

ENGINEERING
TOMORROW



Introducción al Equilibrado y Control Hidráulico

Felipe Alfonso Guerra Guzmán

Un poco acerca de mi



Felipe Guerra

Key Account Manager
District Energy | Buildings | Leanheat
felipe.guerra@danfoss.com
+34 618 934 028

Ing. Mecánico con 7 años de experiencia en proyectos HVAC.

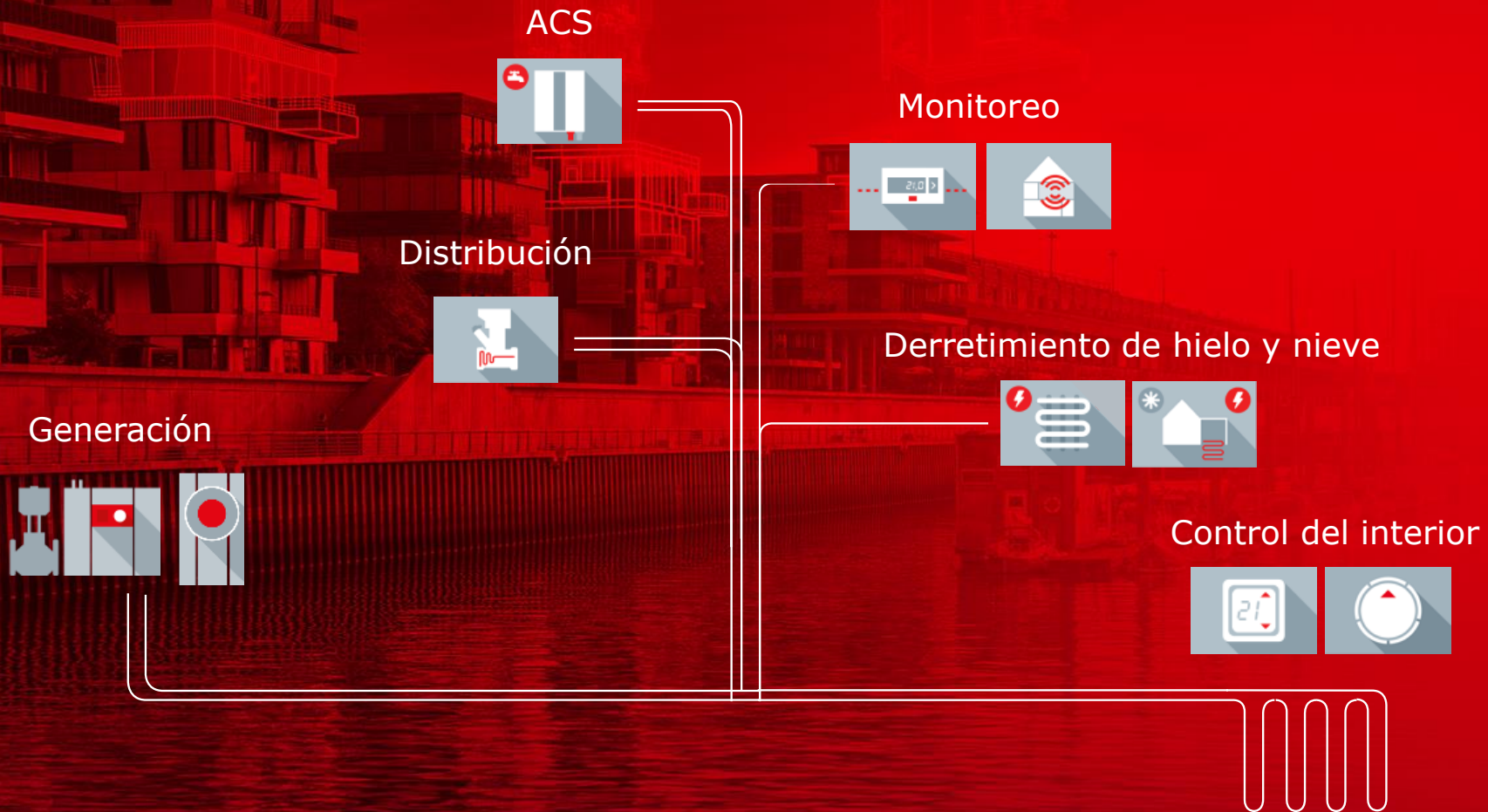
- Control de motores con VFD
- Equilibrado y control hidráulico
- Socio ASHRAE capítulo España
- Instructor diplomado de Aire Acondicionado con AMERIC

ENGINEERING
TOMORROW



District Energy | Buildings | Leanheat

- Tenemos un amplio portafolio de soluciones y estamos ingeniando el HVAC 4.0



Para Redes de distrito
de **Calefacción** y
Refrigeración



Portafolio Redes Distrito



Aproveche el potencial de
las **tecnologías
digitales** para una
**actividad
ininterrumpida** de su
sistema

Maximizando la
eficiencia de la
producción y **red de
distribución**



Obtenga **datos de
generación** y
consumo de energía
térmica de manera fácil





Edificios **Comerciales**
y **no Residenciales**

Portafolio Edificios



Permitiendo un **menor consumo de energía**, un **mayor desempeño** durante la operación del sistema y un **mayor confort** en los interiores



El mejor **control** de **temperatura** y **equilibrado hidráulico**

Sistemas a base de agua para **calefacción**, **refrigeración** y **HVAC**



Portafolio Residencial

Flexible para
**construcción nueva y
reformas**



Inversión más baja
a lo largo de los años

Diseño fácil y rápida
instalación **húmeda y
seca**



Sistema de calefacción
de **respuesta rápida y
fácil de controlar**



Danfoss Design Center

brindando soporte a los diseños:



Conocimiento y soporte de experto

- Asistencia técnica para cálculos en proyectos
- Cálculos de ROI, ahorros energéticos, etc.



Documentación

- Fichas técnicas
- Guías de instalación



Digital Design Center

- Plataforma digital para ingenierías
- Modelos BIM, dibujos y herramientas de cálculo



Soporte dedicado

- Ingeniero enfocado en brindar soporte a las ingenierías

Dedicados a los **PROYECTOS**

Danfoss SET 365

Software de cálculo y diseño



Permite importar y exportar a **REVIT**

Agenda

Introducción al Equilibrado y Control Hidráulico

1. Normativa aplicable.
2. Conceptos básicos.
3. Tipos de válvulas de equilibrado y control hidráulico.
4. Principios de equilibrado y control hidráulico: selección de válvulas.
5. Introducción a la teoría de control de temperatura en HVAC.
6. El control de la Δp es crucial.
7. Válvula independiente de la presión PICV.
8. Ventajas de usar una PICV.
9. Soluciones Danfoss para edificios comerciales y no residenciales.



Objetivos de esta formación

- Tener los conceptos básicos de los sistemas hidráulicos.
- Conocer los diferentes tipos de válvulas que se utilizan para el equilibrado y control hidráulico.
- Poder seleccionar y dimensionar la válvula que mejor se adapte a cada instalación.



1. Normativa aplicable.

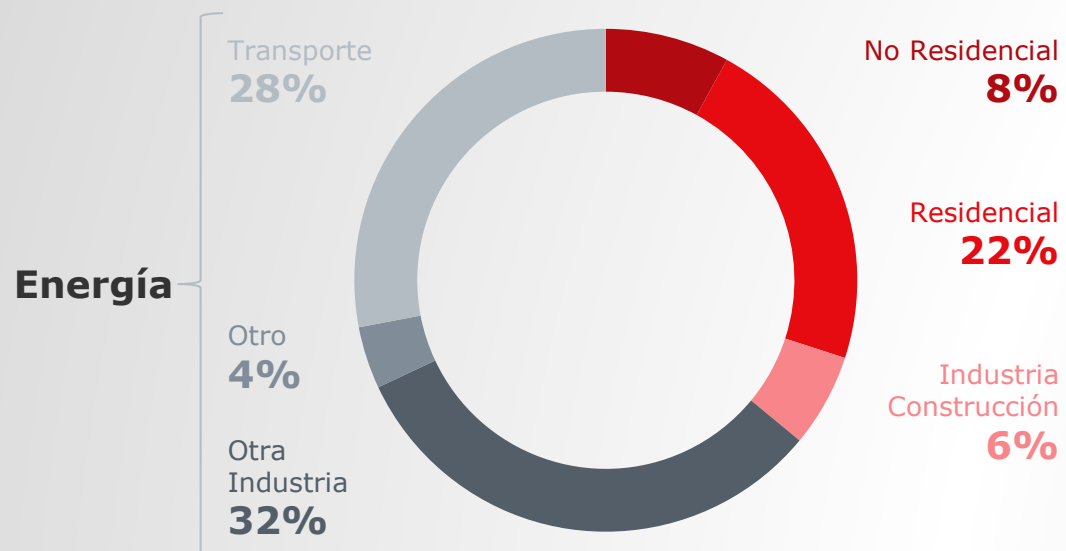
2. Conceptos básicos.
3. Tipos de válvulas de equilibrado y control hidráulico.
4. Principios de equilibrado y control hidráulico: selección de válvulas.
5. Introducción a la teoría de control de temperatura en HVAC.
6. El control de la Δp es crucial.
7. Válvula independiente de la presión PICV.
8. Ventajas de usar una PICV.
9. Soluciones Danfoss para edificios comerciales y no residenciales.



Los edificios son los **mayores consumidores de energía**

Los edificios representan el 30% del consumo mundial de energía final y el 28% de las emisiones mundiales de CO₂ relacionadas con la energía.

Cuota global de energía final de los edificios, 2018, IEA



Fuente: Pág. 12
https://webstore.iea.org/download/direct/2930?fileName=2019_Global_Status_Report_for_Buildings_and_Construction.pdf



Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)

actualización del RITE, Real Decreto 178/2021

Las mayores exigencias en eficiencia energética que establece el Real Decreto se plasman en:

- **Mayor Rendimiento Energético en los equipos de generación** de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos.
- **Mejor aislamiento** en los equipos y conducciones de los fluidos térmicos.
- **Mejor regulación y control para mantener las condiciones de diseño** previstas en los locales climatizados.
- **Utilización de energías renovables disponibles**, en especial la energía solar y la biomasa.
- **Incorporación de subsistemas de recuperación de energía** y el aprovechamiento de energías residuales.
- **Sistemas obligatorios de contabilización de consumos en el caso de instalaciones colectivas.**
- **Introduce la digitalización en los edificios no residenciales** con grandes consumos, obligando a convertirse en edificios inteligentes.
- **Importancia de la Calidad del Aire Interior.**



Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)

actualización del RITE, Real Decreto 178/2021

1.IT.1.2.4.2.9 Emisores térmicos.

- Los emisores térmicos se dimensionarán para **temperaturas de entrada en calefacción inferiores a 60 °C (ΔT 15)** y **de entrada en refrigeración superiores a 7 °C (ΔT 5)**.
- Las válvulas de control automático se seleccionarán de manera que, al caudal máximo de proyecto y con la válvula abierta, la pérdida de presión que se producirá en la válvula esté comprendida entre 0,6 y 1,3 veces la pérdida del elemento controlado. **En instalaciones de caudal variable con potencia** de generación térmica total **superior a 70 kW**, será necesario **estabilizar la presión diferencial sobre la válvula de control** para garantizar una temperatura adecuada.”
- Se tiene que **medir el caudal** en el **equipo terminal**.
- Así, en los edificios de nueva construcción, cuando sea técnica y económicamente viable, estarán **equipados con dispositivos de autorregulación que regulen separadamente la temperatura ambiente en cada espacio interior** o, en casos justificados, en una zona de calefacción y refrigeración seleccionada del conjunto del edificio.

