



Control y regulación de la temperatura ambiente en instalaciones de calefacción

Enrique Galán



Fundación de la Energía
de la Comunidad de Madrid

Agenda

1. Nueva directiva EPBD
2. Tipos de válvulas termostáticas
3. Equilibrado Edificios Residenciales
4. Condensación y Eficiencia Energética
5. Conclusiones



La EPBD (Energy Performance of Buildings Directive, Directiva de Eficiencia Energética de Edificios) **ayudará a lograr una mayor eficiencia de los edificios residenciales.** Entre otras medidas, con el uso de válvulas termostáticas de radiador **TRVs**



Ámbito de aplicación: Viviendas unifamiliares y multifamiliares

EPBD para TRVs:

Es necesario instalar **dispositivos de regulación de temperatura para cada habitación individual**

- **EDIFICIOS EXISTENTES** → Cuando se reemplacen los generadores de calor
- **NUEVOS EDIFICIOS** → Cuando se realicen nuevas instalaciones de calefacción



EPBD artículos principales

Documento legal de la UE

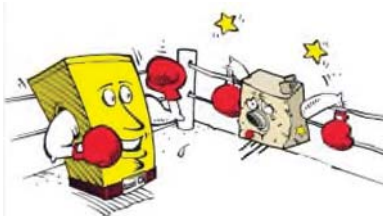
Instalación obligatoria de dispositivos de **regulación** de la temperatura ambiente en caso de reemplazo del generador de calor; nueva EPBD, art. 8 (1), párrafo 3º

Inspección y evaluación del rendimiento de la eficiencia en **condiciones normales de funcionamiento** (MFH > 70 kW); nueva EPBD, Art 14(1) and 15(1); apartados (35) y (36)

Optimización del rendimiento de los sistemas de calefacción, ACS, climatización y ventilación mecánica; EPBD Art. 8(1) and 8(9)

Monitorización continua del funcionamiento y el rendimiento de los generadores mediante el uso de sistemas electrónicos de supervisión remota (MFH > 70KW); nueva EPBD Art. 14(5), 14(6) y 15(5), 15(6).

Estrategia de renovación a largo plazo hacia el objetivo nZEB 2050; nuevo artículo 2 bis de la EPBD



Classified as Business

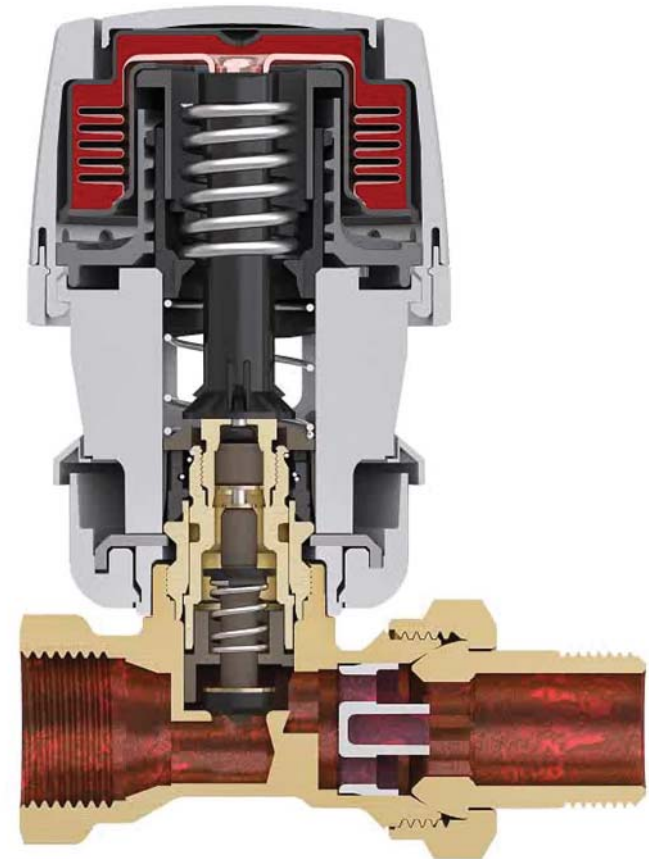




Cómo funciona una válvula
con **Cabezal Termostático**

Principio de una TRV

- Una **sustancia**, líquido o gas, está encerrada en un fuelle, y cuando ésta cambia su temperatura, también **cambia su volumen**.
- El fuelle se expande o se contrae y este movimiento se transfiere al cono del cabezal, que empuja el inserto de la **válvula**, haciendo que **cierre o abra**.
- Esto significa que **el caudal hacía el radiador aumente o disminuya**.
- Si el sensor detecta una temperatura mucho más baja que la establecida, la válvula se abre para calentar la habitación.
- Si la temperatura en la habitación es la deseada, el sensor cierra la válvula.

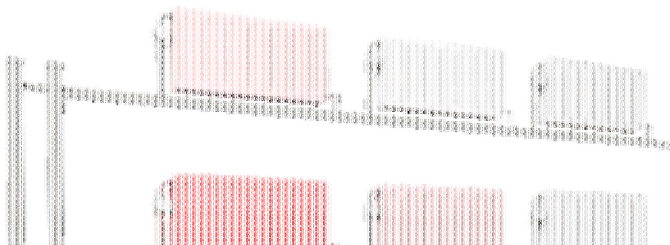


Tipos de válvula

Simple Reglaje: RA-FN



- La válvula termostática **abre o cierra** para mantener la temperatura ambiente deseada.



Simple Reglaje:

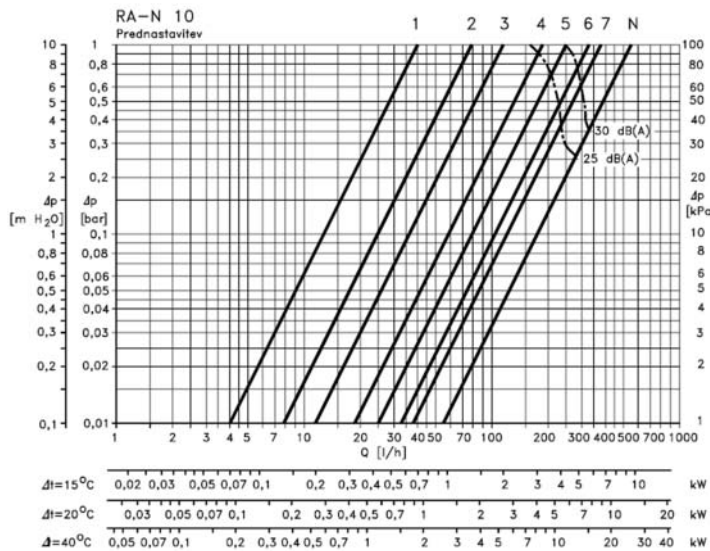
- Sin **equilibrado**, el agua se va por “el camino más fácil”: Se calientan más los radiadores más cercanos a la bomba.

Tipos de válvula

Doble Reglaje: RA-N



- La válvula termostática **abre o cierra** para mantener la temperatura ambiente deseada.
- Incorpora un **equilibrado estático** del caudal.

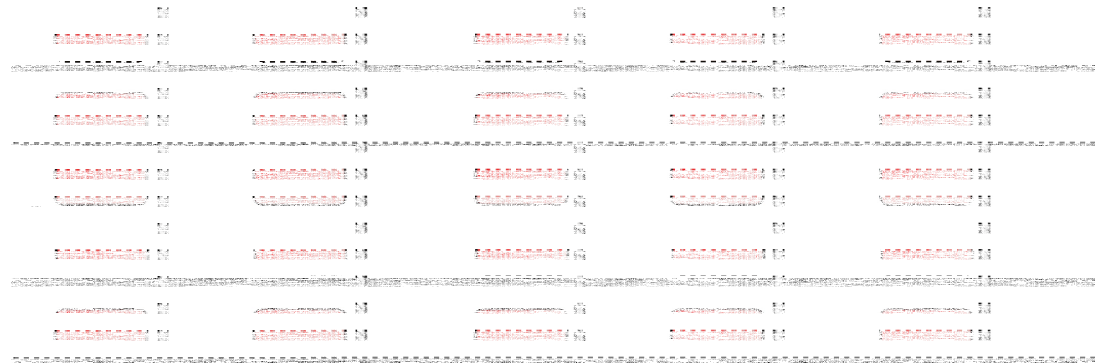


Doble Reglaje

- Preajustamos la apertura de la válvula, generando pérdida de carga, consiguiendo equilibrar el sistema de calefacción
- El equilibrado hidráulico aumenta el confort y el ahorro de energía

$$Q \text{ (l/h)} = \frac{P(\text{kw}) \times 860}{\Delta t}$$

Doble Reglaje:



Con **equilibrado**, todos los radiadores recibirán el mismo caudal, consiguiendo un mayor confort y ahorro energético.

