



EVIDENCIAS ENERGÉTICAS, PARA LOGRAR MEJOR EFICIENCIA HIDRÁULICA

**Breakthrough
Engineering**

-  IMI PNEUMATEX
-  IMI TA
-  IMI HEIMEIER

Los sistemas HVAC pueden proporcionar, de manera inmediata, un importante ahorro

La mayor preocupación por el impacto medioambiental, una normativa más estricta y el aumento de los precios de la energía, están incrementando drásticamente la necesidad de construir edificios eficientes.

Hay varias formas de mejorar la eficiencia. La energía utilizada en los sistemas HVAC representa hasta un 50% de la energía total del edificio.



 **IMI PNEUMATEX**

Presurización, separación de lodos y desgasificación

 **IMI TA**

Válvulas de equilibrado, de control y actuadores

 **IMI HEIMEIER**

Control termostático



Cerramientos e infraestructura del edificio

Se puede reducir el consumo de energía del sistema mejorando la infraestructura del edificio con un mejor aislamiento, ventanas, etc. Esto tiene un gran efecto, pero supone una gran inversión inicial, con retorno a largo plazo. Además, una vez finalizada la reforma, se deberá invertir en reajustar y/o mejorar el sistema de climatización.



Sistema HVAC

La optimización de la distribución hidrónica en el sistema HVAC reduce el consumo de energía y mejora el control y el confort general. Este es la solución más rentable y los efectos son inmediatos y sustanciales. De hecho, optimizar la distribución hidrónica de un sistema existente puede, en promedio, reducir consumo de energía hasta en un 30%.



Comportamiento de las personas

Se puede gestionar de otra forma gestionar el edificio, pero es difícil e impredecible. Si el sistema no ofrece el confort requerido los mismos usuarios lo desajustarán. Con mucha frecuencia, esto implica drásticas y rápidas subidas y bajadas de temperatura, lo que conlleva un gasto de energía innecesario. Si en un inicio el sistema esta correctamente ajustado, influirá positivamente en la manera en que se opera el sistema HVAC y como consecuencia reduciría el consumo de energía.

Optimizar la red de distribución hidráulica interviniendo en las tres áreas principales

Tª de impulsión (°C)

Producción



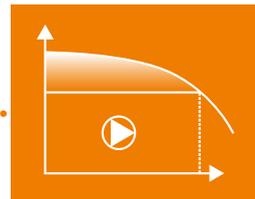
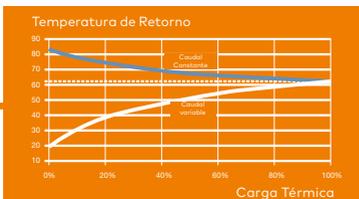
La eficiencia de la enfriadora/caldera está directamente influida por la temperatura del agua de retorno del sistema, y por la suciedad y partículas presentes en el agua. IMI Hydronic aborda estos problemas, permitiendo que el sistema trabaje eficientemente con una temperatura ideal. Nuestras soluciones en presurización y calidad de agua, garantizan que no haya depósitos en los intercambiadores de calor y que la transferencia de calor sea la óptima.

Distribución



La mayoría de las bombas trabajan a sobrecaudal y a gran altura manométrica. Si el sistema no está correctamente presurizado, existe un alto riesgo de cavitación de la bomba. IMI Hydronic tiene todo lo necesario para cumplir con ambos desafíos. Nuestro ajuste de caudal y soluciones de presión diferencial permiten optimizar la velocidad variable de la bomba, y los dispositivos de mantenimiento de la presión protegen a la bomba de cavitaciones. Estas soluciones pueden reducir el consumo eléctrico de la bomba en un 40%.

Tª de retorno (°C)



La selección del sistema de control, con válvulas de 2 ó 3 vías, control todo/hada o proporcional, influye directamente en la temperatura de retorno de la caldera.

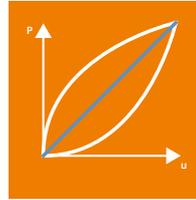
Caudal de diseño

Emisión



Las pequeñas fluctuaciones de temperatura ambiente pueden tener un enorme impacto en la eficiencia energética. En calefacción, si la temperatura ambiente es un 1°C mayor que la de diseño, se incrementa el consumo de energía entre el 6% y el 11%. En los sistemas de refrigeración, un 1°C menos que el valor de diseño, puede conducir a un gasto de energía extra entre el 12% y el 18%. IMI Hydronic ofrece la precisión requerida en cada instante. Con nuestra experiencia y soluciones en equilibrado hidráulico y nuestra completa gama de control termostático, ningún área del edificio se sobrecalienta, o se subenfria.

Temperatura ambiente



Potencia térmica entregada

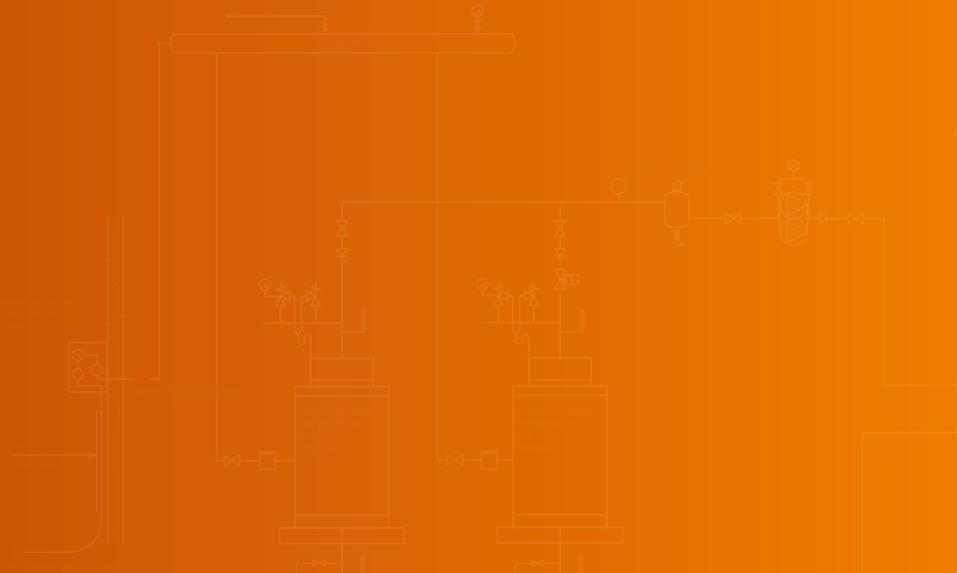
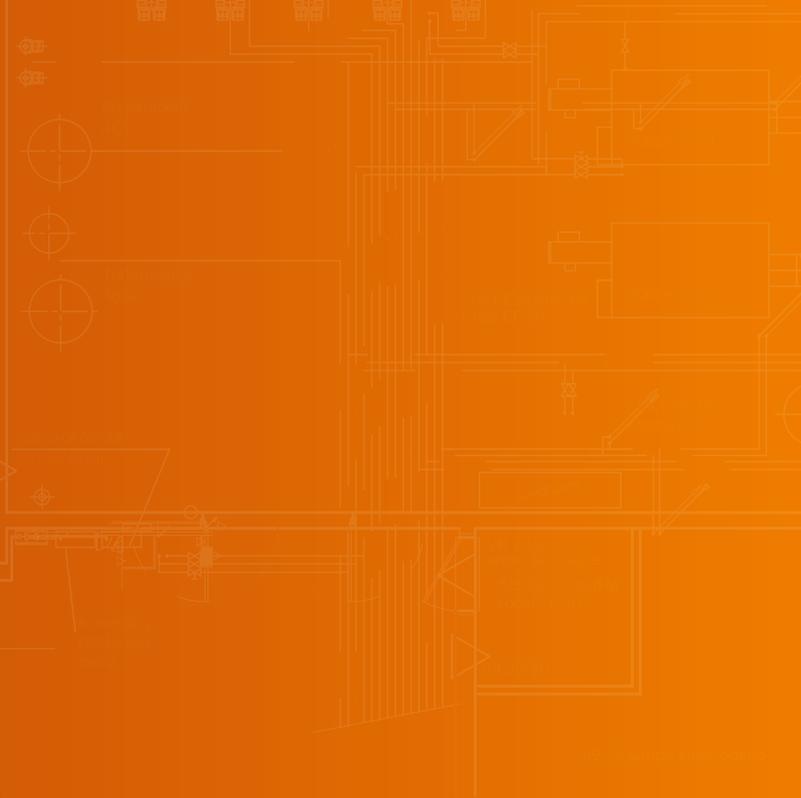
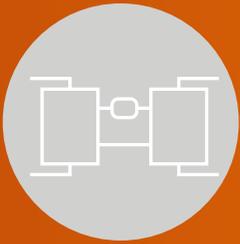
El tipo de control y procedimiento de equilibrado, influye directamente en el caudal global y en la altura manométrica de la bomba.