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)

actualización del RITE, Real Decreto 178/2021

1.IT 1.2.4.3.5 Sistemas de automatización y control de instalaciones.

- Cuando sea técnica y económicamente viable, los **edificios no residenciales con una potencia nominal útil** para instalaciones de calefacción, refrigeración, instalaciones combinadas de calefacción y ventilación, o para instalaciones combinadas de refrigeración y ventilación **de más de 290 kW deberán estar equipados con sistemas de automatización y control de edificios.**
- Dichos sistemas de automatización y control de edificios deberán ser capaces de:
 - Monitorizar, registrar, analizar y permitir la adaptación del consumo de energía de forma continua;
 - Efectuar una evaluación comparativa de la eficiencia energética del edificio, detectar las pérdidas de eficiencia de sus instalaciones técnicas e informar sobre las posibilidades de mejora de la eficiencia energética a la persona responsable de la instalación o de la gestión técnica del edificio;
 - Permitir la comunicación con instalaciones técnicas conectadas y otros aparatos que estén dentro del edificio, así como garantizar la interoperabilidad con instalaciones técnicas del edificio de distintos tipos de tecnologías patentadas, dispositivos y fabricantes.



Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)

actualización del RITE, Real Decreto 178/2021

IT 1.2.4.4 Contabilización de consumos.

Toda instalación térmica que dé servicio a más de un usuario dispondrá de algún sistema que permita el reparto de los gastos correspondientes a cada servicio (calor, frío y agua caliente sanitaria) entre los diferentes usuarios, en el caso del agua caliente sanitaria deberá ser un contador individual. El sistema previsto, instalado en el tramo de acometida a cada unidad de consumo, permitirá regular y medir los consumos, así como interrumpir los servicios desde el exterior de los locales.



1. Normativa aplicable.

2. Conceptos básicos.

3. Tipos de válvulas de equilibrado y control hidráulico.

4. Principios de equilibrado y control hidráulico: selección de válvulas.

5. Introducción a la teoría de control de temperatura en HVAC.

6. El control de la Δp es crucial.

7. Válvula independiente de la presión PICV.

8. Ventajas de usar una PICV.

9. Soluciones Danfoss para edificios comerciales y no residenciales.



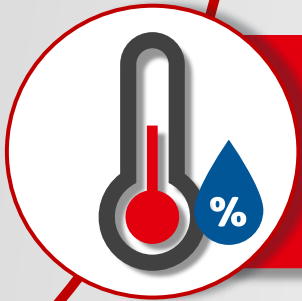
Algunas variables



Es la transferencia de energía térmica que fluye de un cuerpo con mayor temperatura a otro de menor temperatura.



Es la medición de la energía cinética de un fluido.



Es la cantidad de vapor de agua que el aire puede contener en un valor de temperatura.

Algunas variables



Magnitud de tipo vectorial que es la encargada de cambiar el estado de reposo o movimiento en la que se encuentra un cuerpo.



Es una medida de la fuerza ejercida por unidad de área.



Es la velocidad a la que el volumen de un fluido pasa a través de una superficie dada.

Ecuación básica de transferencia de calor convección

Q – calor [kW]

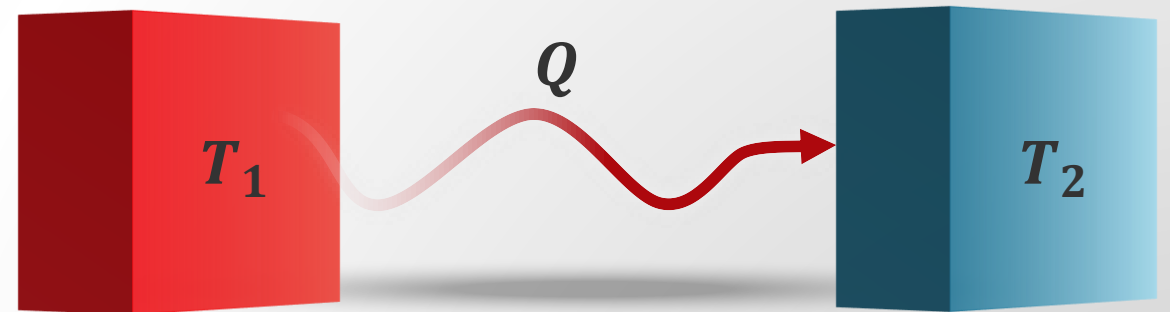
q - caudal [m^3/s]

ρ – densidad [kg/m^3]

c_p - calor específico [$\text{kJ}/(\text{kgK})$]

ΔT –cambio de temperatura [K]

$$Q = q \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta T$$



Potencia térmica en la batería

Del lado del
aire

$$P = q \times \rho \times c_p \times (T_{imp.} - T_{ret.})$$

$$q = \frac{P}{\rho \times c_p \times (T_{imp.} - T_{ret.})}$$

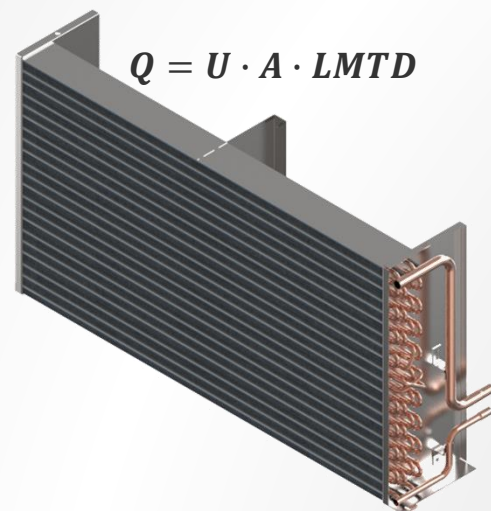
P - kW

q - m³/s

ρ - kg/m³

c_p - kJ/(kgK)

T - K



Del lado del
agua

$$P = \frac{q \times (T_{imp.} - T_{ret.})}{0,86}$$

$$q = \frac{P \times 0,86}{(T_{imp.} - T_{ret.})}$$

P - kW

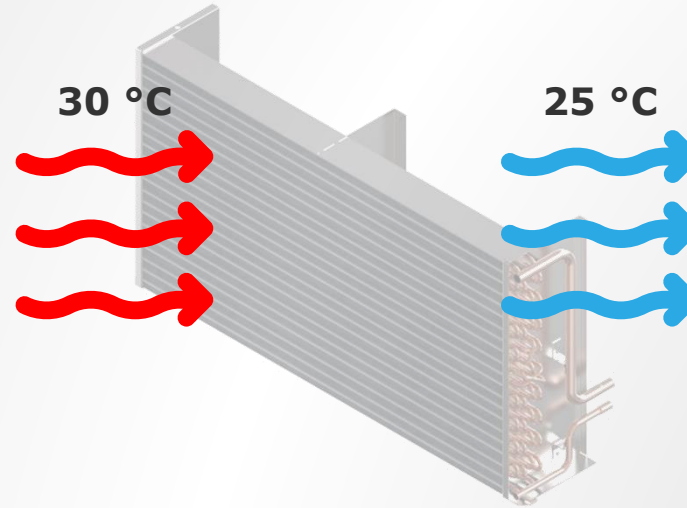
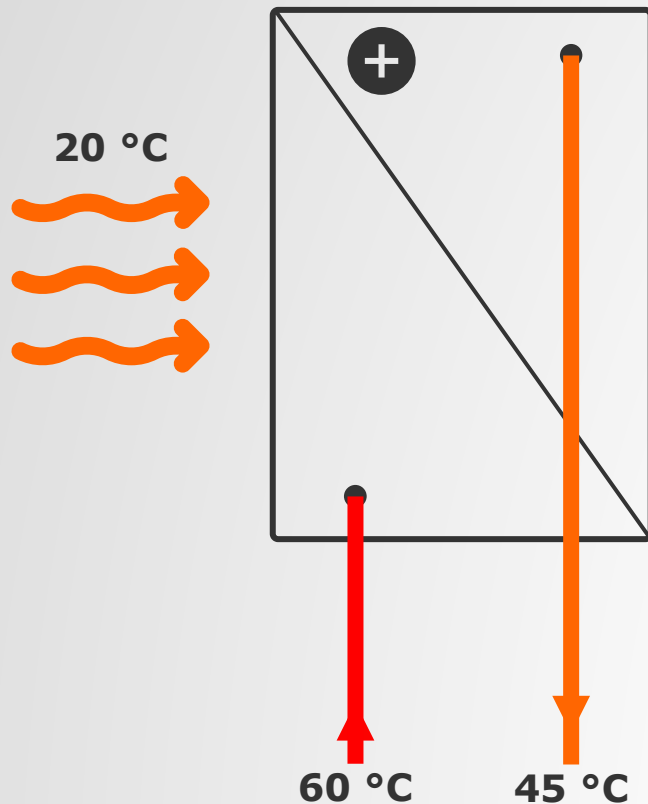
q - m³/h