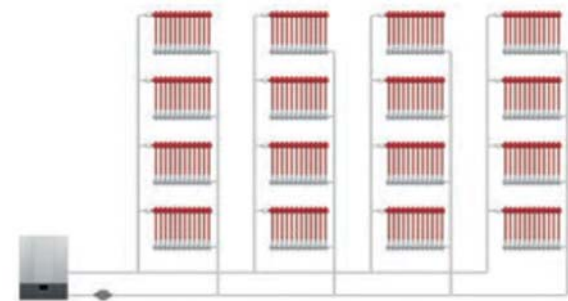
Tipos de válvula

Dinámica: RA-DV



- El caudal permanece constante independientemente de la variación de la presión diferencial en el circuito.

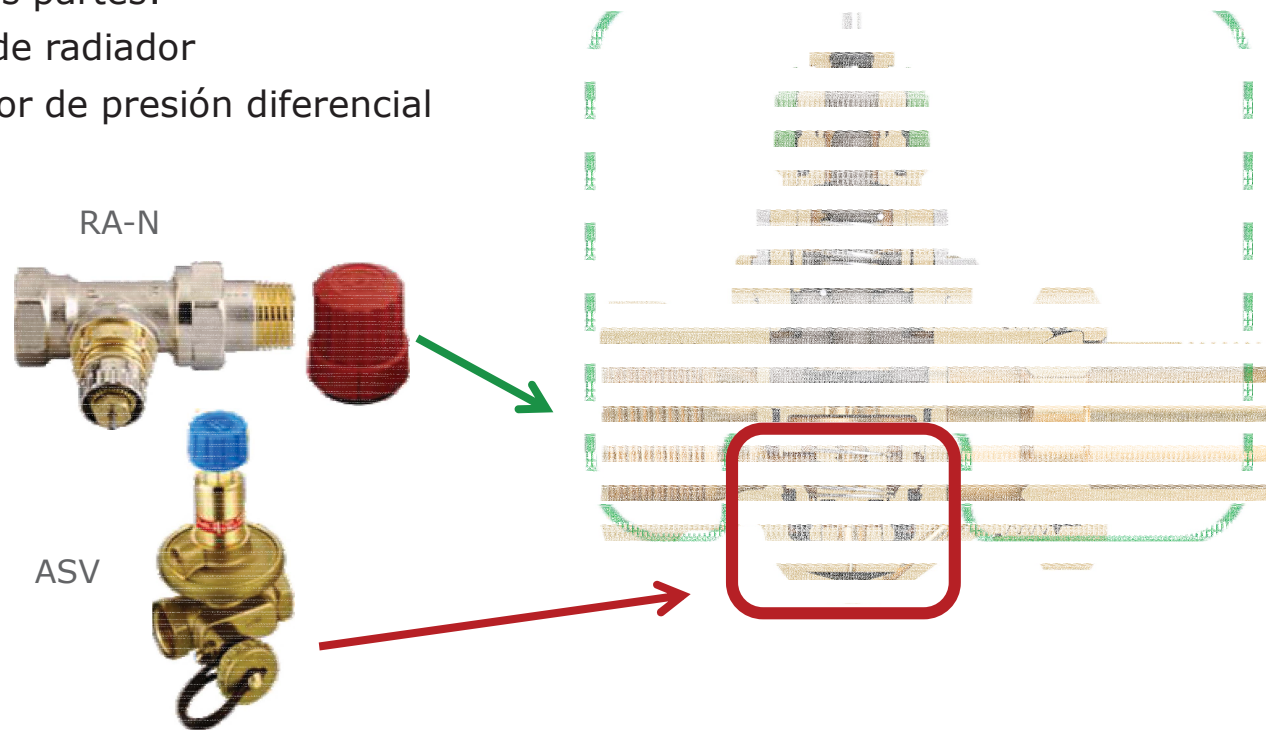
$$Q_{válvula} = K_v \times \sqrt{\Delta P}$$



¿Qué es una válvula dinámica RA-DV?

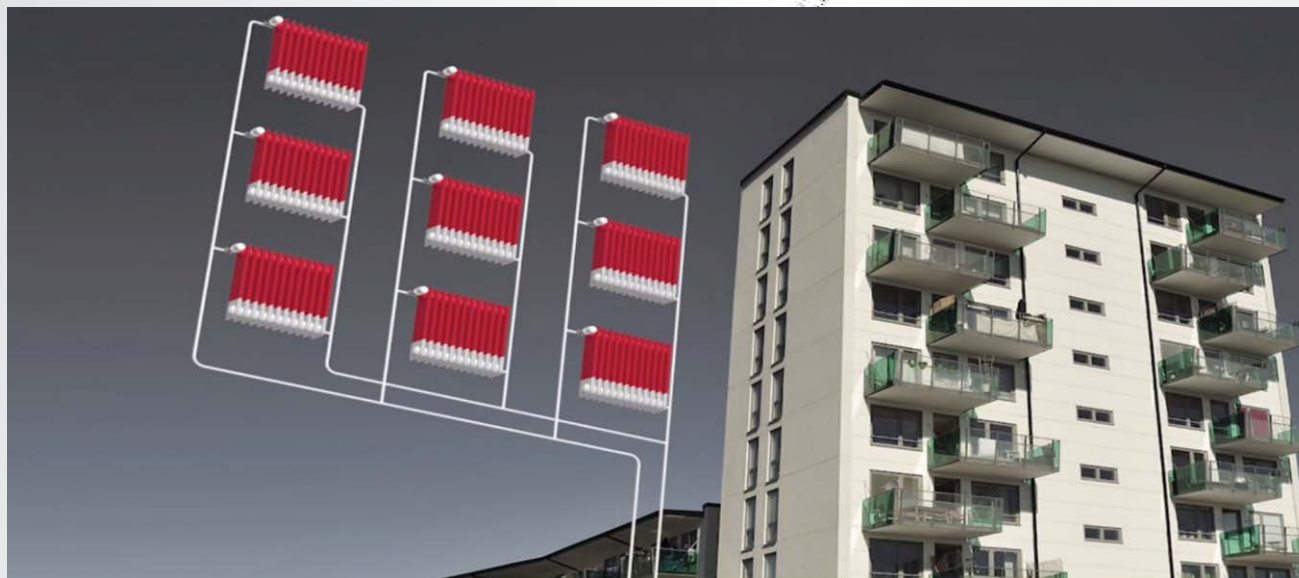
Consiste en dos partes:

- Una válvula de radiador
- Un controlador de presión diferencial



Edificios Residenciales– sistemas bitubo

Equilibrado por montantes



Equilibrado hidráulico

Sistemas de calefacción bi-tubo desequilibrados

La mayoría

De **Edificios Residenciales** en Europa

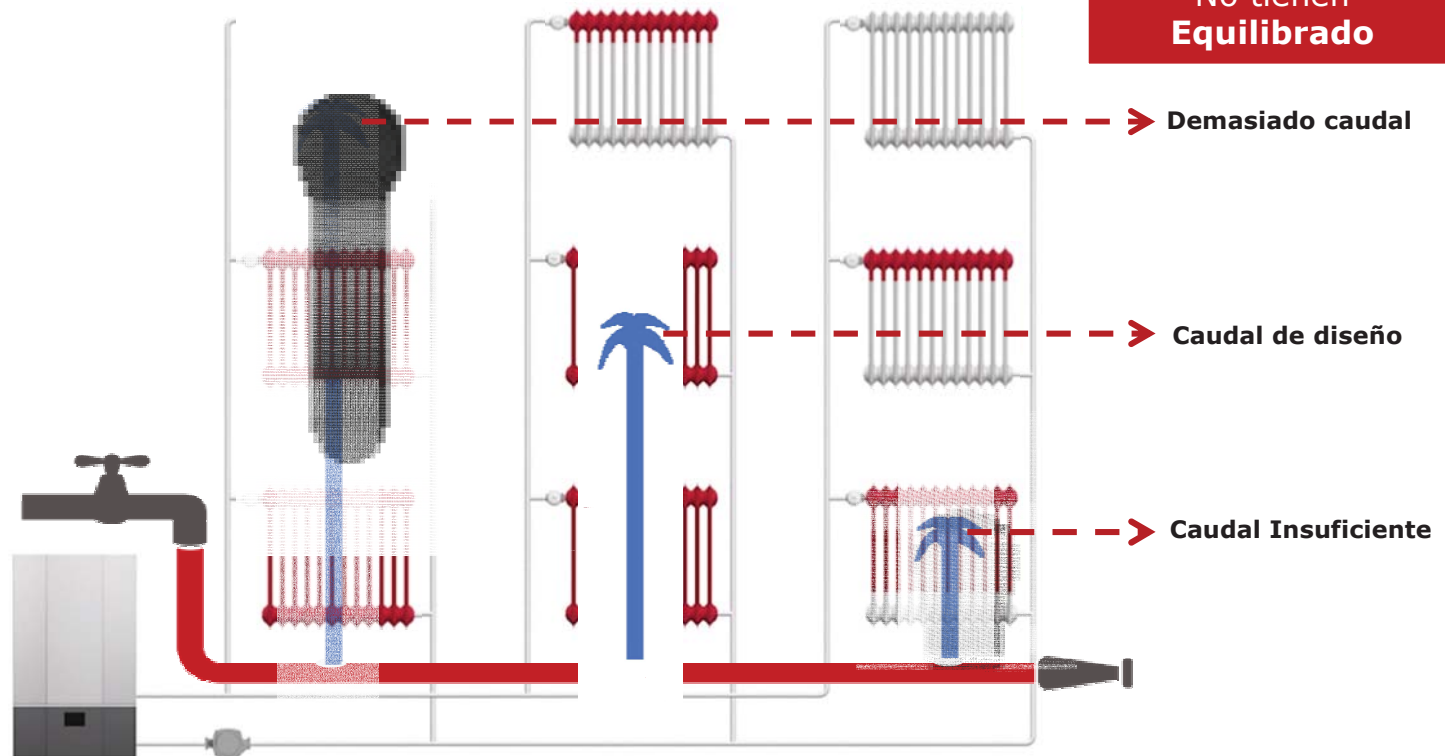
No tienen **Equilibrado**

Causando:

Ruido

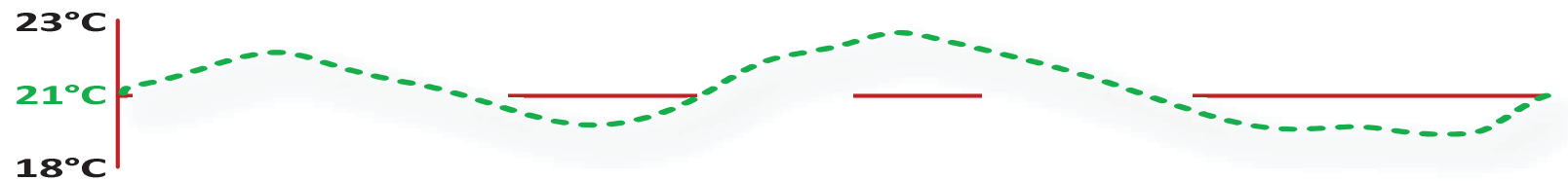
Disconfort

Alto consumo

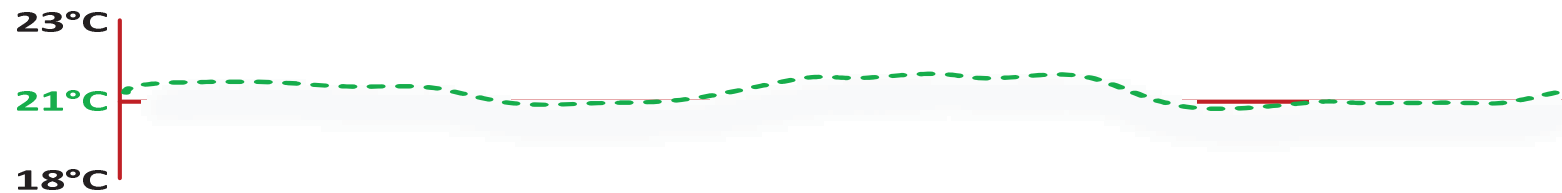


Optimización del Confort

Las instalaciones de calefacción desequilibradas disminuyen el nivel de confort.

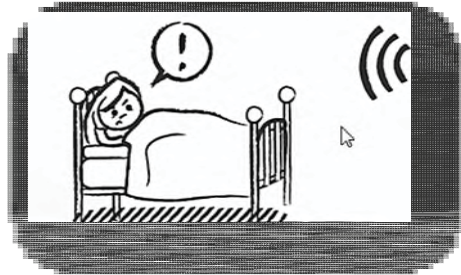


Las instalaciones equilibradas aumentan el nivel de confort.

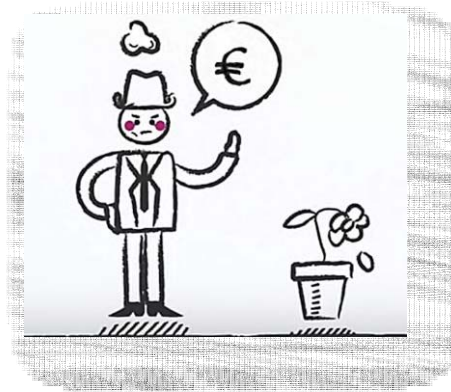


Sobrecaudales Riesgos

Ruidos



Sobrecalentamiento
&
Altas facturas de energía



Caudal insuficiente Riesgos

Falta de calor/ Pérdida confort
Quejas





Resolviendo problemas:

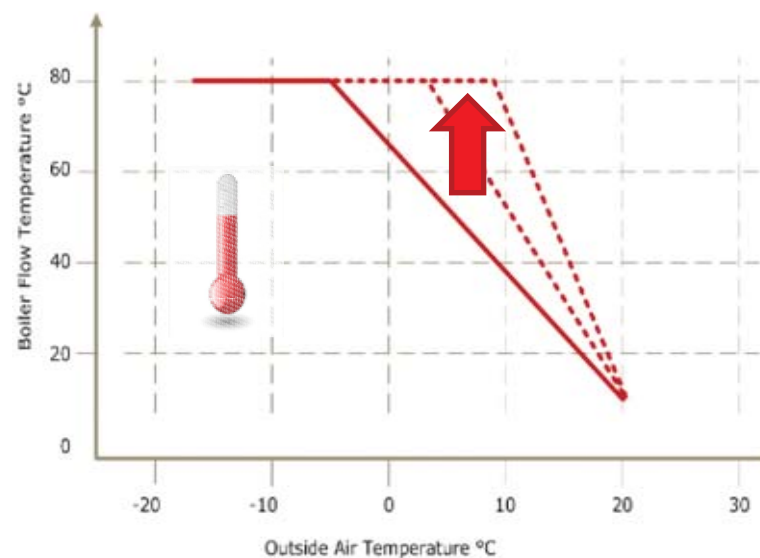
Solución típica:

Bomba de circulación más grande



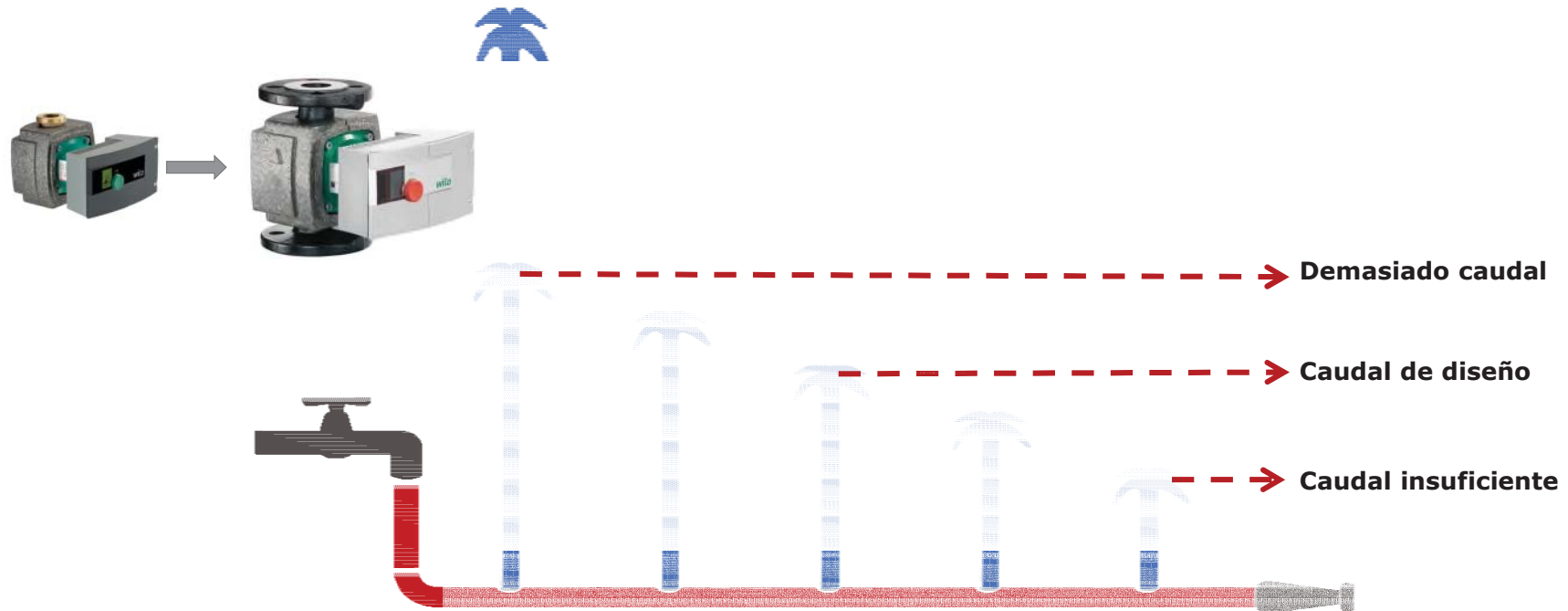
O

Temperaturas más altas



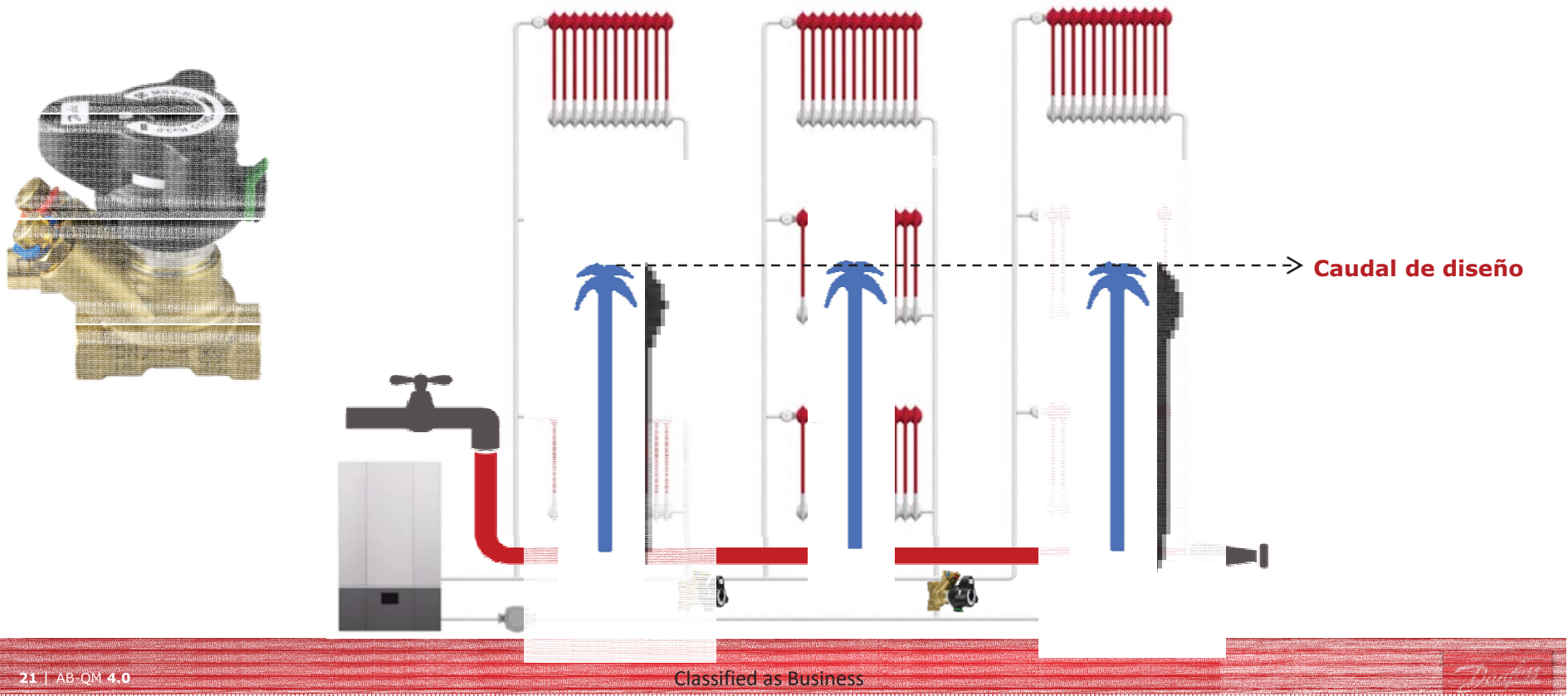
¡Ambas "soluciones" no son una solución eficiente!

Resolviendo problemas: Solución típica:



Incrementar el tamaño de la bomba **no es una solución!**

Tratando de optimizar: Equilibrado manual



Tratando de optimizar: Equilibrado manual

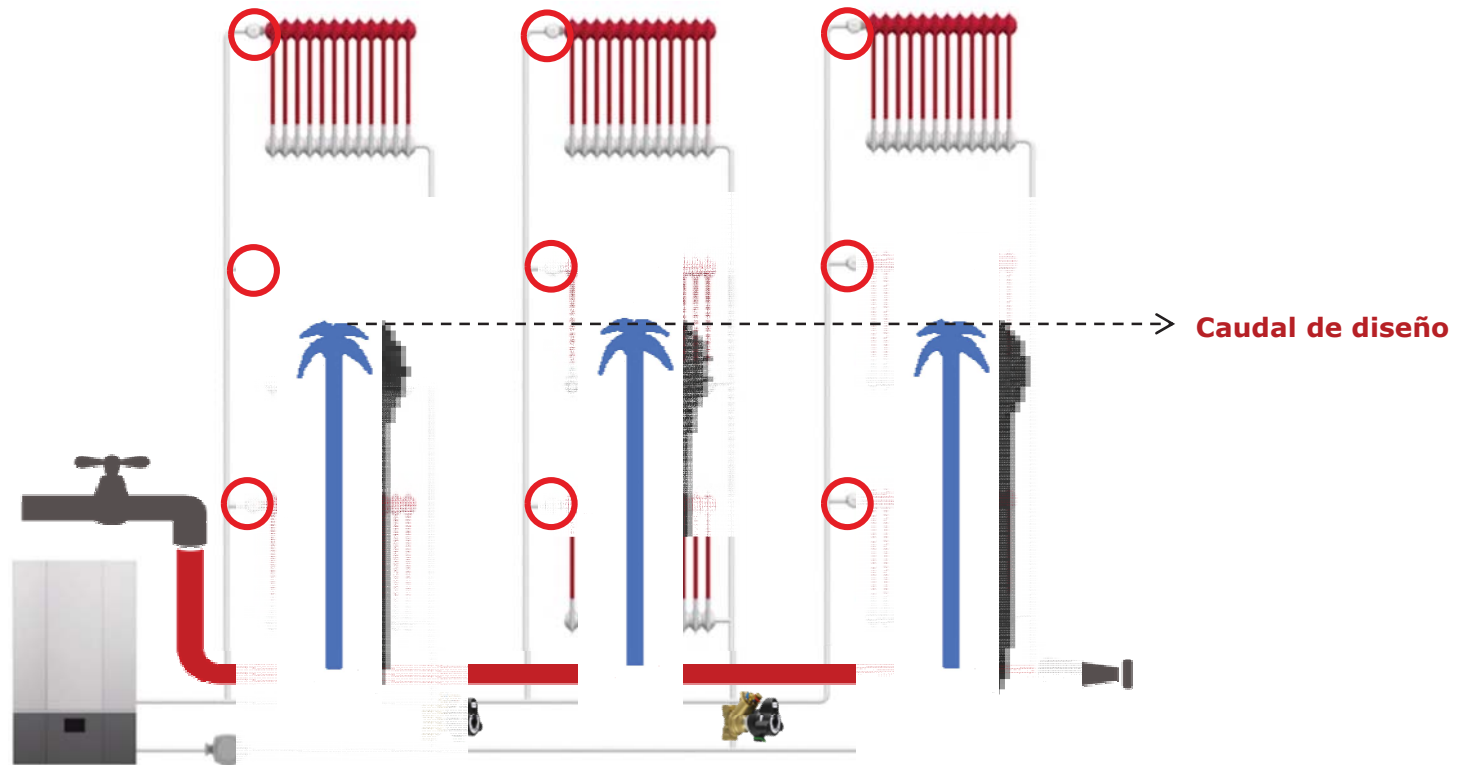
Sistemas a caudal variable

Instalación de TRVs
(válvulas
termostáticas)