20 ideas

para crear un
incontable número
de oportunidades

Las "Evidencias Energéticas" en este libro serán de gran ayuda al investigar la optimización hidráulica del sistema HVAC.

Se pueden utilizar en una amplia gama de contextos. Por ejemplo, ayudar a mostrar un ahorro potencial, o hablar sobre reducción en el impacto ambiental e ilustrar sobre el corto periodo de retorno en las actuaciones sobre la distribución hidráulica.





Producción Optimización de la Producción

Evidencia

Nº1

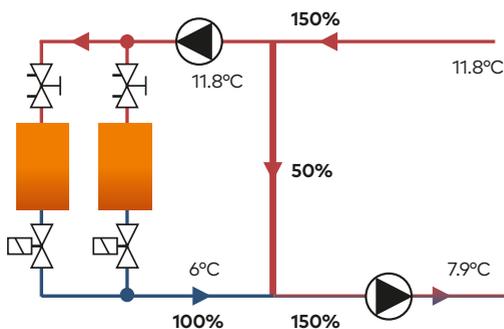
Disminuir la temperatura de salida del agua de la enfriadora en **1°C** reduce su eficiencia entorno a un **4%**.

Cuando la bomba de distribución está sobredimensionada y su circuito desequilibrado, por la red de distribución circula un caudal de agua mayor que el proporcionado por el circuito de producción.

En consecuencia se crea un punto de mezcla entre producción y distribución, a través del bypass de desacople hidráulico. En refrigeración, debido a esta incompatibilidad de caudal, la temperatura del agua de suministro a unidades terminales es mayor que la establecida en proyecto. Por ello, la potencia total y la capacidad de deshumectación requeridas no pueden ser suministradas, provocando falta de confort en los usuarios y una distorsión de las condiciones de trabajo, si se está climatizando una instalación de proceso.

La solución habitual es disminuir el punto de consigna de salida de agua de las enfriadoras, que puede compensar la incompatibilidad, pero a costa de mayor consumo energético.

La documentación técnica de los fabricantes de enfriadoras, cifra como media en un 4%, el incremento de consumo, por cada 1°C de reducción de la temperatura de salida de agua enfriada.



Caso de referencia: Citate Administrativa en Minas Gerais (Tras equilibrar los circuitos, fue posible elevar la temperatura de consigna en 1,5°C, obteniéndose un incremento de un 6% en la eficiencia de las enfriadoras) BRASIL

Evidencia

Nº2

Cuando se reduce la temperatura del agua de retorno a las enfriadoras, se disminuye su eficiencia hasta en un **15%**.

Una temperatura de retorno a la enfriadora inferior a la de diseño puede tener como causa alguno de los siguientes defectos del circuito hidráulico:

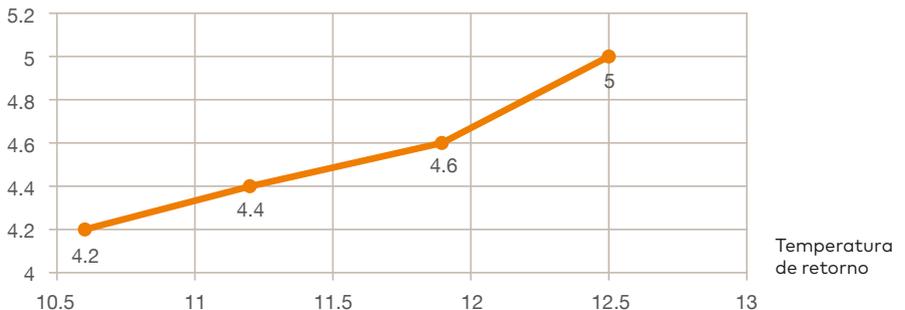
- Un caudal imprevisto a través de la conexión de bypass, generando una mezcla no controlada entre agua enfriada y agua de retorno del

circuito secundario.

- El uso de válvulas de control de tres vías erróneamente o mal dimensionadas.
- Un circuito secundario no equilibrado.
- Deficiente ajuste del punto de trabajo de las bombas.

La menor temperatura de reduce el salto térmico $\Delta T = T_s - T_r$, donde T_s : temperatura impulsión y T_r : temperatura de retorno. Se hace por tanto menor la temperatura media logarítmica entre agua y refrigerante. El impacto en el coeficiente de eficiencia EER, puede alcanzar, según la documentación consultada, una reducción de hasta el 15.

Efecto en el EER de las enfriadoras según de la temperatura de retorno.



(*) Fuente: documentación técnica de fabricantes de enfriadoras

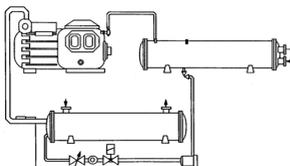
Evidencia

Nº3

En sistemas de refrigeración, el "coeficiente de ensuciamiento" disminuye la eficiencia de la enfriadora hasta en un **5%**, e incrementa la pérdida de carga del intercambiador, hasta en un **10%**.