T - °C

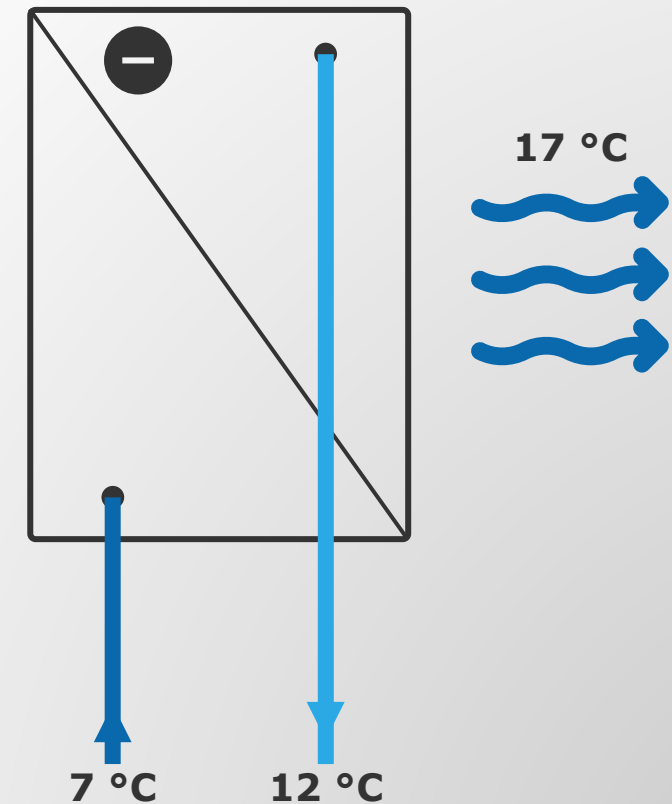
Potencia térmica en la batería

temperaturas de diseño lado aire y lado agua

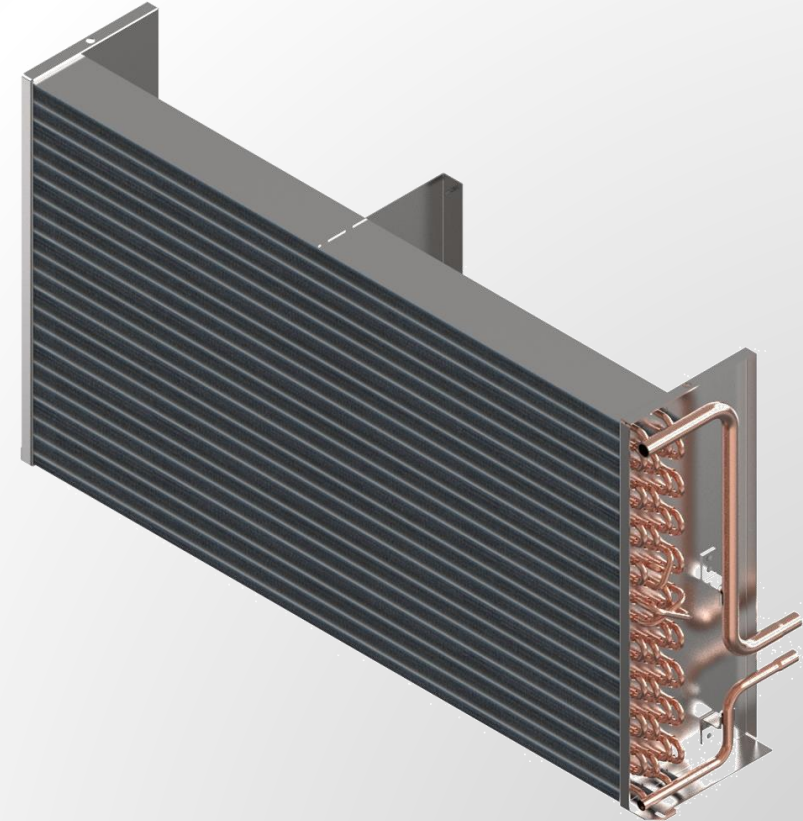
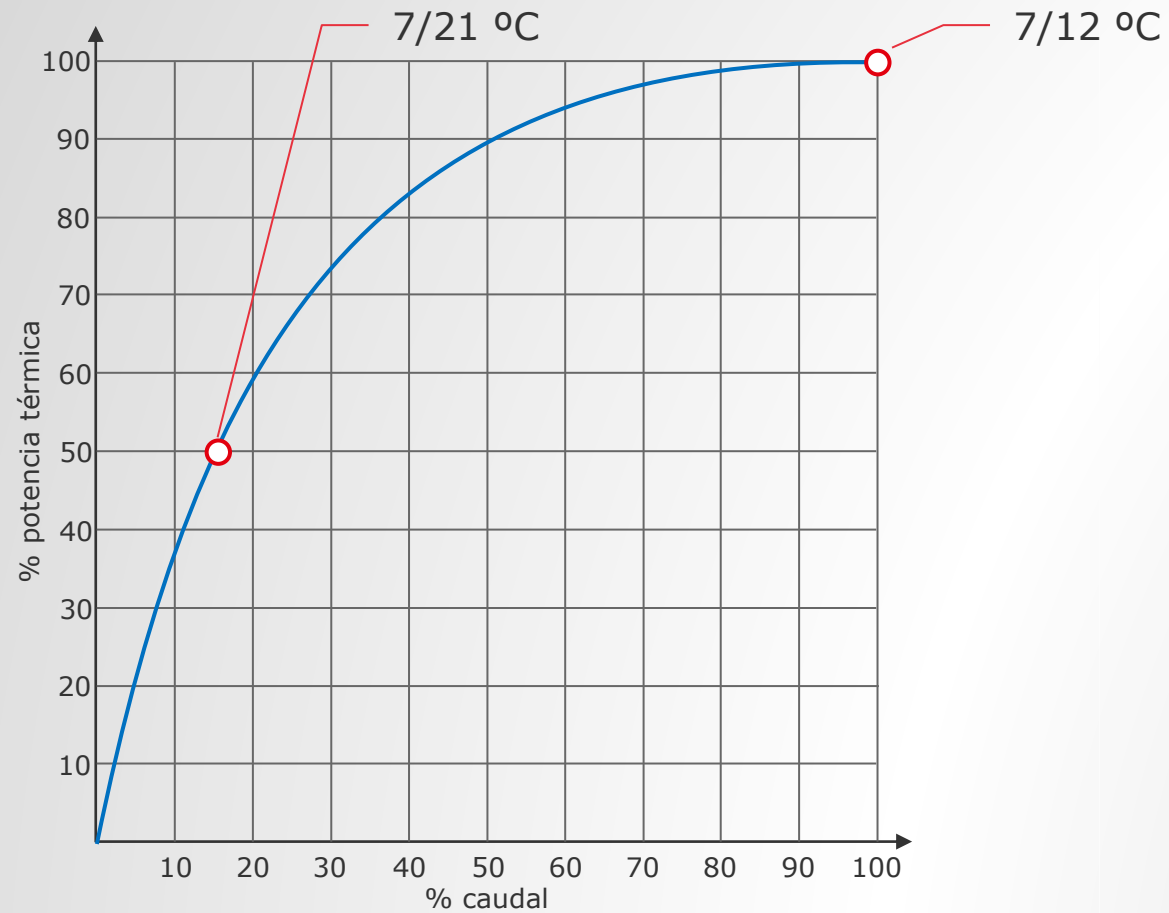
Calefacción



Refrigeración

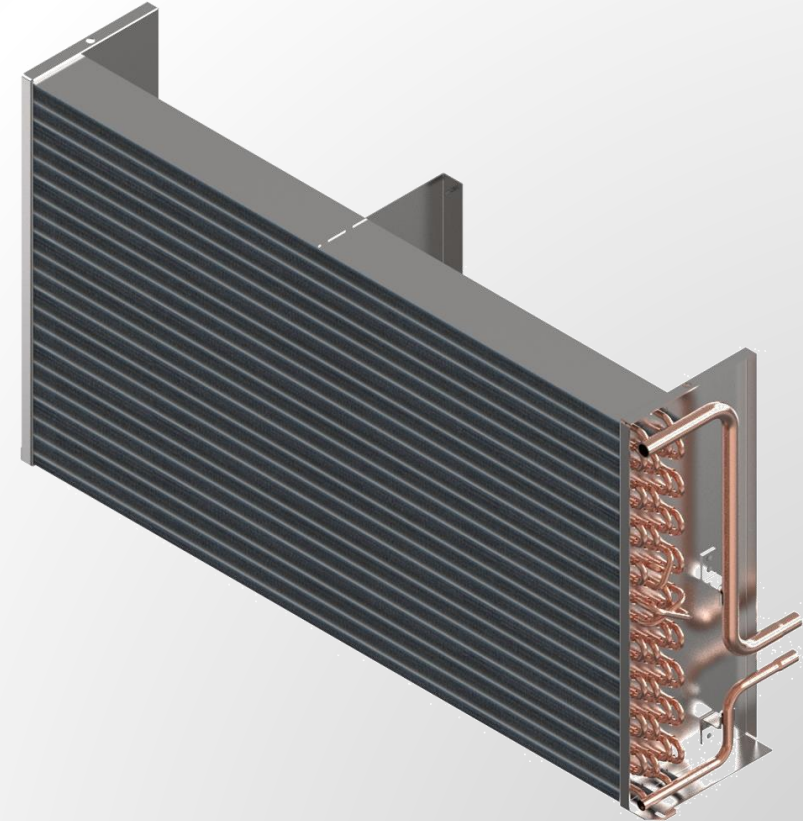
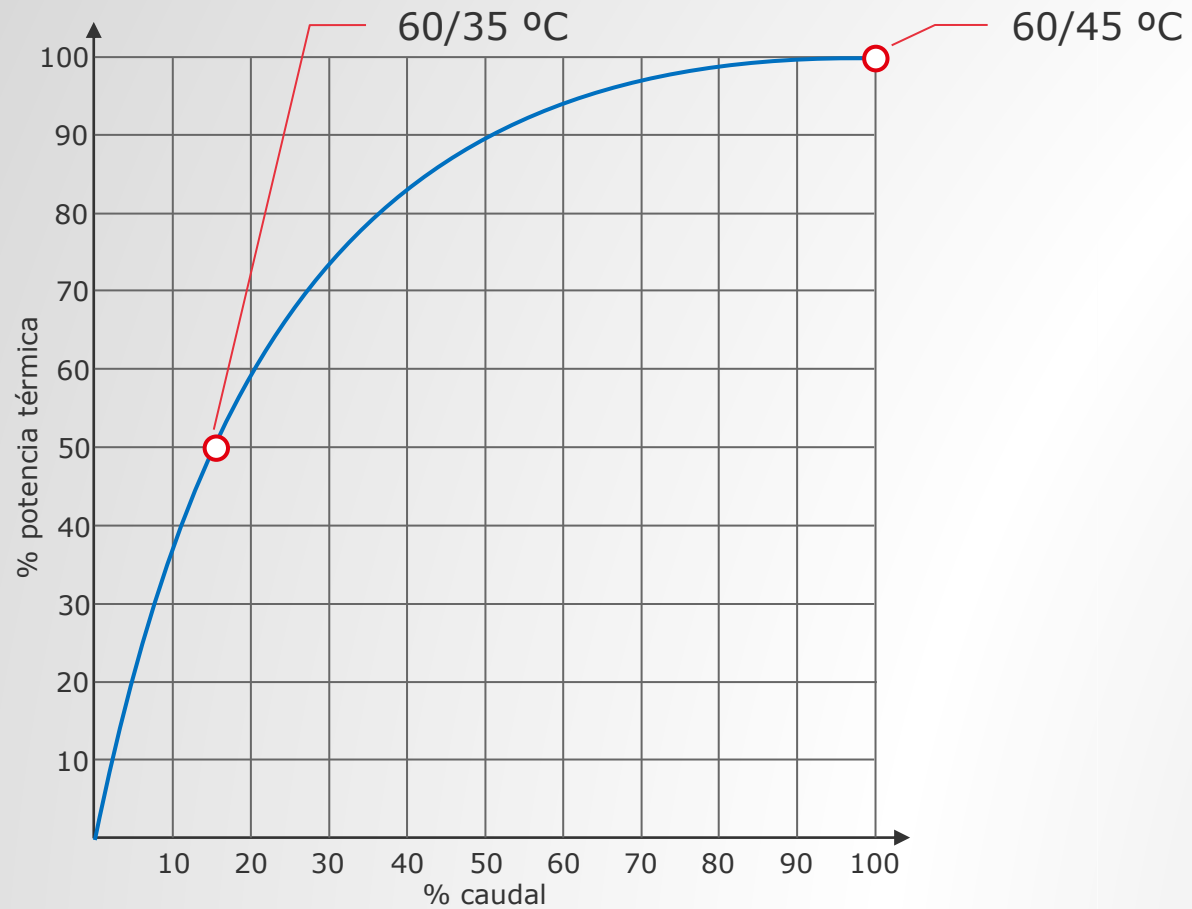