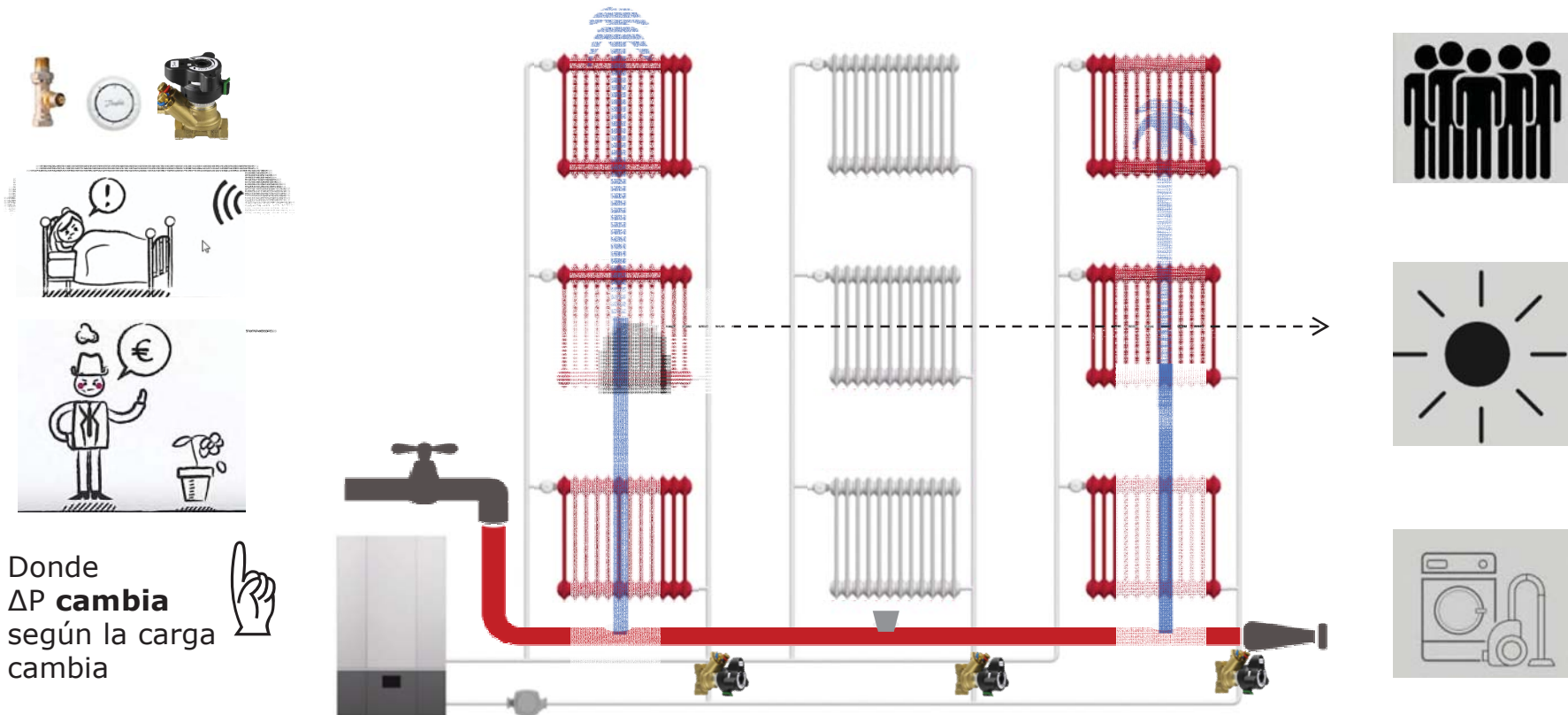
Cambian el sistema
a caudal variable

Donde
 ΔP **cambia**
según la carga
cambia



Tratando de optimizar: Equilibrado manual

Sistema a caudal variable – Variación de carga



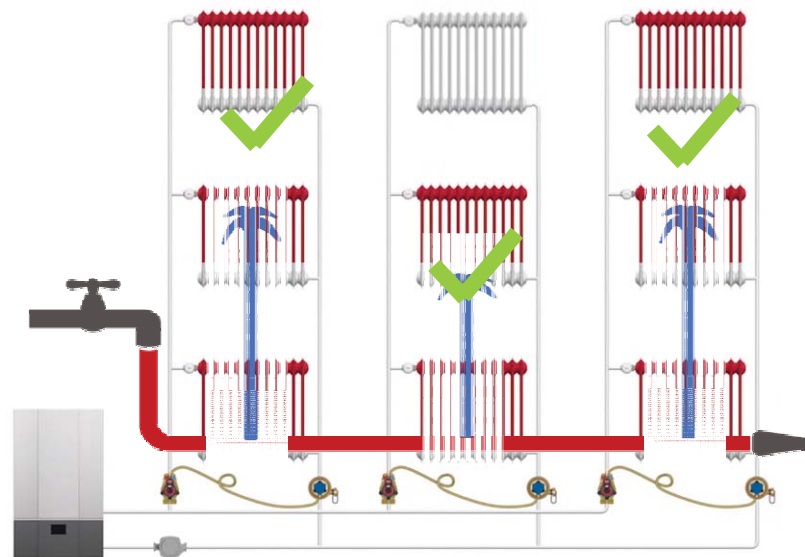
Solución Danfoss con equilibrado **dinámico**

Controlador de presión diferencial
- para equilibrado por montantes



Conseguimos un control real: Equilibrado dinámico

Se necesita un equilibrio dinámico para lograr un caudal correcto en todas las condiciones



Equilibrado hidráulico

Válvulas de estabilización de presión



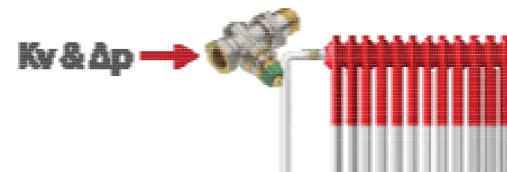
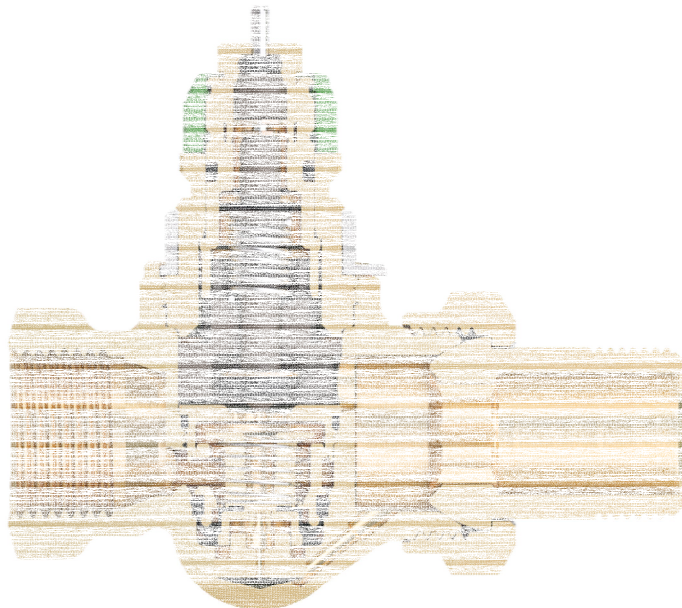
Solución Danfoss con equilibrado **dinámico**

Válvula dinámica RA-DV
- para equilibrado por radiador



Conseguimos un control real: Equilibrado dinámico

Válvula dinámica en cada radiador



RA-DV

Limita el caudal en
cada radiador



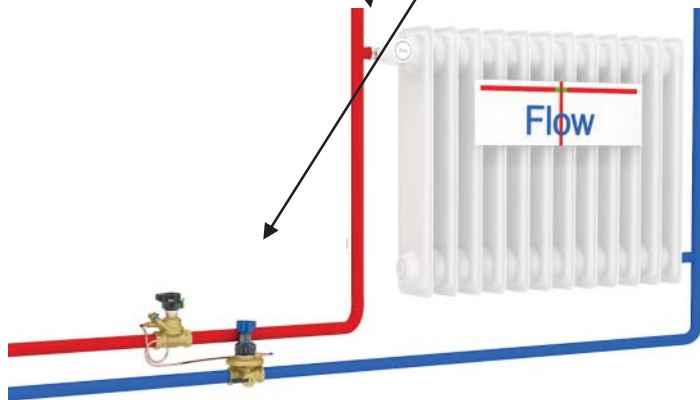
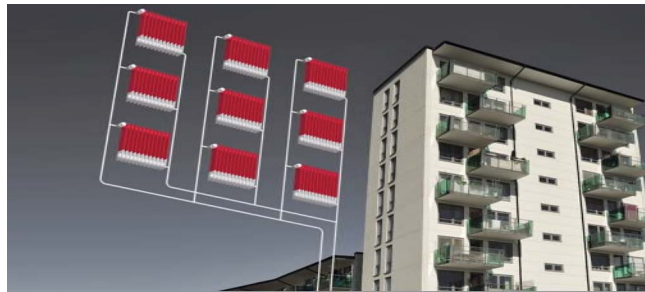
Equilibrado hidráulico