Los depósitos en la superficie interna de los intercambiadores de calor actúan como una capa aislante, impidiendo la adecuada transferencia de calor e incrementando la pérdida de carga. Este efecto hace que el consumo eléctrico de la bomba aumente.

El impacto de los depósitos de suciedad en el rendimiento se expresa en términos de resistencia térmica, R_f , aproximadamente: $R_f = \delta/\lambda f$, siendo d el espesor y f conductividad térmica (*).



Documentación técnica de los fabricantes de enfriadoras.

Espesor de los depósitos (mm)	0	0.17 mm	0.35 mm
EER	2.84	-2.5%	-5.3%
Pérdida de carga del evaporador (mismas condiciones de potencia frigorífica)	53 kPa	+3.1%	+8.7%

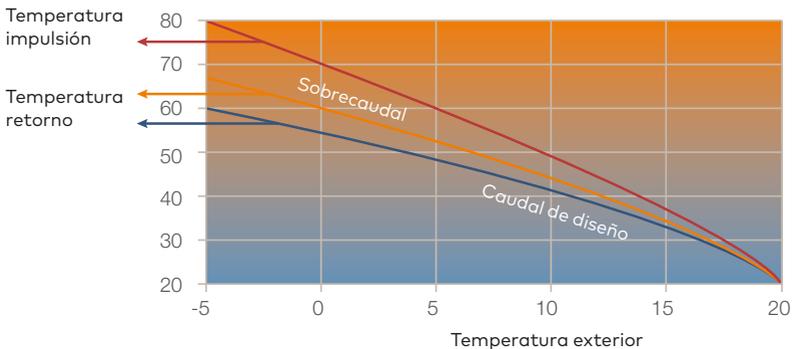
(*) Datos publicados en "Heatexchanger-fouling.com".

Caso de referencia: Sistema centralizado de refrigeración en edificio de apartamentos en Nanjing (China). La capacidad de la enfriadora estaba reducida debido a los depósitos de suciedad (se redujo un 14% el consumo eléctrico, después de la limpieza del evaporador).

Evidencia

Nº4

El sobrecaudal acorta el período de aprovechamiento de la condensación hasta en un **20%**; por lo tanto, afecta significativamente a la eficiencia de la caldera de condensación.

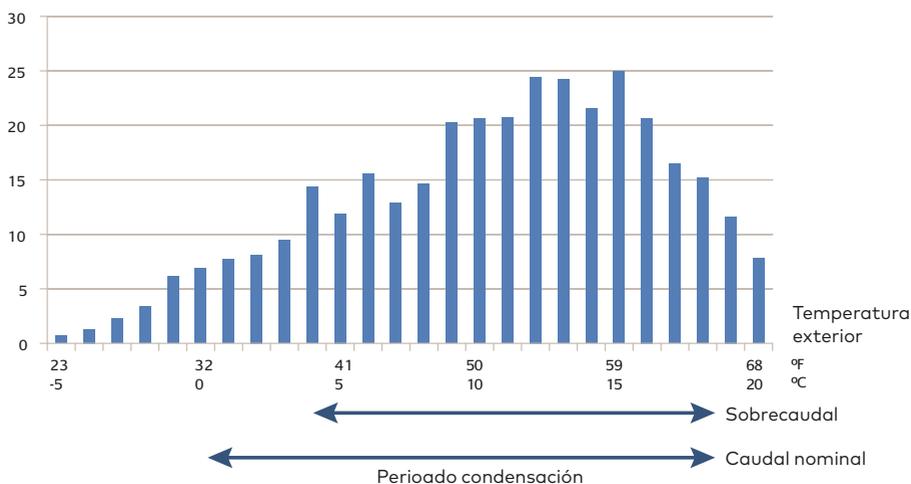


Para conseguir alta eficiencia en la caldera de condensación, la temperatura del agua de retorno necesita mantenerse por debajo del punto de rocío del vapor de los gases de escape y por tanto, el ΔT tiene que ser alto. Esto se puede lograr solamente con un correcto y estable control proporcional en las unidades terminales y evitando sobrecaudales por desequilibrio en el sistema.

En un sistema trabajando con sobrecaudal, la temperatura de retorno es mayor de lo calculado. La cantidad de días con capacidad de condensación se reduce entonces hasta el 20%. Considerando un 15% de ahorro de energía producido por la tecnología de condensación, el sobrecaudal conlleva a un incremento de un 3% sobre el consumo de energía de la caldera.

N de días

Gráfico de la región de Londres, Reino Unido



Caso de referencia: Empalot France (12,3% de eficiencia ligada a la caldera de condensación y a un mejor control de temperatura interior).

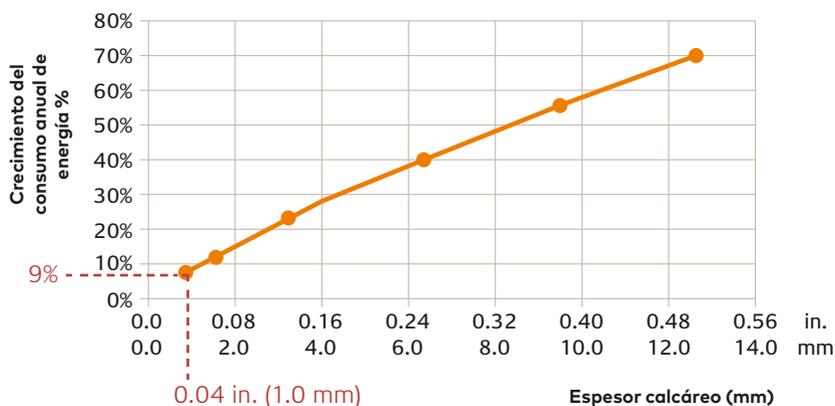
Evidencia

Nº5

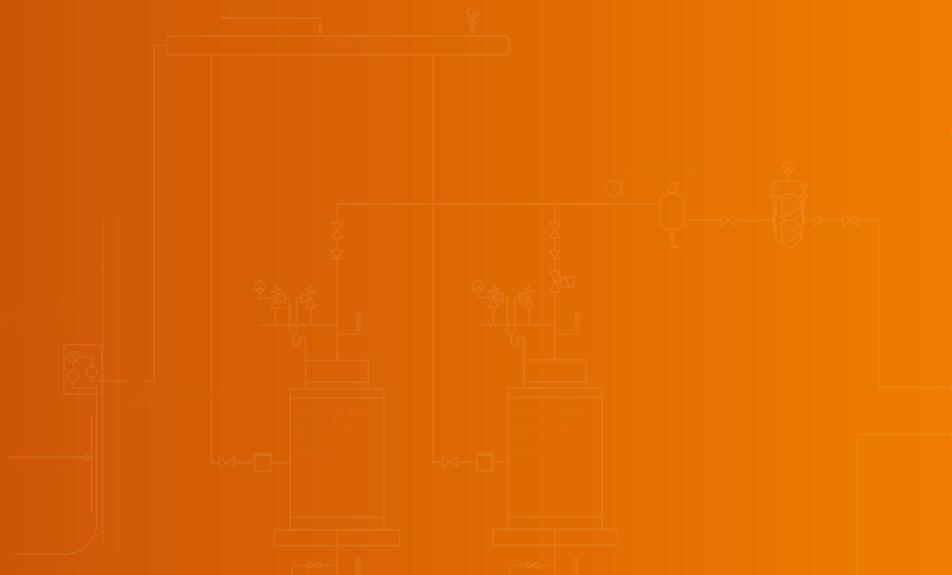
1 mm de depósitos
calcáreos en la caldera
aumenta el consumo de
energía hasta en un **9%** (*).