Curva de emisión de potencia/caudal en la batería en refrigeración



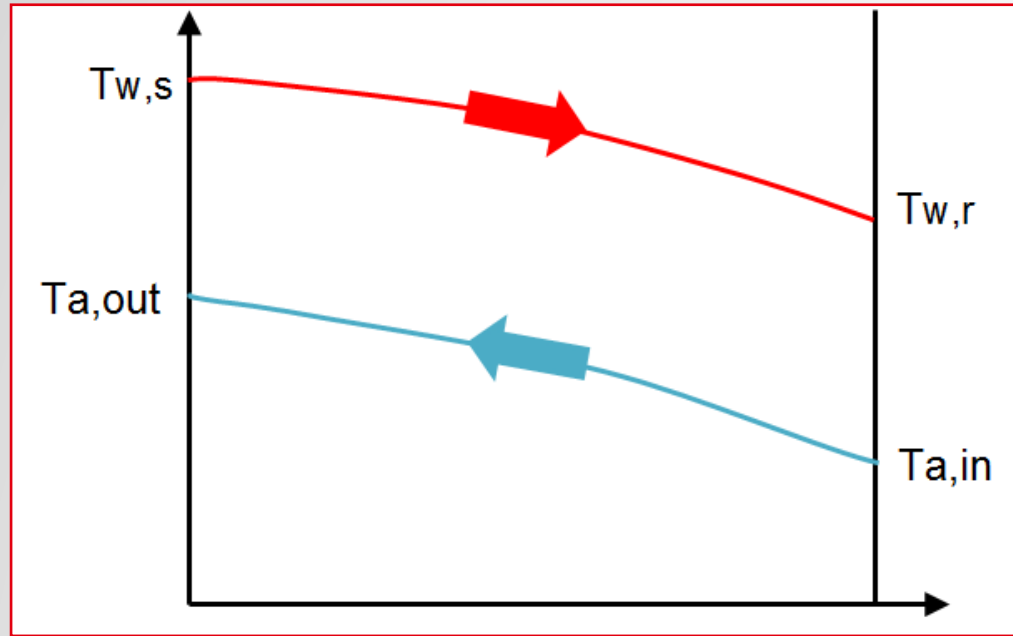
$$P = \frac{q \times (T_{imp.} - T_{ret.})}{0,86}$$

Curva de emisión de potencia/caudal en la batería en calefacción



$$P = \frac{q \times (T_{imp.} - T_{ret.})}{0,86}$$

Curva de emisión de potencia/caudal en la batería valor de α

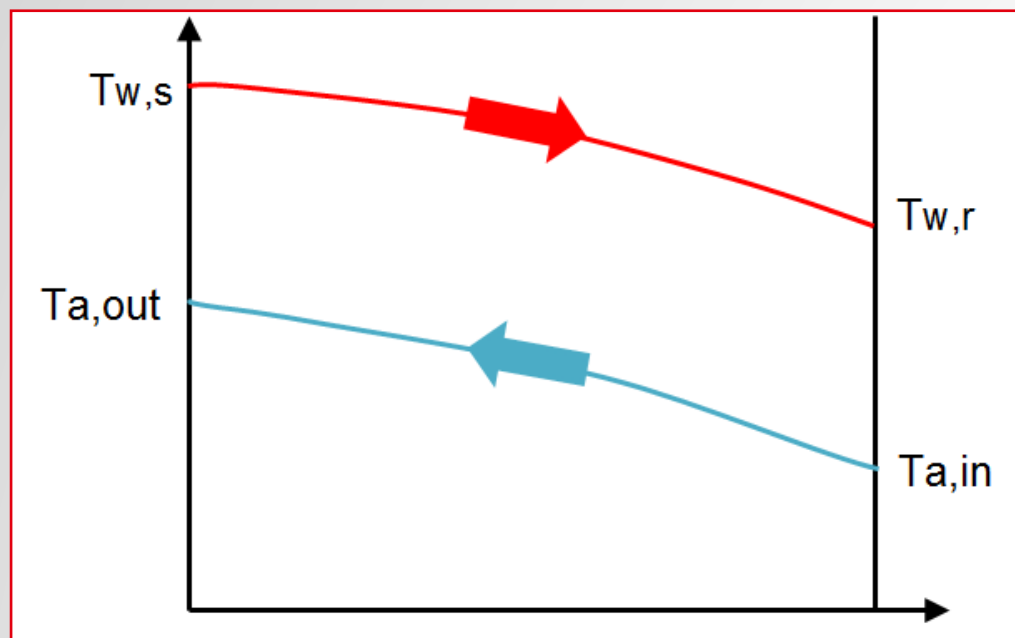


$$\alpha = 0,6 \times \frac{\Delta T_w}{T_{w,s} - T_{a,x}}$$

$T_{w,s}$ [° C] – temperatura de impulsión del agua
 $T_{w,r}$ [° C] – temperatura de retorno del agua
 $T_{a,in}$ [° C] – temperatura de entrada del aire
 $T_{a,out}$ [° C] – temperatura de salida del aire
 $T_{a,x}$ [° C] – temperatura objetivo del aire (para Fancoil es $T_{a,in}$ y para UTA $T_{a,out}$)

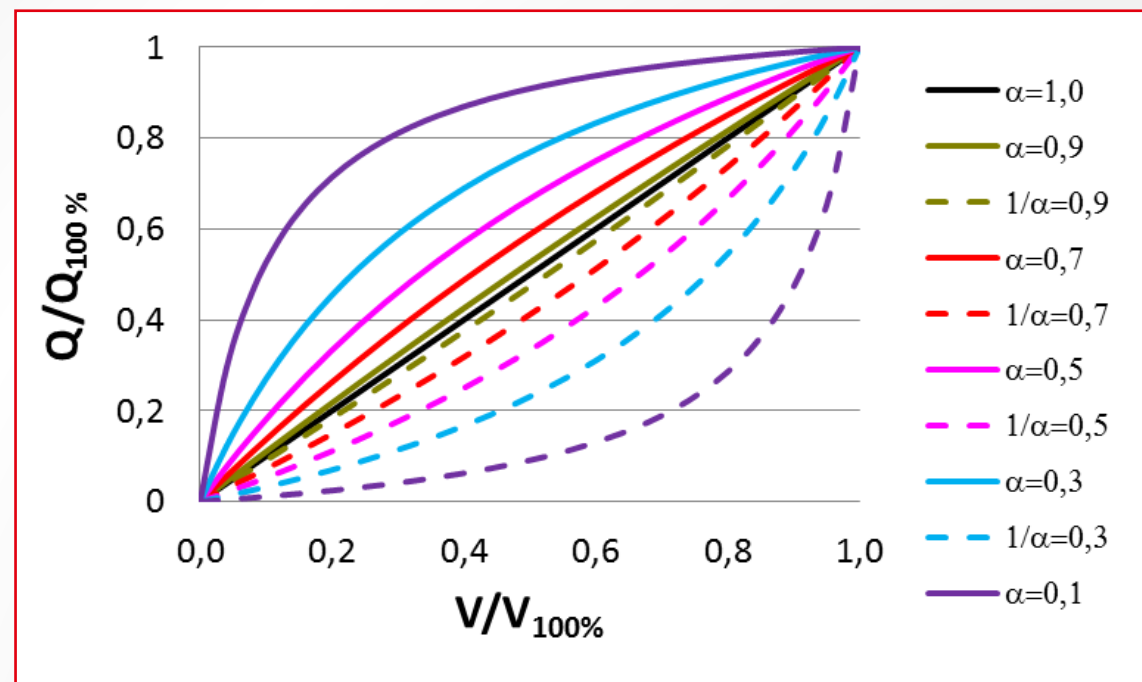
- Las características del intercambiador de calor agua/aire dependen de las temperaturas del agua y de la temperatura objetivo del aire.
- Esta dependencia puede ser descrita por α .

Curva de emisión de potencia/caudal en la batería valor de α



$$\alpha = 0,6 \times \frac{\Delta T_w}{T_{w,s} - T_{a,x}}$$

$T_{w,s}$ [° C] – temperatura de impulsión del agua
 $T_{w,r}$ [° C] – temperatura de retorno del agua
 $T_{a,in}$ [° C] – temperatura de entrada del aire
 $T_{a,out}$ [° C] – temperatura de salida del aire
 $T_{a,x}$ [° C] – temperatura objetivo del aire (para Fancoil es $T_{a,in}$ y para UTA $T_{a,out}$)

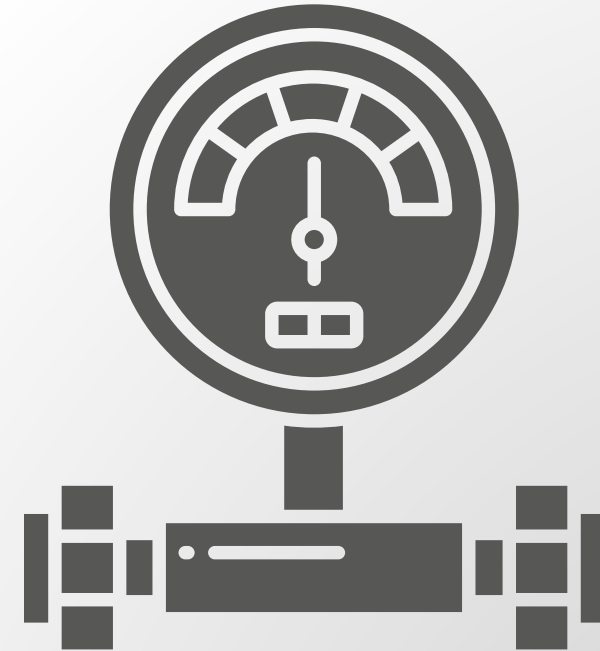


- Línea completa - características del intercambiador de calor agua/aire.
- Línea punteada - característica de la válvula + actuador.

Presión estática (P_e)

Es la presión del agua comparada con la atmosférica.

Ejemplo: si la presión estática en una tubería es de 5 bar, quiere decir que la presión del agua es 5 bar mayor que la atmosférica.



¡La **presión estática** por sí misma **no crea circulación** a través del circuito!

La presión estática se fija a un valor constante en la instalación donde se conecta el vaso de expansión

Presión estática (P_e)

¿Por qué se necesita una presión estática mínima?

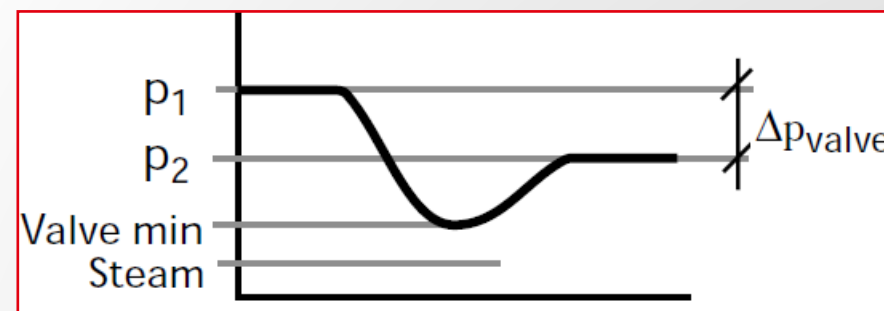
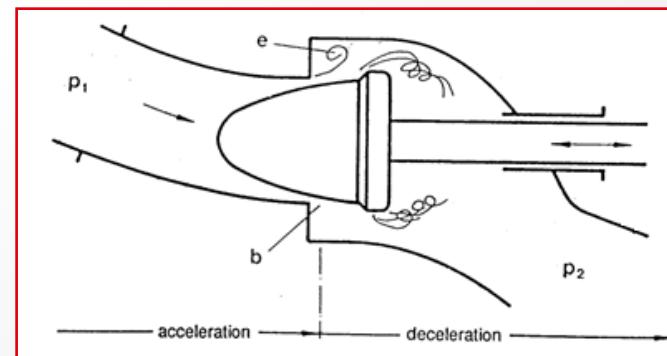
Para **prevenir** la **cavitación** en:

- Bombas.
- Válvulas.