Sistemas bitubo por anillo

La mejor opción tanto para **radiadores y colectores de suelo radiante**

$$Q_v = K_v \sqrt{\Delta p}$$

Q_v Caudal de diseño [m³/h]
 K_v Capacidad de la válvula
 Δp Presión disponible sobre la válvula [bar]

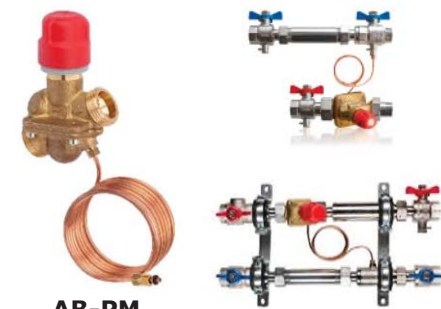


ASV-PV

ASV-BD



RA-N



AB-PM

A hand is holding a small, green, moss-covered house-shaped object. In the background, a real house with a red roof and a chimney is visible, along with green trees and grass. A semi-transparent red banner is overlaid on the top half of the image, containing white text.

Influencia de las **TRVs** en el funcionamiento de una caldera de condensación

Fundamentos de la condensación

Si reemplazamos solo la caldera, ¿funcionará?

NUEVA CALDERA



CONTROLES EXISTENTES



SI.

Pero, ¿Funcionará eficientemente?

NUEVA CALDERA

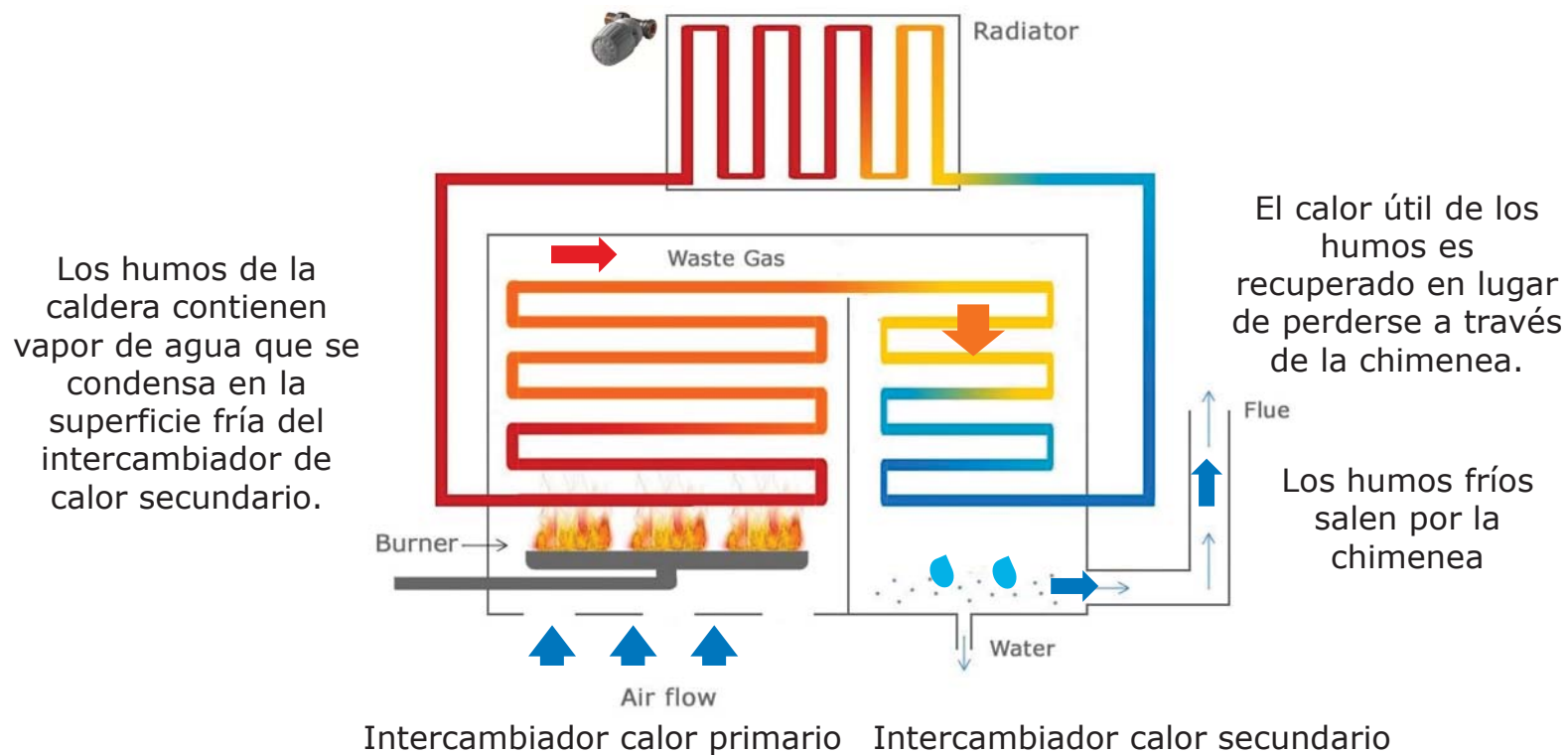


CONTROLES EXISTENTES

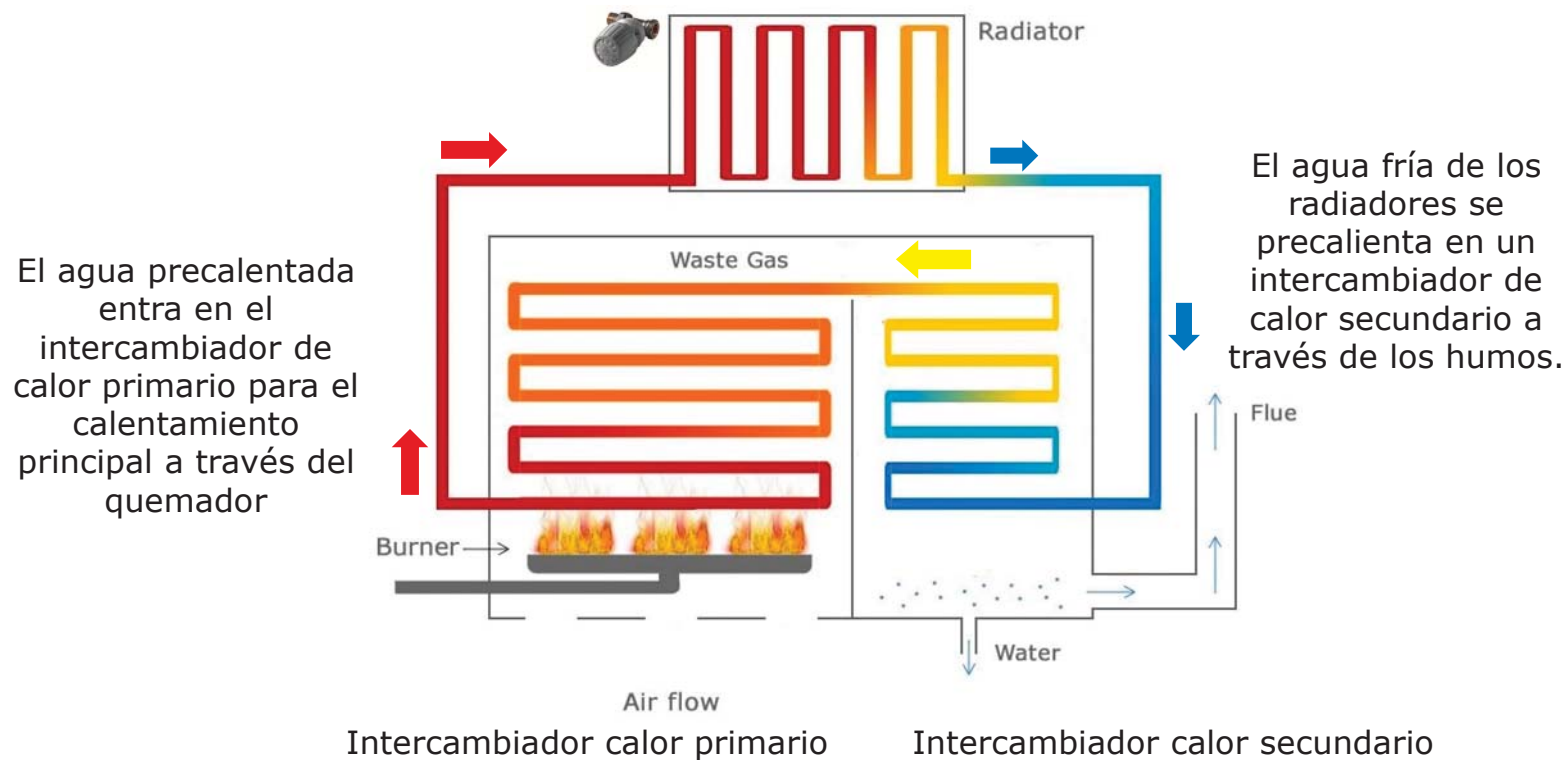


No.