Un deficiente sistema de presurización (mal dimensionado, problemas de calidad,...) hace que la mayor parte del tiempo, sea necesario rellenar de agua la instalación para compensar las fugas que se producen por sobrepresión. El agua de llenado contiene cal disuelta, que se deposita principalmente en las superficies más calientes (intercambiador de la caldera) del sistema de calefacción.

Estos depósitos actúan como aislante, afectando a la transferencia de calor y a la pérdida de carga. Disminuye la eficiencia de la caldera e incrementa el consumo de bombeo. El depósito calcáreo crea además cavitación térmica local, dañando drásticamente la caldera. Al mismo tiempo, el agua de llenado contiene oxígeno, que produce corrosión y depósitos de magnetita presentes en todo el sistema de calefacción.



(*) Test realizados por la Universidad de Illinois y la U.S. Bureau of Standard.



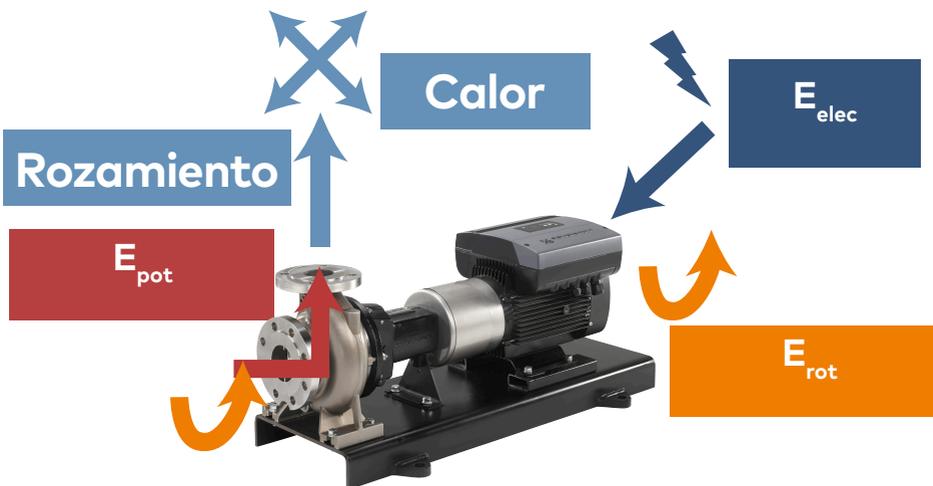
The background is a solid orange color with a faint, light-colored technical drawing of a distribution network. The drawing includes various components such as pipes, valves, and electrical symbols, arranged in a grid-like pattern. The text is centered in the middle of the page.

Distribución Optimización en la distribución

Evidencia

Nº6

En los sistemas de refrigeración, el consumo de bombeo (a caudal constante) representa entre el **7%** y el **17%** del consumo total de energía (de refrigeración).



El consumo de bombeo es directamente proporcional al caudal de agua, a la altura manométrica y la eficiencia de la bomba y su motor. En refrigeración, la energía proporcionada a la bomba y transferida al agua tiene que ser compensada por las enfriadoras. Por tanto, en refrigeración la energía de bombeo se paga dos veces: ¡en la bomba de circulación y en mayor consumo de la enfriadora!

$$\text{Costes de Bombeo} \approx C_o + \frac{H \times Q}{\text{Eficiencia de la bomba}}$$

La fórmula siguiente es una estimación de cuánto representa el consumo de la bomba comparado con el consumo energético estacional de una planta enfriadora trabajando a caudal constante:

$$C_{pr} = \frac{H}{\Delta T_c} \times S_c \times \eta_p \times \eta_m \times (COP + \eta_m) \approx 3,34 \times \frac{H}{\Delta T_c}$$

Donde:

C_{pr}: Coste de bombeo en % del consumo de refrigeración

H: Altura de bomba (m.c.a)

η_p: Eficiencia de la bomba

η_m: Eficiencia del motor

S_c: Ratio entre la potencia frigorífica estacional media y la potencia máxima necesaria

ΔT_c: Diferencia de temperatura nominal del agua

Ejemplo:

Para H=25 mCA (250 kPa) y ΔT_c= 5.5°C el coste de bombeo representa el 15,2 % del consumo total de la planta enfriadora de energía de enfriamiento (S_c=0.4; η_p=0.75; η_m=0.92; estacional COP=3)

Nota: En calefacción, una reciente investigación en Suecia, demuestra que el consumo de la bomba representa el 1.5% del consumo de energía en edificios, tales como: oficinas, escuelas, hospitales. Tesis doctoral: "Eficiencia del edificio relacionada con la bomba y el funcionamiento de ventiladores", de Caroline Markusson, Universidad Tecnológica de Chalmers, Mayo 2009.

Evidencia

Nº7

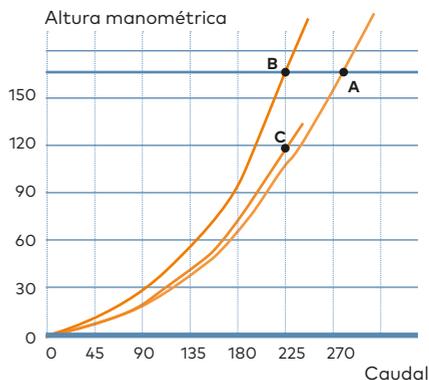
Los costes de bombeo de un sistema equilibrado, son hasta un **40%** inferiores a los de un sistema desequilibrado.

Los costes de bombeo son proporcionales al producto de la altura de bomba, por el caudal. En un sistema desequilibrado típico, circula un exceso de caudal total para compensar los subcaudales locales. Es bastante común observar que el caudal en la distribución es un 50% superior al caudal de diseño (*).

Un correcto equilibrado, conlleva la posibilidad de optimizar el punto de consigna del variador de frecuencia de la bomba. Se consigue ahorrar altura manométrica de la bomba, según cada proyecto, ya que las bombas están siempre sobredimensionadas (factor de seguridad de al menos un 10%). Considerando una planta que trabaja con un 30% de sobrecaudal y solo el 10% de factor de seguridad de la altura manométrica, al equilibrar bien el sistema se consigue un ahorro del consumo de la bomba entorno al 40%.