La presión estática disminuye en la válvula porque la velocidad del agua aumenta al entrar en la válvula y disminuye al salir de ella. La cavitación aparece si la presión estática es inferior a la presión de vaporización.

Regla Práctica:

La presión estática a la entrada de la válvula debería ser, al menos, el doble que la pérdida de carga en ella.



Factor de Cavitación Z

Válvulas de bolas	$Z = 0,1 - 0,2$
Válvulas de corte y reguladoras	$Z = 0,15-0,25$
Válvulas de control estándar	$Z = 0,3 - 0,5$
Válvulas de control con bajo nivel de ruido	$Z = 0,6 - 0,9$

Presión estática (Pe)

¿Por qué se necesita una presión estática mínima?



Por definición:

$$z = \frac{\Delta p}{p_1 + p_b}$$



El peor escenario:

$$p_b = p_s$$
$$\Delta p_{m\acute{a}x} = z \cdot (p_1 - p_s)$$

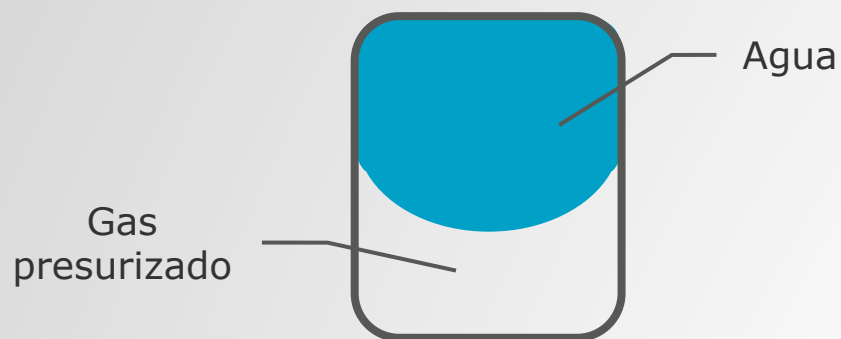
Presión diferencial máxima permisible a través de una válvula completamente abierta*:

- p_1 - presión a la entrada (presión absoluta) [bar]
- p_s - presión absoluta de saturación [bar]
- z - factor de cavitación

*conforme al estándar VDMA 24 422, grado de apertura kv/kvs = 0,75

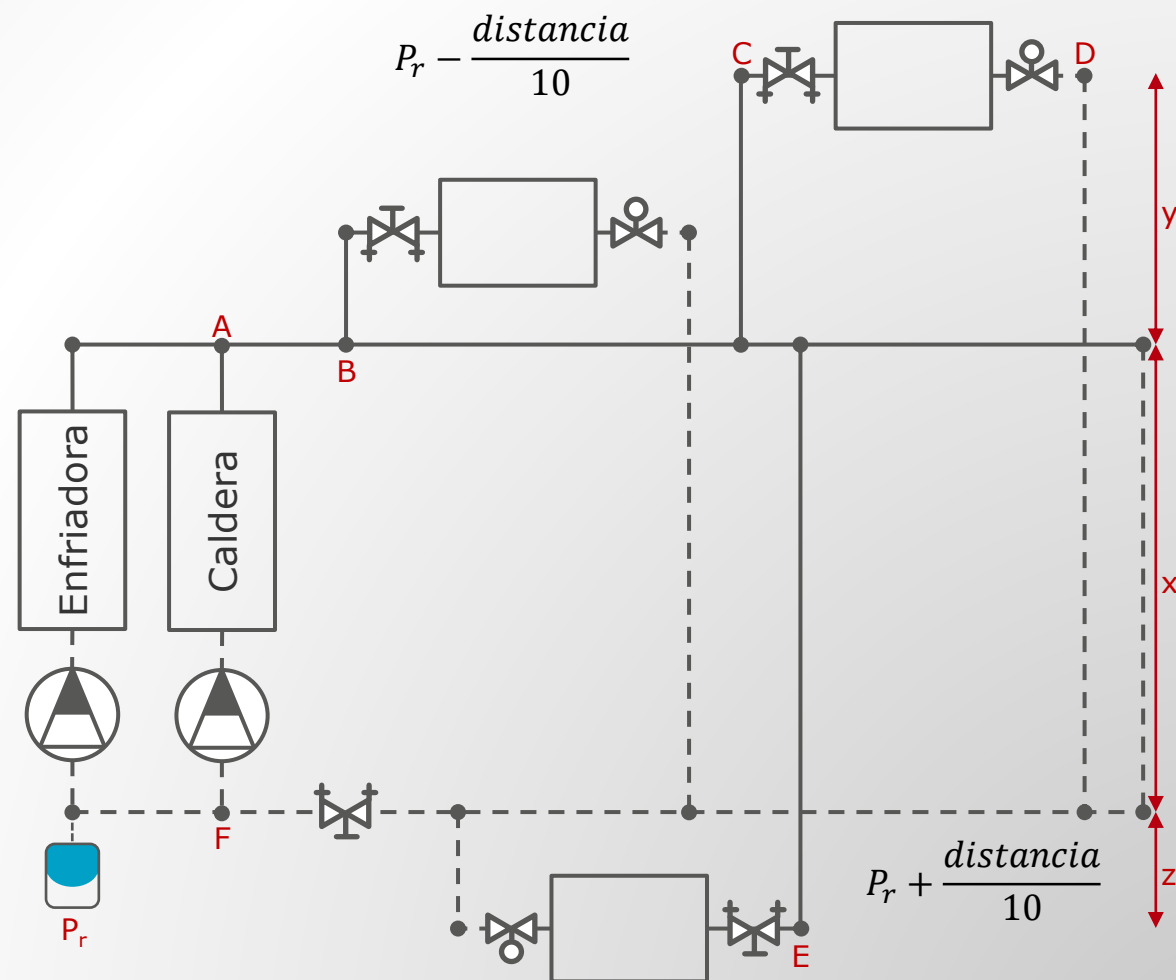
Temperatura (°C)	Presión absoluta de saturación p_s (bar)
30	0,042
35	0,056
40	0,074
45	0,096
50	0,123
55	0,157
60	0,199
65	0,250
70	0,312
75	0,386
80	0,474
85	0,578
90	0,701
95	0,846
100	1,013
105	1,209
110	1,433
115	1,691
120	1,985
125	2,322
130	2,703
135	3,132
140	3,614
145	4,156
150	4,762

El vaso de expansión



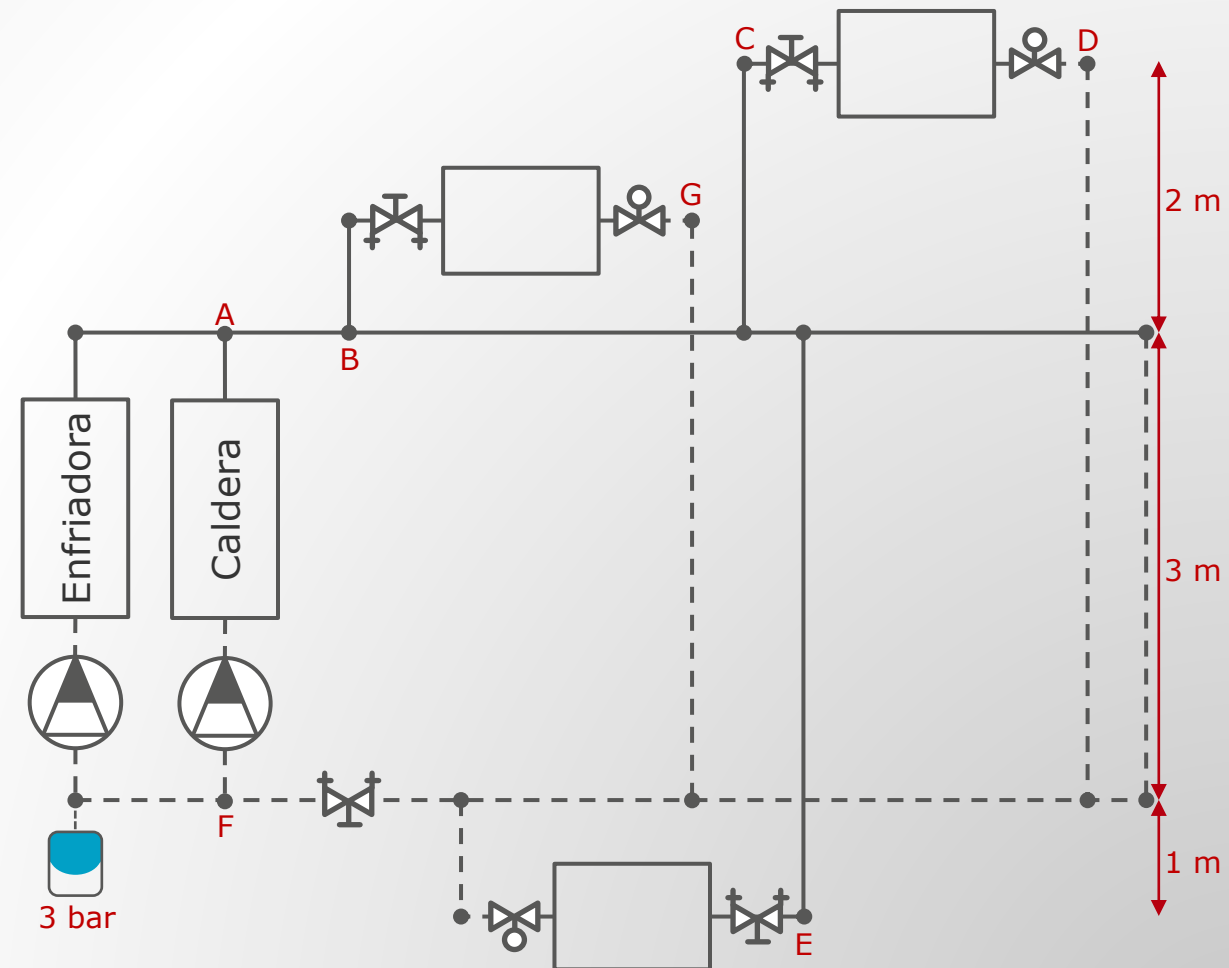
El vaso de expansión **fija** la **presión estática** en un punto de la instalación. Siendo el punto "cero" (P_r).

La presión estática disminuye 1 m.c.a. (10 kPa, 0,1 bar) por cada metro de subida en la instalación. Aumenta la misma cantidad por cada metro de bajada en la instalación.



Presión estática (P_e) ejercicio

- Calcular la presión estática de los puntos A al F en la instalación.
- Asumir que las bombas están paradas.