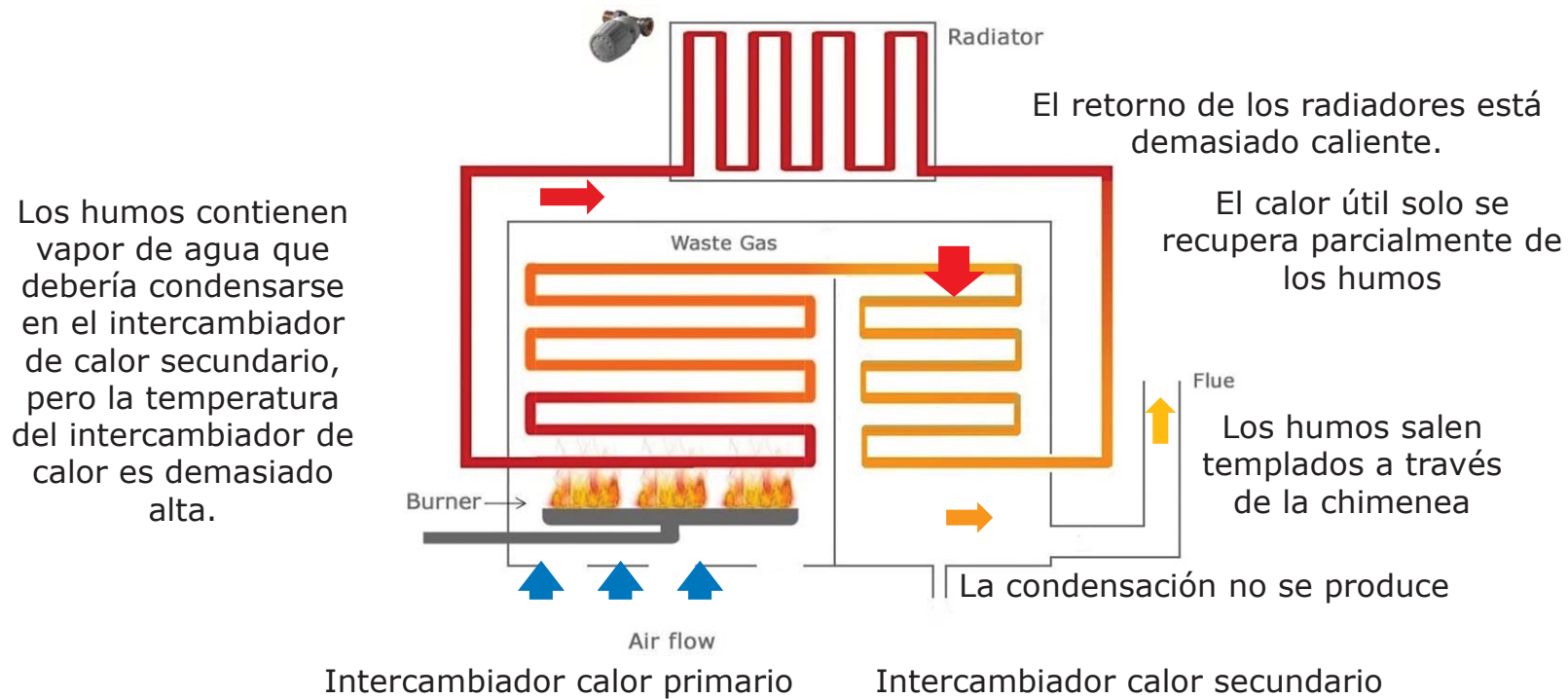
Condensación de vapor dentro de la caldera.



Precalentamiento del agua dentro de la caldera

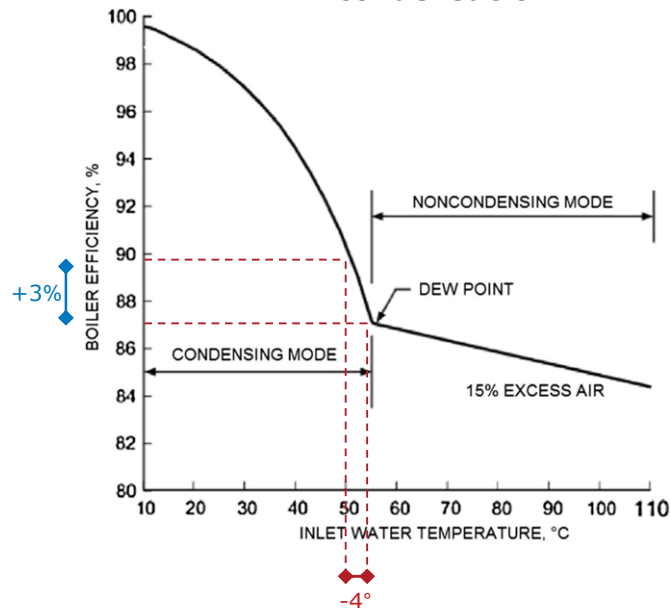


¿Qué sucede cuando no se produce condensación?



La temperatura de retorno a la caldera es la clave

Características de eficiencia de las calderas de condensación



Fuente: ASHRAE Handbook 2016 HVAC Systems and Equipment (SI)

- En las calderas de condensación, la eficiencia aumenta a medida que **disminuye la temperatura del agua de retorno**.
- Al instalar una caldera de condensación en un sistema existente, la caldera generalmente se instala en un sistema que no ha sido diseñado para funcionar con una temperatura de retorno baja

Ejemplo: La disminución de la temperatura de retorno en 4 °C (de 55 → 51 °C) aumenta la eficiencia de la caldera en un +3% (de un 87% → 90%)

¿Cómo conseguimos los 4°C adicionales de ΔT ?

Tests	Temperature difference between feed and return of each radiator while balancing °C (target 15°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) across all radiators)						
	Bathroom	Bed 1	Bed 2	Hall	Kitchen	Living room	Average Temp
Test 1: Unbalanced system	4.4	8.5	5.3	3.6	17.7	20.8	10.0
Test 2: Energy House balancing	15.0	15.6	15.0	15.5	16.0	15.8	15.5
Test 6: RA-N valve	10.7	11.4	11.1	22.5	13.3	13.9	13.8
Test 7: RA-DV valve	20.7	20.9	15.5	17.4	12.8	13.5	16.8

Temp. media= ΔT lado del agua de la caldera

1 Sistema desequilibrado

2 Sistema equilibrado

6 Instalación de válvula RA-N

7 Instalación de válvulas RA-DV

Según los estudios realizados en la Universidad de Salford, durante la modernización del sistema de calefacción al cambiar las válvulas manuales de radiador por **válvulas termostáticas de doble reglaje**, el **ΔT del lado de la caldera aumenta en 4 °C.**

Ahorro para un hogar con una caldera de gas de condensación Ejemplo:

- 1 m³ de gas natural = 11 kWh
- Precio del gas: 0,68 €/m³
- Energía necesaria vivienda ejemplo: 20.000 kWh/año

Eficiencia media de la caldera a 55 °C = 0,87

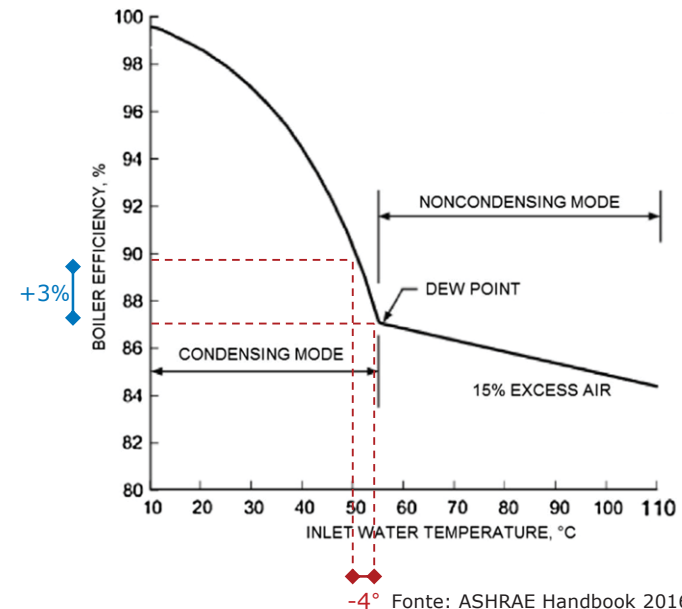
$$\text{Consumo Anual de Gas Natural} = \frac{20.000}{0,87 \times 11} = 2.090 \text{ m}^3$$

Eficiencia media de la caldera a 51 °C = 0,90

$$\text{Consumo Anual de Gas Natural} = \frac{20.000}{0,90 \times 11} = 2.020 \text{ m}^3$$

$$\text{Ahorro resultante} = 2.090 - 2.020 = 70 \text{ m}^3 \rightarrow \mathbf{3,5\%}$$

Ahorro/año 70 m³ gas ~ 48€



Fonte: ASHRAE Handbook 2016 HVAC Systems and Equipment (SI)

Este ahorro es posible con un sistema de calefacción equilibrado que proporcionan a la caldera una **temperatura de retorno más baja** → la caldera funciona en modo de condensación.