En el diagrama:

- A. Sistema no equilibrado: el consumo de la bomba es de 12.8 kW
- B. Sistema equilibrado: el consumo de la bomba es de 10.2 kW (-20%)
- C. Sistema equilibrado y altura manométrica ajustada: el consumo de la bomba es de 7.31 kW (-43%)



Caso de referencia: Fábrica Hammarplast (61%) SUECIA, Ciudad administrativa en Minas Gerais (21%) BRASIL, Pfizer (31%) Francia.

(*) Fuente: Investigación de Costic (Centro francés de investigación y formación en HVAC), publicado en el diario CFP Abril-Mayo 2002.

Evidencia

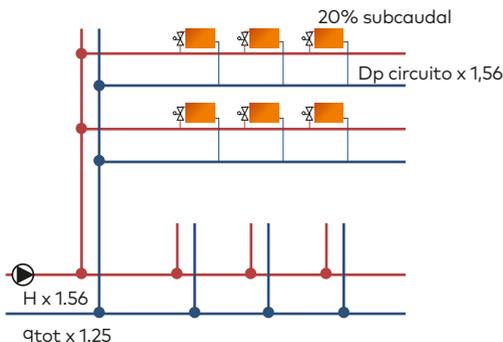
Nº8

Incrementar la altura manométrica de la bomba, para compensar un subcaudal del **20%** en alguna unidad terminal, provoca un incremento del consumo de bombeo del **95%**.

Es habitual incrementar la altura manométrica de la bomba para compensar el subcaudal de alguna zona de la instalación.

Para compensar un subcaudal del 20% en algunas unidades terminales, se debería incrementar el caudal total en un 25% ($0,8 \times 1,25 = 1$). Como la caída de presión del sistema aumenta con el cuadrado del caudal, la altura manométrica de la bomba deberá ser incrementado en un 56% ($1,25 \times 1,25$) para proporcionar el aumento de caudal requerido.

Este aumento de la altura manométrica de la bomba se obtiene incrementando sus revoluciones, si es posible, cambiando su rodete, o toda la bomba por una más potente. Considerando que la eficiencia de la bomba y del motor no varían respecto al caso base y siendo los costes de bombeo proporcionales al producto de la altura por el caudal, esta situación crea un sobre consumo de bombeo de $1,25 \times 1,56 = 1,95$; es decir, un 95% más que el consumo requerido. Nota: Hay



Nota: Hay casos en los que en lugar de cambiar la bomba se utiliza la bomba de reserva en paralelo con la bomba utilizada normalmente. Esto también crea un sobre consumo.

Evidencia

Nº9

Un sistema de calefacción, o refrigeración bien equilibrado, proporciona un ahorro de energía de hasta el **35%**.



En una instalación no equilibrada, las unidades terminales (fan-coil, radiador, UTA,) cercanas a la bomba funcionan en sobrecaudal, provocando subcaudales en otras unidades terminales. Por ejemplo, en un sistema de calefacción, es frecuente que los locales próximos a la caldera y al grupo de bombeo, están a sobrecaudal, mientras que en los locales más alejados, es difícil llegar a la temperatura de confort. Las desviaciones de temperatura alcanzarán fácilmente entre el 2°C y 4°C. Esta situación también provoca un aumento del caudal, respecto al requerido, y por tanto un aumento del consumo de la bomba y además, afecta al régimen de temperaturas de suministro y a la transferencia de potencia calorífica o frigorífica. La respuesta típica es poner en servicio más unidades de enfriadoras o calderas de las necesarias, lo que afecta además a la eficiencia de las calderas de condensación y al COP de las enfriadoras.

!Los diferentes efectos pueden crear un sobre-consumo global de entre un 10% y hasta un 35%!

Ejemplo de sistema de calefacción

Desviación de la temperatura ambiente: 2°C
Sobre-consumo de bombeo: 40% (Evidencia nr. 7)
Baja eficiencia de condensación de la caldera:

Impacto energético: 12% a 22% (ver E.E.12)
Impacto energético: 0,2% a 0,6%
Impacto energético: 1% a 3% (ver E.E.4)
Impacto combinado: 13,1% a 24,8%

Ejemplo de sistema de refrigeración

Desviación de la temperatura ambiente: 1°C
Sobre-consumo de bombeo: 40% (Evidencia nr. 7)
Bajo promedio de eficiencia en enfriadora (COP):

Impacto energético: 12% a 18% (ver E.E.13)
Impacto energético: 2,8% a 6,8% (ver E.E.6)
Impacto energético: 5% a 15% (ver E.E.1)
Impacto combinado: 18,7% a 35%

Caso de referencia: Hotel Tianjin Saixiang (31%) CHINA. Sundsvall (15%) SWEDEN. Complejo de viviendas Empalot (12,3%) FRANCE. Sede del Gobierno Danés (10%).

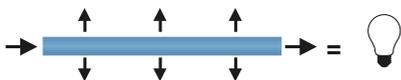
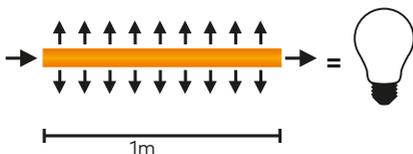
Evidencia

Nº10

Al aumentar la temperatura del agua en un **1°C**, aumentan las pérdidas de calor en tuberías en un **3%**.

Para compensar los problemas hidráulicos y la baja, o alta temperatura ambiente, se recurre a incrementar la temperatura de suministro de agua del sistema HVAC (en calefacción) o disminuirlo (en refrigeración). Esto provocará sobrecalentamiento, o sobreenfriamiento, en las habitaciones mas favorecidas del edificio. También afecta a las pérdidas o ganancias de calor de las tuberías, reduciendo la eficiencia global del sistema de climatización. En calefacción, considerando que la temperatura media es de 50°C y la temperatura externa de las tuberías de 20°C, las pérdidas de calor aumentan un 3%, por cada grado centigrado de incremento respecto a la temperatura de diseño. Para compensar una temperatura ambiente inferior en 1°C a la de diseño, la temperatura del agua debería incrementarse aproximadamente en 4°C (dependiendo de las condiciones de diseño), por lo que ¡la pérdidas de calor en tuberías aumentará en un **12%**!

$$P_m = \frac{\Delta T}{40} \times \left(3 + 5 \times \frac{de}{3,5 + 0,0036 \times \frac{l}{\lambda}} \right)$$



Fórmula simplificada de pérdidas de calor en tuberías

Donde:

P_m: Pérdida de calor lineales (W/m)

ΔT: Diferencia de temperatura entre el agua y la temperatura ambiente

de: Diámetro exterior de la tubería (mm)

l: Espesor del aislamiento (mm)

λ: Conductividad del aislamiento (W/m K)

Evidencia

Nº11

Debido a la corrosión y a los depósitos en las tuberías, los costes de bombeo aumentan hasta en un **35%** (*) durante los primeros años de funcionamiento de la instalación de calefacción y refrigeración.