Presión estática (Pe) ejercicio

$$1 \text{ bar} = 10 \text{ m.c.a.} \left(P_r - \frac{\text{distancia}}{10} \right)$$

$$A = P_r - 3 \text{ m} (0,3 \text{ bar}) = 3,0 - 0,3 = \mathbf{2,7 \text{ bar}}$$

$$B = A \text{ (están a la misma altura)}$$

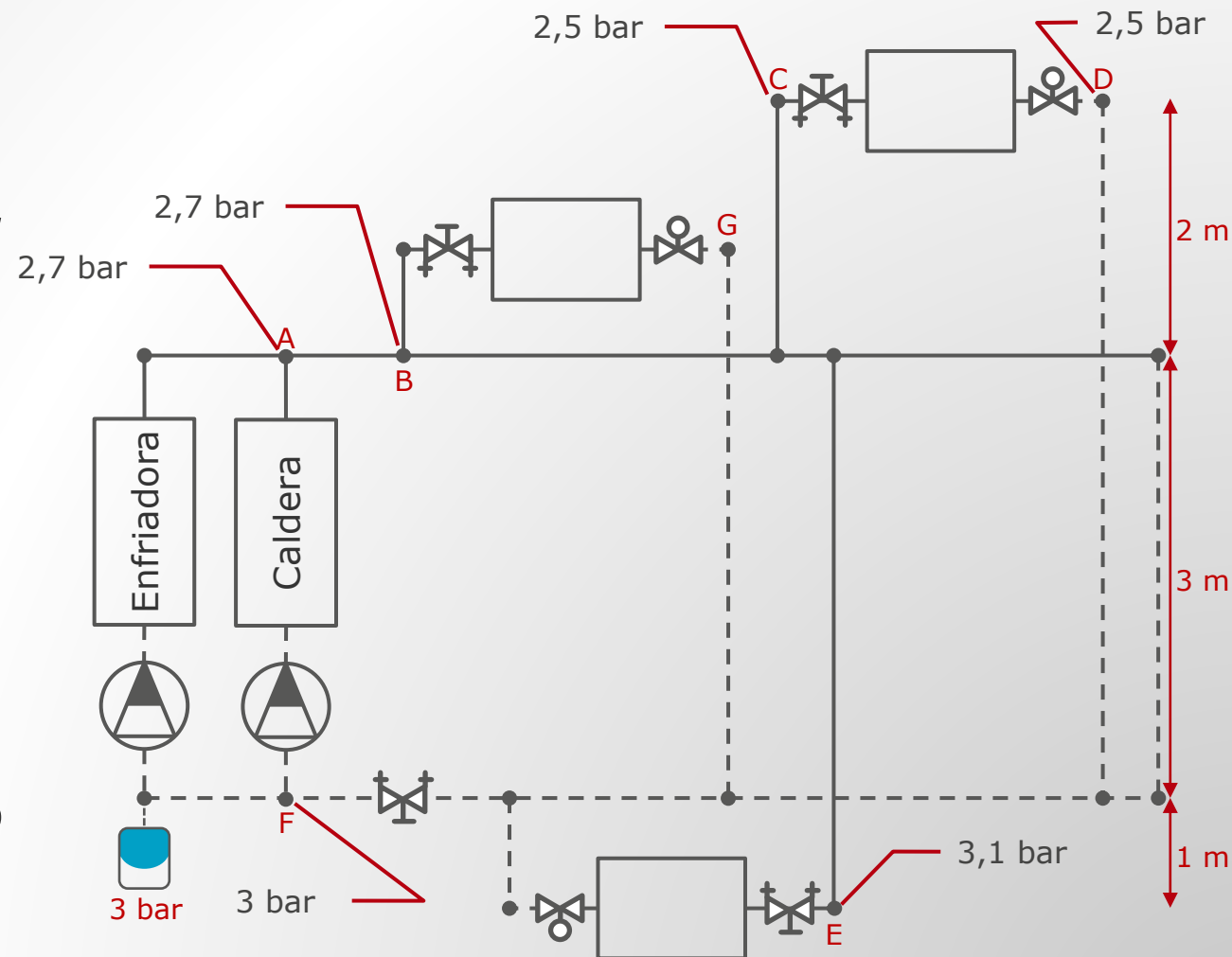
$$C = 3 \text{ bar} - 5 \text{ m} (0,5 \text{ bar}) = \mathbf{2,5 \text{ bar}}$$

$$D = C \text{ (están a la misma altura)}$$

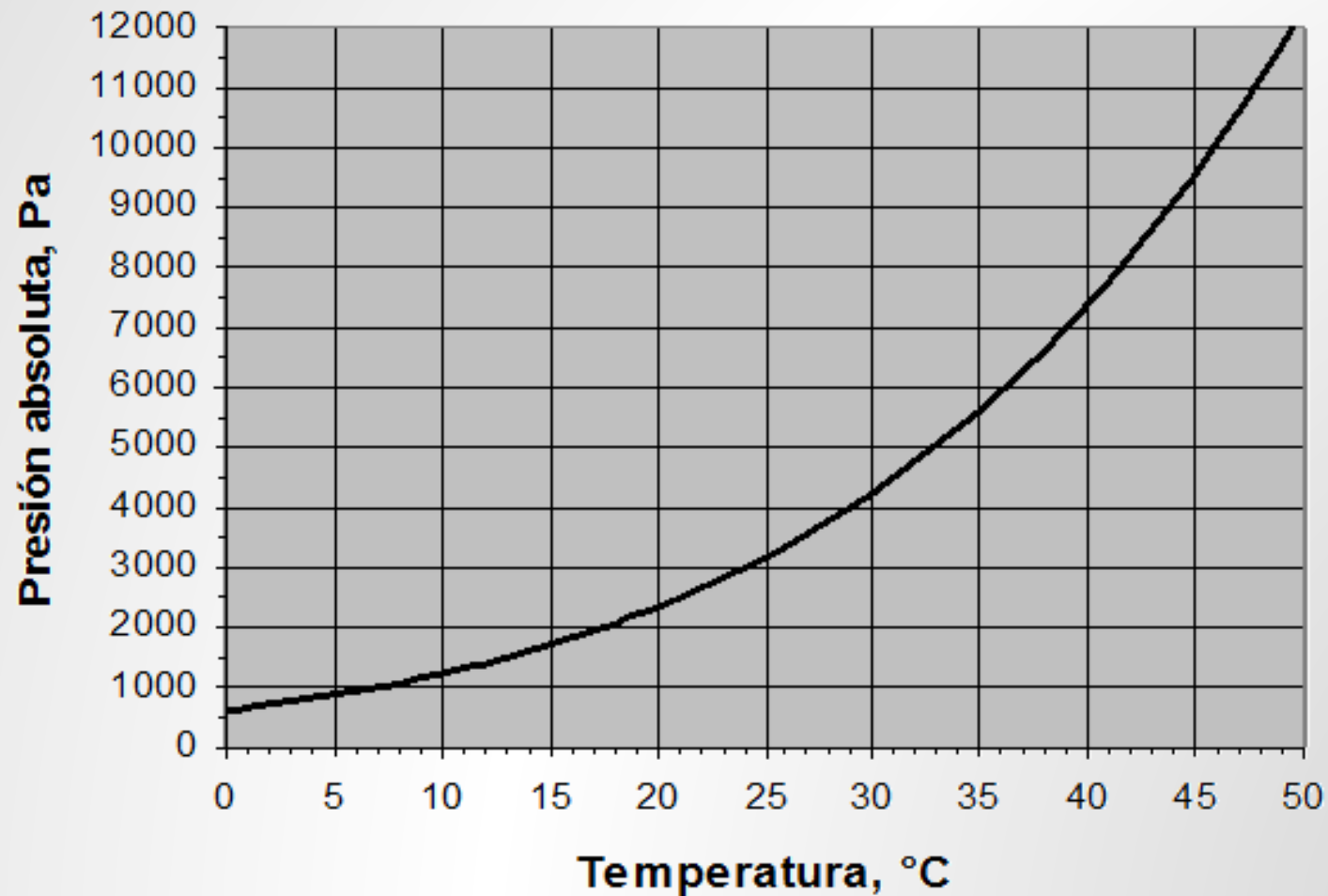
$$E = 3 \text{ bar} + 1 \text{ m} (0,1 \text{ bar}) = \mathbf{3,1 \text{ bar}}$$

$$F = P_r \text{ (están a la misma altura)}$$

¿Cuál sería la presión del punto G considerando que la distancia entre P_r y G es de 4 m?