¿Pero qué pasa si instalamos válvulas dinámicas RA-DV?

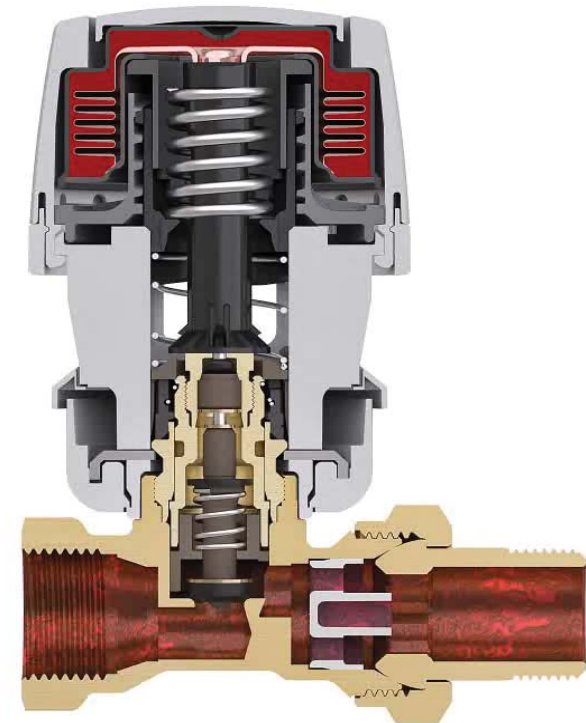
Con las válvulas **termostáticas independientes de la presión RA-DV** conseguimos un **equilibrado perfecto frente a las variaciones de presión en el circuito**, mejorando aún más la eficiencia de la caldera.

Tests	Temperature difference between feed and return of each radiator while balancing °C (target 15°C (±1°C) across all radiators)						
	Bathroom	Bed 1	Bed 2	Hall	Kitchen	Living room	Average Temp
Test 1: Unbalanced system	4.4	8.5	5.3	3.6	17.7	20.8	10.0
Test 2: Energy House balancing	15.0	15.6	15.0	15.5	16.0	15.8	15.5
Test 6: RA-N valve	10.7	11.4	11.1	22.5	13.3	13.9	13.8
Test 7: RA-DV valve	20.7	20.9	15.5	17.4	12.8	13.5	16.8

$$\Delta T = -7 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

¿Cómo garantiza la válvula dinámica de radiador una temperatura de retorno correcta?

- La válvula termostática **suministra con precisión** a cada radiador la cantidad correcta de agua.
- La válvula termostática **limita el caudal** en cada radiador, ajustando la temperatura ambiente al nivel deseado en cada momento.
- La reducción del flujo de agua ayuda a **reducir la temperatura de retorno del agua a la caldera.**
- Evita por tanto sobrecaudales y el riesgo de una **temperatura de retorno alta** se reduce al mínimo.



Ahorro para un hogar con una caldera de gas de condensación y válvulas termostáticas independientes de la presión RA-DV

- 1 m³ de gas natural = 11 kWh (poder calorífico superior)
- Precio del gas: 0,68 €/m³
- Energía necesaria vivienda ejemplo: 20.000 kWh/año
- **Eficiencia media de la caldera a 55 °C = 0,87**

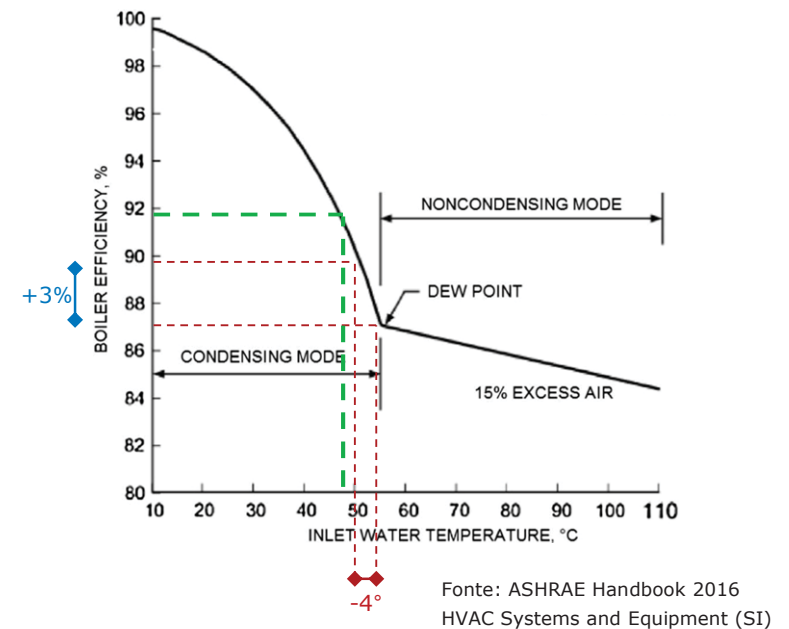
$$\text{Consumo Anual de Gas Natural} = \frac{20.000}{0,87 \times 11} = 2.090 \text{ m}^3$$

- **Eficiencia media de la caldera a 48 °C = 0,92**

$$\text{Consumo Anual de Gas Natural} = \frac{20.000}{0,92 \times 11} = 1.976 \text{ m}^3$$

$$\text{Ahorro resultante} = 2.090 - 1.976 = 114 \text{ m}^3 \rightarrow \mathbf{5,5\%}$$

Ahorro/año 114 m³ gas ~ 78 €



Este ahorro es posible con un sistema de calefacción perfectamente equilibrado gracias a las válvulas termostáticas independientes de la presión que proporcionan a la caldera una **baja temperatura de retorno** → la caldera funciona en modo de condensación.

...pero hay mucho más que conseguir con las **TRVs**

- Un sistema de calefacción equilibrado es posible con la instalación de **TRVs**
- Una TRV proporciona además un ahorro de hasta un 36% gracias al control de la temperatura ambiente.
- Esto significa un ahorro adicional de $1.421\text{€} \times 0,36 = 511\text{€}$
- Al sustituir válvulas manuales por **TRVs** dinámicas conseguimos un mayor control de la temperatura y que la caldera funcione en modo condensación siendo el ahorro total de $78\text{€} + 511\text{€} = 589\text{€}$
- **Que resulta en una factura de gas de 832€ en vez de 1.421€ ~ 40% de ahorro**

ID	1	2	3	4	5	6	7
1	0%						
2	31%	0%					
3	36%	8%	0%				
4	39%	13%	5%	0%			
5	42%	17%	10%	5%	0%		
6	46%	22%	15%	10%	5%	0%	
7	46%	23%	16%	11%	7%	1%	0%

Explanation of IDs

ID 1: Manual valves

ID 2: Old TRV (15+ years)

ID 3: New TRV

ID 4: Electronic TRV (no temp setbacks)

ID 5: Electronic TRV P1

ID 6: Electronic TRV P2

ID 7: Electronic TRV P2 + Holiday

Σ Going from one control to another control has quite an impact on energy savings...

Fuente: Hirschberg study results.



Conclusiones:

¿Por que usar una valvula de radiador con cabezal termostático ?

Debido a:

- Ahorro de energía
- Mejora del rendimiento de la caldera
- Mejora del medio ambiente
- Mayor Confort



Preservando el medio ambiente

100 kg/año

Menos de CO₂

**Sustituyendo sólo una válvula de
radiador manual por una válvula
con cabezal termostático**

Preguntas



Classified as Business





ENGINEERING
TOMORROW