La pérdida de carga en las tuberías, también llamada caída de presión lineal depende de:

- El diámetro interno de la tubería.
- La rugosidad de la tubería.
- La densidad y viscosidad del fluido (agua).
- El caudal

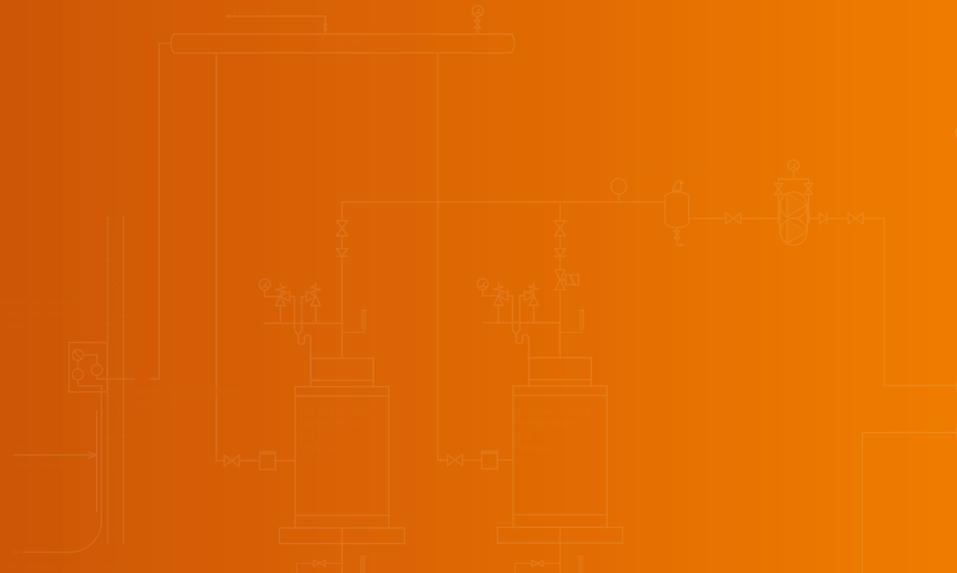
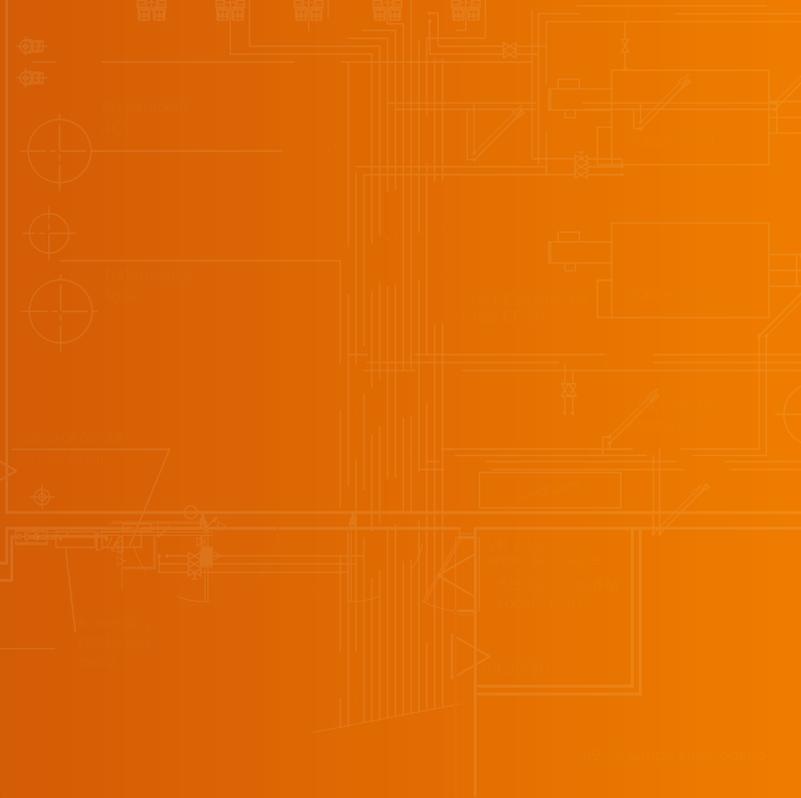
La presencia de oxígeno debida al deficiente mantenimiento de la presión crea corrosión. Los depósitos producidos por la mala calidad del agua y a la baja velocidad del fluido, en algunas partes de la instalación, incrementan progresivamente la rugosidad de la tubería. En los primeros años del + 15% al +70% y en los siguientes hasta el +150% al +240% (**). Para compensar este incremento de la pérdida de carga, la altura de la bomba necesita incrementarse en la misma proporción, y por tanto el consumo de la bomba aumenta.

Vista interior de tubería DN100 con corrosión



Por ejemplo: (*) : Considerando que la pérdida de carga de la tubería representa el 50% de pérdida total de la presión del sistema, un incremento del 70 % de la pérdida de carga en tubería repercute directamente en un 35% en el consumo de la bomba, para conseguir el mismo caudal.

(**) Fuente: Estudio publicado por la Universidad estatal de Utah, Prof. Rahmeyer



The background of the entire page is a light orange color with a faint, white technical drawing. The drawing consists of various mechanical and electrical symbols, including pipes, valves, and electrical components, arranged in a grid-like pattern. The symbols are stylized and serve as a decorative background for the text.

Emisión

Optimización de los emisores

Evidencia

Nº12

En sistemas de calefacción, aumentar la temperatura ambiente 1°C por encima de la de diseño, incrementa los costes anuales totales de energía entre el **6%** y el **11%**.

El derroche de energía de una instalación de calefacción, está directamente vinculado a la diferencia de temperatura entre la temperatura de la habitación y la temperatura exterior.

Este exceso de consumo se puede expresar con la siguiente fórmula:

$$S\% = \frac{100}{S_c \times (t_{ic} - t_{ec} - ai)}$$

S%: Sobreconsumo de energía expresada en % para incremento de un 1°C la temperatura de la habitación

S_c: Relación entre la potencia calorífica media estacional y la potencia máxima necesaria

t_{ic}: Temperatura de consigna de la habitación

t_{ec}: Temperatura exterior de diseño

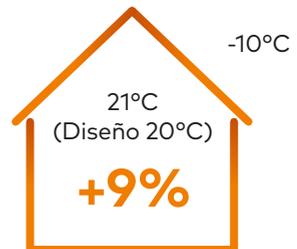
ai: Ganancia de calor interno expresado en grados de influencia sobre la temperatura ambiente

Ejemplo:

Para t_{ic} = +20°C,

t_{ec} = -10°C, ai = 2°C și S_c = 0.4

El sobreconsumo de energía es = 9%



Un control de la temperatura estable y preciso, que proporcione confort a los usuarios, es una de las acciones más efectivas para reducir el consumo energético de los edificios.

