. ITT Lowara está liderada completamente por ITT Corporation de White Plains, Nueva York, y es la sede central EMEA de la división Residential and Commercial Water de ITT. ITT Corporation es una empresa diversificada que opera en los siete continentes en el sector de la ingeniería y la producción de equipos de bombeo de alta tecnología. Utilizando su patrimonio de innovación, ITT colabora con sus clientes para ofrecer soluciones excelentes que permitan crear ambientes más confortables, asegurar protección y seguridad y conectar cualquier parte del mundo. En el año 2008 ITT Corporation registró un volumen de ventas correspondientes a 11.700 millones de \$.

ITT RESIDENTIAL AND COMMERCIAL WATER DIVISION – EMEA

HEADQUARTERS

LOWARA S.r.l.
Via Dott. Lombardi, 14
36075 Montecchio Maggiore
Vicenza – Italy
Tel. (+39) 0444 707111
Fax (+39) 0444 492166
e-mail: lowara.mkt@itt.com
<http://www.lowara.com>

AUSTRIA

ITT AUSTRIA GmbH
A-2000 Stockerau
Ernst Vogel Straße 2
Tel. (+43) 02266 604
Fax (+43) 02266 65311
e-mail: info.ittaustria@itt.com
<http://www.ittaustria.com>

FRANCE

LOWARA FRANCE S.A.S.
BP 57311
37073 Tours Cedex 2
Tel. (+33) 02 47 88 17 17
Fax (+33) 02 47 88 17 00
e-mail: lowarafr.info@itt.com
<http://www.lowara.fr>

GERMANY

LOWARA DEUTSCHLAND GMBH
Biebigheimer Straße 12
D-63762 GroBostheim
Tel. (+49) 0 60 26 9 43 - 0
Fax (+49) 0 60 26 9 43 - 2 10
e-mail: lowarade.info@itt.com
<http://www.lowara.de>

IRELAND

ITT IRELAND
50 Broomhill Close
Airton Road, Tallaght
Dublin 24
Tel. (+353) 01 4524444
Fax (+353) 01 4524795
e-mail: lowara.ireland@itt.com
<http://www.lowara.ie>

NEDERLAND

LOWARA NEDERLAND B.V.
Zandweistraat 22
4181 CG Waardenburg
Tel. (+31) 0418 655060
Fax (+31) 0418 655061
e-mail: lowaranl.info@itt.com
<http://www.lowara.nl>

POLAND

LOWARA VOGEL POLSKA Sp. z o.o.
PL 57-100 Strzelin
ul. Kazimierza Wielkiego 5
Tel. (+48) 071 769 3900
Fax (+48) 071 769 3909
e-mail: info.lowarapl@itt.com
<http://www.lowara-vogel.pl>

PORTUGAL

ITT PORTUGAL, Lda
Praçeta da Castanheira, 38
4475-019 Barca
Tel. (+351) 22 9478550
Fax (+351) 22 9478570
e-mail: info.pt@itt.com
<http://www.itt.pt>

RUSSIA

LOWARA RUSSIA
Kalanchevskaya st. 11 b.2, off. 334
107078 Moscow
Tel. (+7) 495 631 55 15
Fax (+7) 495 631 59 72
e-mail: info.lowararu@itt.com
<http://www.lowara.ru>

UK

LOWARA UK LTD.
Millwey Rise, Industrial Estate
Axminster – Devon EX13 5HU UK
Tel. (+44) 01297 630200
Fax (+44) 01297 630270
e-mail: lowaraukenquiries@itt.com
<http://www.lowara.co.uk>

ITT Water & Wastewater España S.A.
Belfast 25, P.I. Las Mercedes
Madrid, 28022 (España)
Tel: +34 91 329 78 99
Fax: +34 91 329 24 10
Informacion: lowara@itt.com
www.ittwww.es

Para endereços adicionais, visite por favor
www.lowara.com