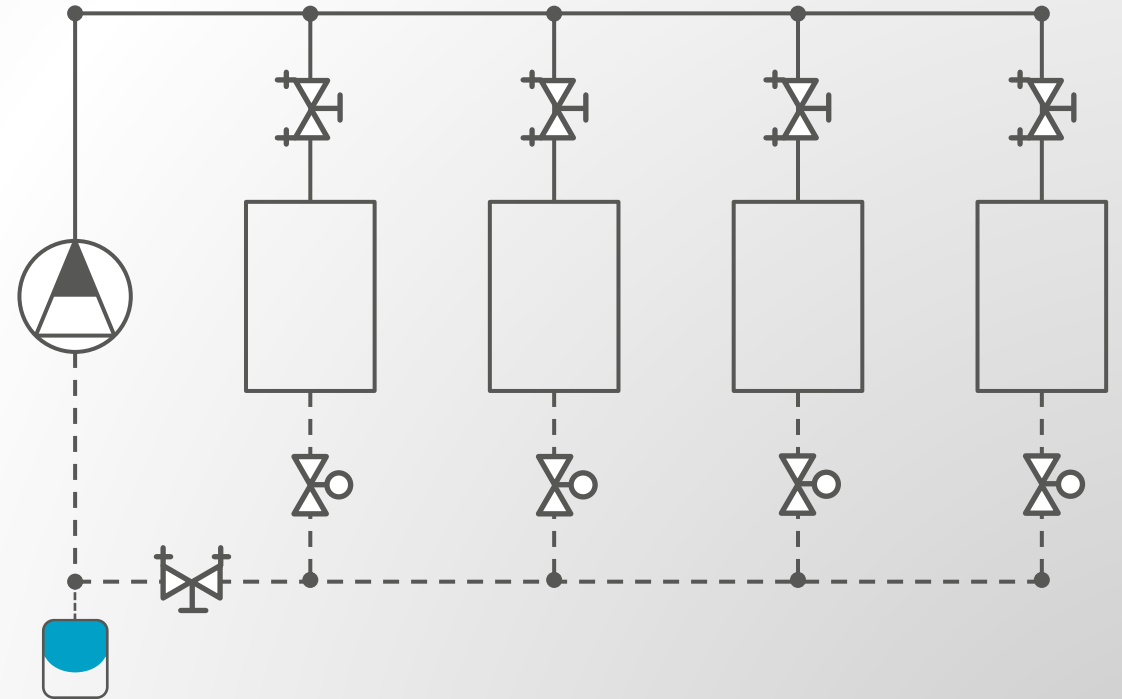


Curva de Presión – Temperatura del agua



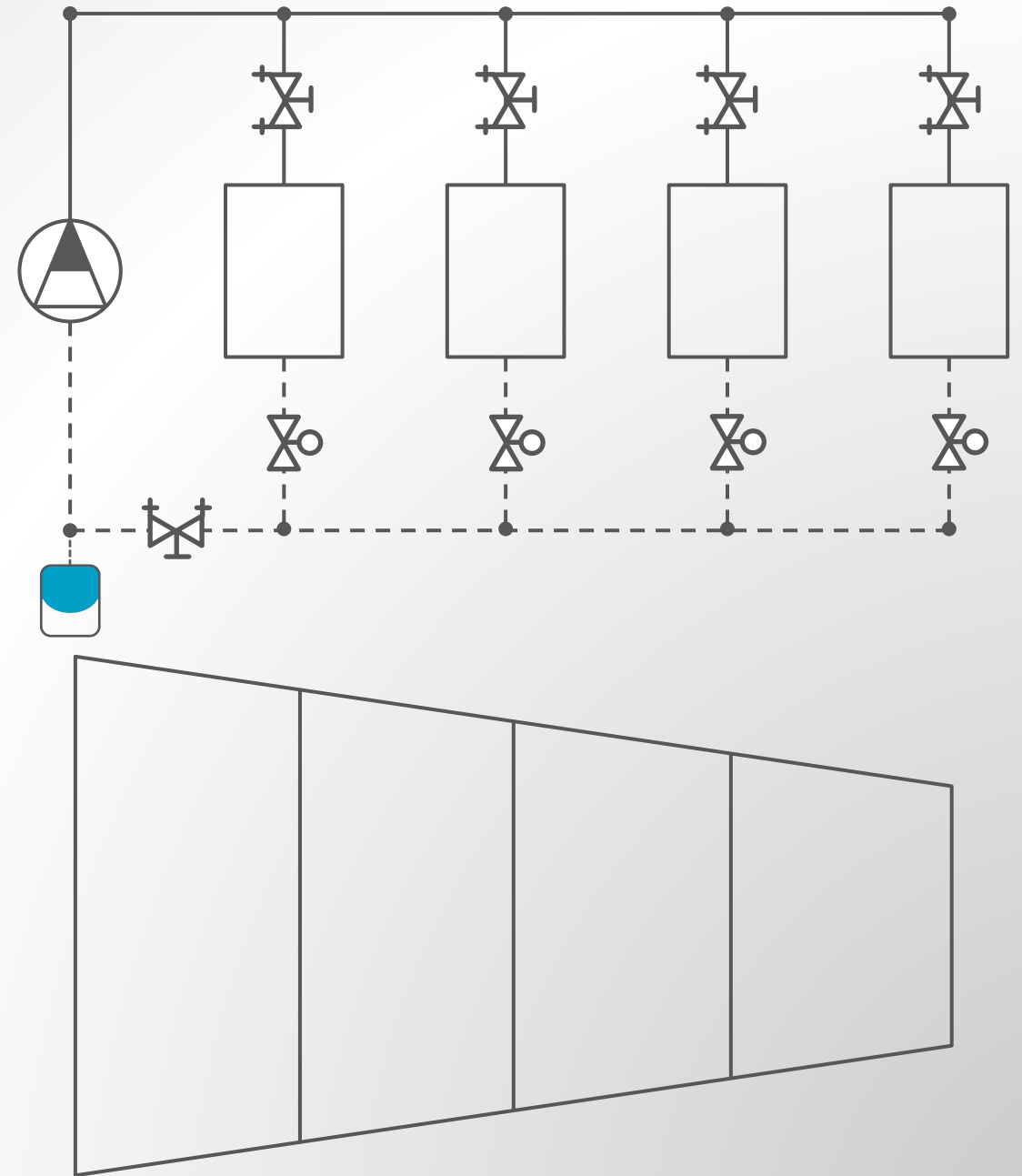
Presión diferencial (Δp)

- La Δp es la diferencia de presiones entre 2 puntos.
- En un circuito hidráulico, la única presión importante es la **Δp** .
- Los **caudales** en el circuito sólo **dependen** de la **Δp** .
- Las **bombas proporcionan altura manométrica** mientras que **otros elementos producen pérdida de carga**.



Presión diferencial (Δp)

- La Δp es la diferencia de presiones entre 2 puntos.
- En un circuito hidráulico, la única presión importante es la **Δp** .
- Los **caudales** en el circuito sólo **dependen** de la **Δp** .
- Las **bombas proporcionan altura manométrica** mientras que **otros elementos producen pérdida de carga**.

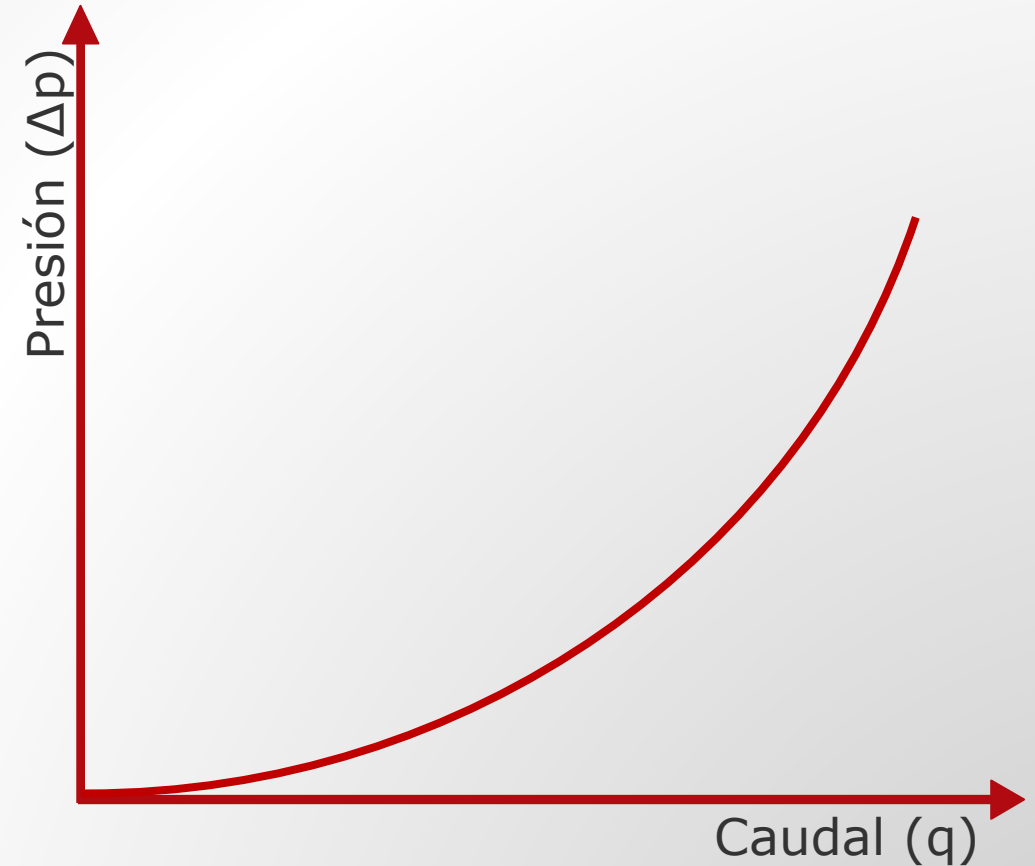


Relación entre Δp frente a caudal

En las válvulas, tuberías y unidades terminales, la relación entre el caudal (q) y la pérdida de carga (Δp) es:

$$\frac{\Delta p_2}{\Delta p_1} = \left(\frac{q_2}{q_1} \right)^2$$

$$\Delta p \propto q^2$$



Ejemplo

Si q aumenta 25%; Δp aumenta $1,25^2 - 1 = 56\%$

Si Δp aumenta 20%; q aumenta $1,2^{0,5} - 1 = 9,5\%$

SISTEMAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN FLUIDOS CALOPORTADORES CONCEPTOS TÉCNICOS BÁSICOS

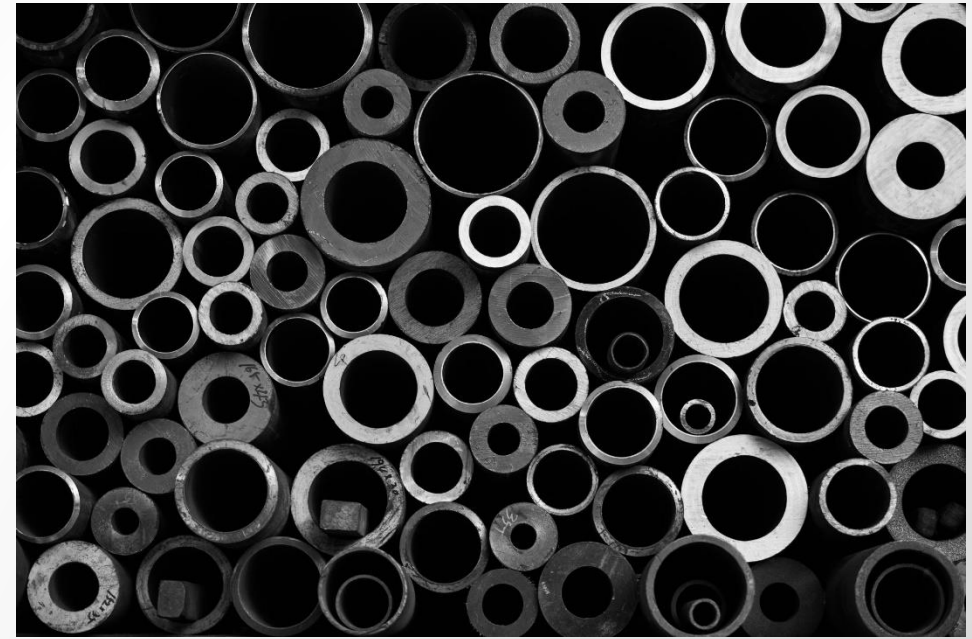
Partiendo del caudal del fluido a circular o de la potencia térmica y el salto térmico previsto para cada ramal se seleccionará el diámetro de la tubería, considerando:

- La velocidad no debe superar en ningún tramo los 2 m/s.
- La pérdida de carga por metro lineal estará comprendida entre 10 y 30 mm.c.a. (de 100 a 300 Pa/m lineal).

Pérdida de carga en las tuberías

La pérdida de carga en las tuberías depende de:

- El diámetro interno de la tubería.
- La rugosidad de la tubería.
- La densidad y la viscosidad del agua.
- ¡El caudal!



Ejemplo

Tubería DN80, 20 m³/h, agua a 20°C

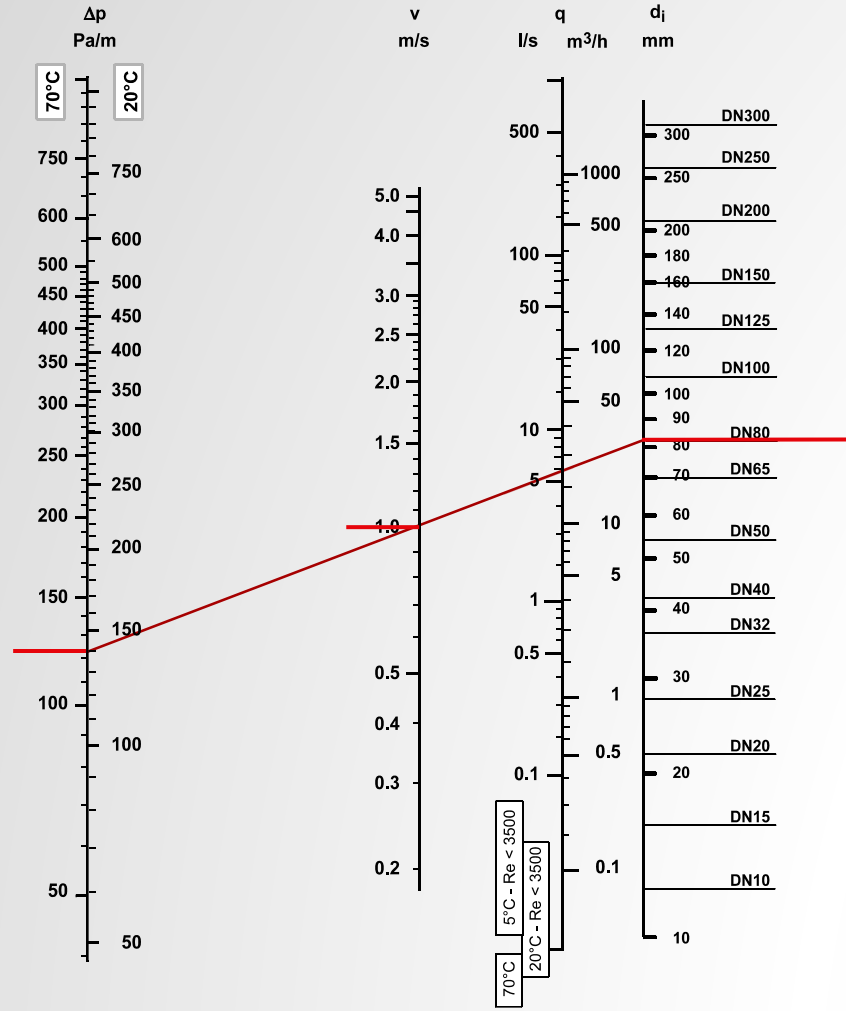
Δp es 140 Pa/m.