Evidencia

Nº13

En sistemas de refrigeración, disminuir la temperatura ambiente 1°C por debajo de la de diseño, incrementa los costes anuales totales de energía entre el **12%** y **18%**.

En una instalación de refrigeración, si la temperatura ambiente es, por ejemplo de 23°C, en lugar de 24°C (1°C más baja de la T^a de diseño) resulta un exceso de consumo, que está directamente vinculado con la carga térmica en el edificio (ganancia de calor interno y externo).

Se puede estimar este sobreconsumo con la siguiente fórmula:

$$S\% = \frac{180}{S_c \times (t_{ec} - t_{ic} + ai)}$$

S%: Sobreconsumo de energía expresada en % para un decrecimiento de un 1°C en la temperatura de la habitación

S_c: Relación entre la potencia frigorífica media estacional y la potencia máxima necesaria

t_{ic}: Temperatura ambiente de diseño

t_{ec}: Temperatura exterior de diseño

ai: Ganancia de calor interno expresada en grados de influencia sobre la temperatura ambiente

Ejemplo:

Para t_{ic} = +23°C, t_{ec} = 35°C, ai = 4°C și S_c = 0.4

El sobreconsumo de energía es S = 16%

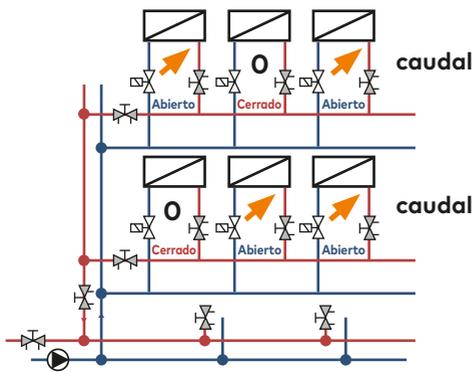
Un control de la temperatura estable y preciso, que proporcione confort a los usuarios, es una de las acciones más efectivas para reducir el consumo energético de los edificios.

Evidencia

Nº14

Un sistema de control todo/nada, conlleva un sobreconsumo de hasta un **7%**.

En un sistema de caudal variable con válvulas de control de 2 vías todo/nada, cuando se cierran algunas válvulas, disminuye el caudal, y por tanto, la pérdida de carga en las tuberías disminuye, con el consiguiente aumento de la presión diferencial. Esto crea un sobre-caudal que modifica el consumo de la bomba y la temperatura de retorno de las enfriadoras y las calderas de condensación. Al 50% de la carga de un sistema todo/nada se podría provocar un sobre-caudal de hasta el 50%(*), mayor que el caudal de diseño. Esto crea un sobreconsumo de la bomba durante la temporada de refrigeración, que supone hasta el 3% (*) del coste total de la energía de la planta enfriadora. La temperatura de retorno se ve afectada también de un 1.5°C a 2°C al 50% de la carga, creando una disminución del EER, de hasta un 4% (Evidencia nº 2). Debido a estos dos aspectos, un sistema de control todo/nada crea un aumento de energía de hasta el 7%. Por lo que hay un exceso de consumo debido a las desviación de la temperatura ambiente. Con el equilibrado de la instalación se obtiene un caudal adecuado para todas las unidades terminales y se evita la interactividad hidráulica.



(*) Modelización matemática (Hydronic College, Jean Christophe Carette)

Caso de referencia: Renovación de Universidad (Hong Kong, China) 21% de mejora del rendimiento.

Evidencia

Nº15

Combinar una programación centralizada dotada de reajuste de consignas, con elementos de control locales, permite un ahorro energético de hasta un **20%**.

Se puede ahorrar energía mediante la reducción (calefacción), o aumento (enfriamiento), de la temperatura ambiente durante el período de desocupación o durante la noche. Cuanto más largo es el período de reajuste, mayor es el ahorro de energía. La cuantificación en % del ahorro de energía que se obtiene gracias al reajuste de la consigna de temperatura, se puede estimar mediante la fórmula:

$$E_{\text{ahorro}} \% = 100 - \frac{t_{\text{desocupación}} \times (100 - (T_{\text{ocupación}} - T_{\text{desocupación}}) \times E_{\text{ahorro}} (1^{\circ}\text{C})) + t_{\text{set}} \times 100}{24}$$

$t_{\text{desocupado}}$ (horas): Periodo desocupado

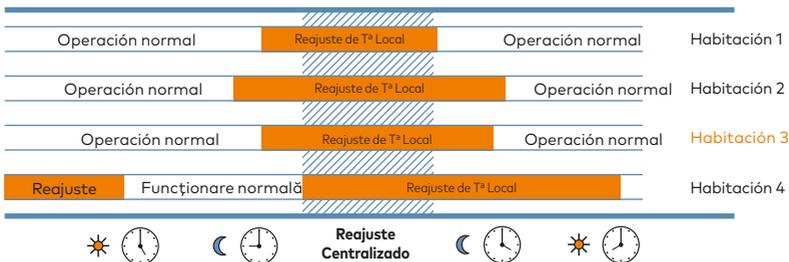
t_{ocupado} (horas): Periodo de ocupación

$T_{\text{desocupado}}$ (°C): temperatura consigna reajuste

T_{ocupado} (°C): temperatura de consigna normal

$T_{\text{ahorro}} (1,8^{\circ}\text{C})$ (%): Ahorro de energía al disminuir un 1°C la temperatura de consigna (calefacción)

Considerando una habitación a temperatura ambiente de 20°C desde 8 a.m. a 6 p.m. (10 horas) y un reajuste de temperatura de 3°C (17°C) durante el resto del día (14 horas) y considerando que con cada grado se ahorra un 10% (evidencia n°14) se obtiene un ahorro de energía estimado en un **17.5% (*)**



(*) Nota: Este porcentaje no tiene en cuenta el impacto sobre la eficiencia en la producción (caldera, bomba de calor, ...) que trabajan a plena carga después del periodo de reajuste para alcanzar la temperatura programada.\.

Publicación: "El ahorro de energía potencial del E-Pro"(Heimeier) estudio hecho por Prof. Dr. Mathias Fraass, WOF- Planungsgemeinschaft Berlin, 2006

Evidencia

Nº16

Cada hora que es necesario adelantar el arranque, cuesta un **1.25%** más, respecto del consumo total de energía de calefacción.

Evidencia

Nº17

En comparación con las válvulas manuales, las válvulas termostáticas de radiador proporcionan un ahorro energético de hasta un **28%**.



Teniendo en cuenta, el comportamiento térmico de las viviendas unifamiliares, en condiciones invernales, el tipo de caldera y el comportamiento de los usuarios, la Universidad de Dresden ha realizado un estudio que demuestra el impacto del uso de las válvulas termostáticas de radiador, en comparación con válvulas manuales.

Consideraciones:

- Temperatura de diseño para el sistema de calefacción: 90°C/70°C
- Aislamiento térmico siguiendo estándar alemán 1982
- Caldera de condensación

El ahorro de energía se estima en un 28%, cuando se compara el uso de válvulas termostáticas de radiador, con las manuales totalmente abiertas. Con temperatura de diseño 70°C/55°C el ahorro es de 19%.

Ahorro de Energía	Caldera				Normativa de aislamiento
	Baja Temperatura	Condensación	Baja Temperatura	Condensación	
%	8,08	9,54	13,08	15,53	1977
	15,98	19,01	21,26	28,38	1982
	70°C/ 55°C		90°C/ 70°C		
	Nivel de temperaturas				

Basado en un software de simulación dinámica

Estudio: Universidad técnica de Dresden, Instituto de Ingeniería Eléctrica, Chair of Building Energy System and Heat Supply (Cátedra de Sistemas Energéticos en los Edificios).

Evidencia

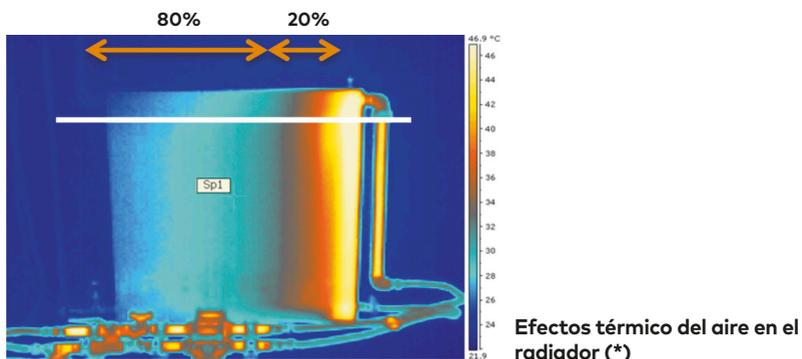
Nº18

El aire en los radiadores
puede reducir drásticamente
su rendimiento hasta en un
80%.

La presencia de aire en el agua se debe minimizar, no solo por la corrosión, por el riesgo de cavitación y de ruido, sino además, por la reducción de la emisión de las unidades terminales.

La imagen térmica (véase el ejemplo) muestra cómo la creación de bolsas de aire impide la circulación del agua en el radiador, afectando drásticamente a la emisión de calor de la unidad terminal.

Para reaccionar ante esta situación de desconfort, creada por una deficiente emisión de calor del radiador, los usuarios aumentan la temperatura de salida de la caldera y la velocidad de la bomba. Este impacto aumenta significativamente en el consumo de energía del sistema de calefacción (Evidencia Energética N°4, N°8 y N°12).



(*) Imagen térmica del grupo de investigación 'Energy & Sustainable Development' Karel de Grote University College, departamento de ingeniería aplicada, Antwerp, Bélgica.

Evidencia

Nº19

Reemplazar cabezas termostáticas antiguas (de 25 años o más) por unas actuales, permite ahorrar hasta un **7%**.

En la universidad de Dresden (Alemania), se ha realizado una investigación para estudiar el ahorro energético debido a la sustitución de válvulas termostáticas de unos radiadores de 1988, por nuevas válvulas termostáticas de radiador. Como resultado de estas investigaciones, se puede afirmar que la reducción en la temperatura ambiente se puede lograr mediante la sustitución de válvulas termostáticas existentes por otras nuevas (no hay lugar a temperaturas inferiores, y menos a sobrecalentamientos, llegando mejor a los valores de diseño). Este control de temperatura ambiente es mejor y proporciona un ahorro de energía que depende de las condiciones de temperatura de diseño, como se indica en la tabla siguiente: (*) TUD,

Temperatura de diseño	Ahorro de energía
90°C/70°C/20°C	7%
70°C/55°C/20°C	5%

(*) TUD, Institut für Energietechnik, Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung (Cátedra de Sistemas Energéticos en los Edificios)

Evidencia

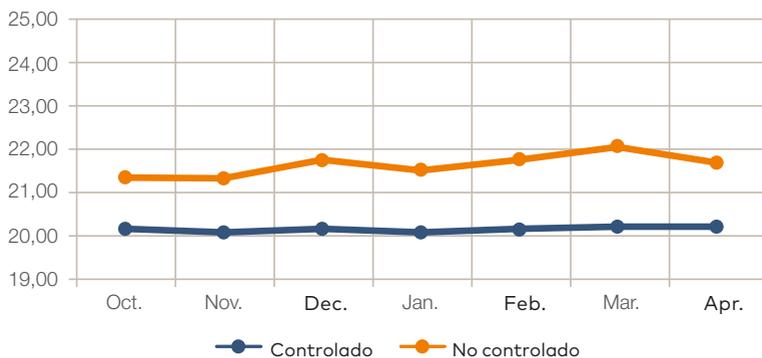
Nº20

La instalación de controles individuales de temperatura ambiente, en sistemas de suelo radiante, puede proporcionar un ahorro energético de hasta un **20%**.

Las líneas de las curvas representadas muestran los valores nominales de la temperatura ambiente. Cuando existe un control individual de la temperatura ambiente, las principales zonas están muy próximas al punto de consigna, de 20°C.

Los valores para los casos en los que el sistema no está equipado con un dispositivo de control local independiente, muestran una temperatura ambiente operacional aproximadamente 1,5 - 2K mayor. (extracto del estudio mencionado anteriormente).

¡La desviación de la temperatura ambiente afecta al consumo de energía hasta un 20% (evidencia nº12)!



Estudio: Energía y ahorro de costes por renovación de sistemas individuales de control de la temperatura ambiente para calefacción por suelo radiante, realizado por Joachim Plate (Director general de la asociación para el calentamiento y enfriamiento del suelo en Alemania).

Se consiguen ahorros en casi todos los sistemas HVAC

IMI Hydronic Engineering utiliza su experiencia en la distribución hidráulica, para reducir el consumo de energía en los sistemas en todo el mundo.



61%



El edificio Hammarplast AB, en Suecia Sistema de refrigeración industrial Reducción del consumo en un 61%

Logrando una mejor regulación de caudal en un sistema de refrigeración, IMI Hydronic reduce la energía de bombeo usada hasta en un 60%, incrementando la productividad.



21%



Cidade Administrativa, Brasil Climatización de oficinas Ahorro de energía 21%

Con la ayuda y experiencia de IMI Hydronic en sistemas de equilibrado y cumpliendo los objetivos de eficiencia, esta sede del gobierno redujo el consumo de bombeo en un significativo 21%.



27%



MOL (Corporación Húngara de Petróleo y Gas), Climatización de oficinas Reducción de un 27% en la factura energética

Trabajando desde el principio con la ingeniería en el sistema HVAC, y gracias al asesoramiento técnico de IMI Hydronics, se consiguieron resultados de ahorro de energía de un 27%, tras la reforma de la instalación.



Ver más casos en www.imi-hydronic.com/en/cases