Con agua a 70°C

Δp es 120 Pa/m.

Pérdida de carga en las tuberías

ejercicio



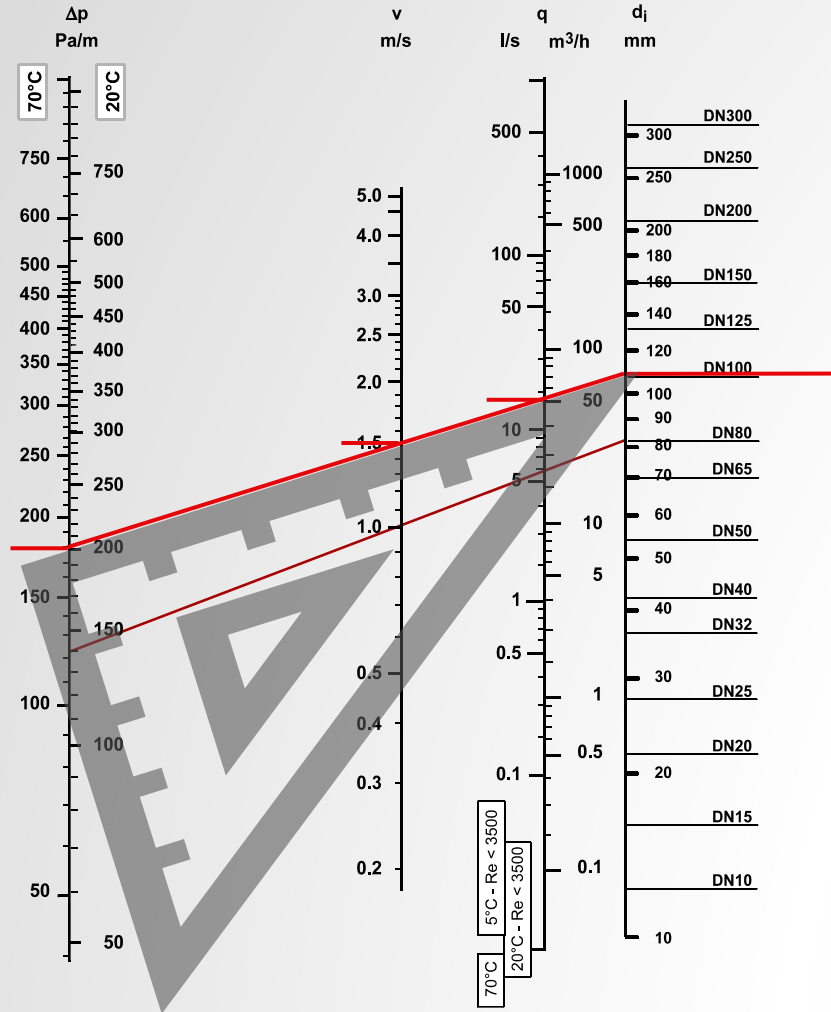
Ejemplo:

La tubería es DN80 y el caudal es 25 m³/h.

Entonces la Δp en la tubería es 140 Pa/m y la velocidad es 1 m/s.

Pérdida de carga en las tuberías

ejercicio



Ejemplo:

La tubería es DN100 y el caudal es 50 m³/h.

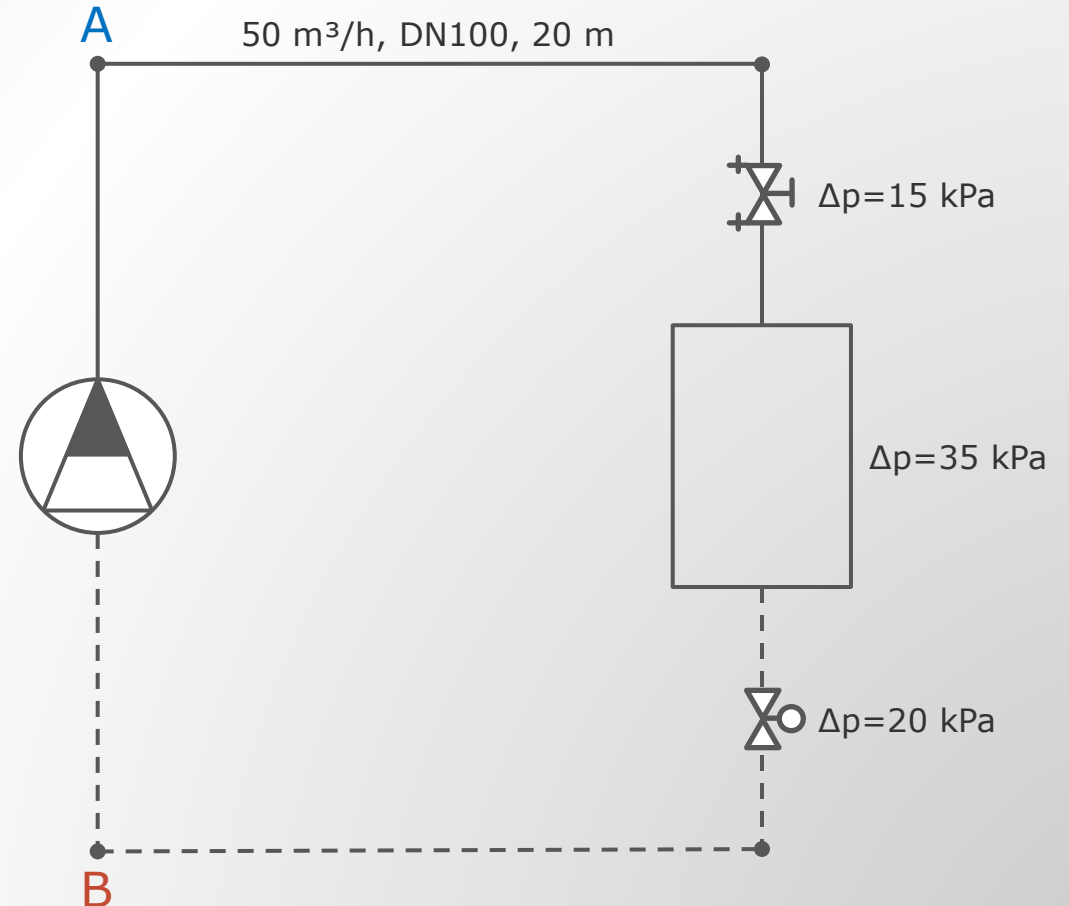
Entonces la Δp en la tubería es 200 Pa/m y la velocidad es 1,5 m/s.

Pérdida de carga en las tuberías

ejercicio

Calcular la pérdida de carga entre A y B

- Calcular la pérdida de carga en las tuberías.
- Añadir la pérdida de carga de la unidad terminal y válvulas.
- ¿Cómo varía el caudal si la presión disponible entre A y B aumenta un 20%?



Pérdida de carga en las tuberías

ejercicio

Pérdida de carga en las tuberías

Del ábaco (50 m³/h y DN100) → 200 Pa/m

Para 40 m de tubería (ida y vuelta)

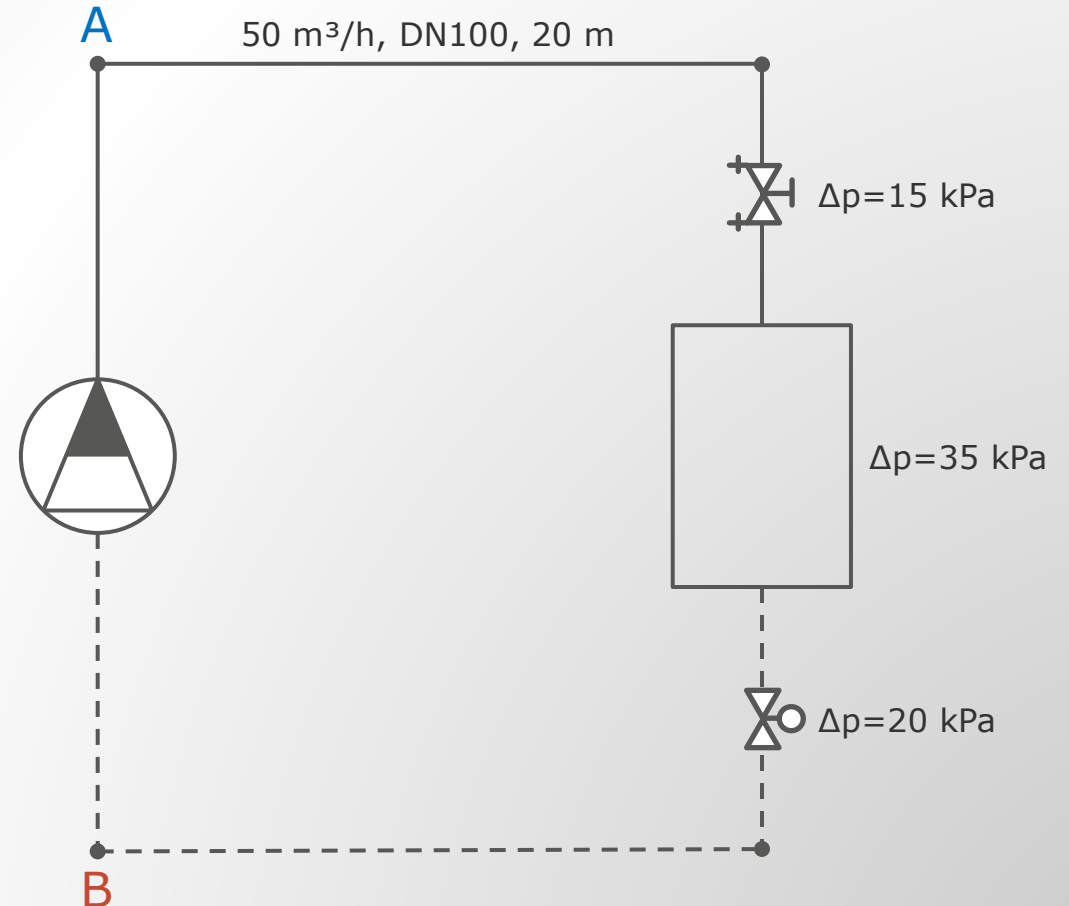
$$\Delta p = 40 \text{ m} \times 200 \text{ Pa/m} = 8,0 \text{ kPa}$$

$$\text{Total} = 8 + 35 + 15 + 20 = 78 \text{ kPa}$$

Aumento de caudal por incremento de la Δp un 20%

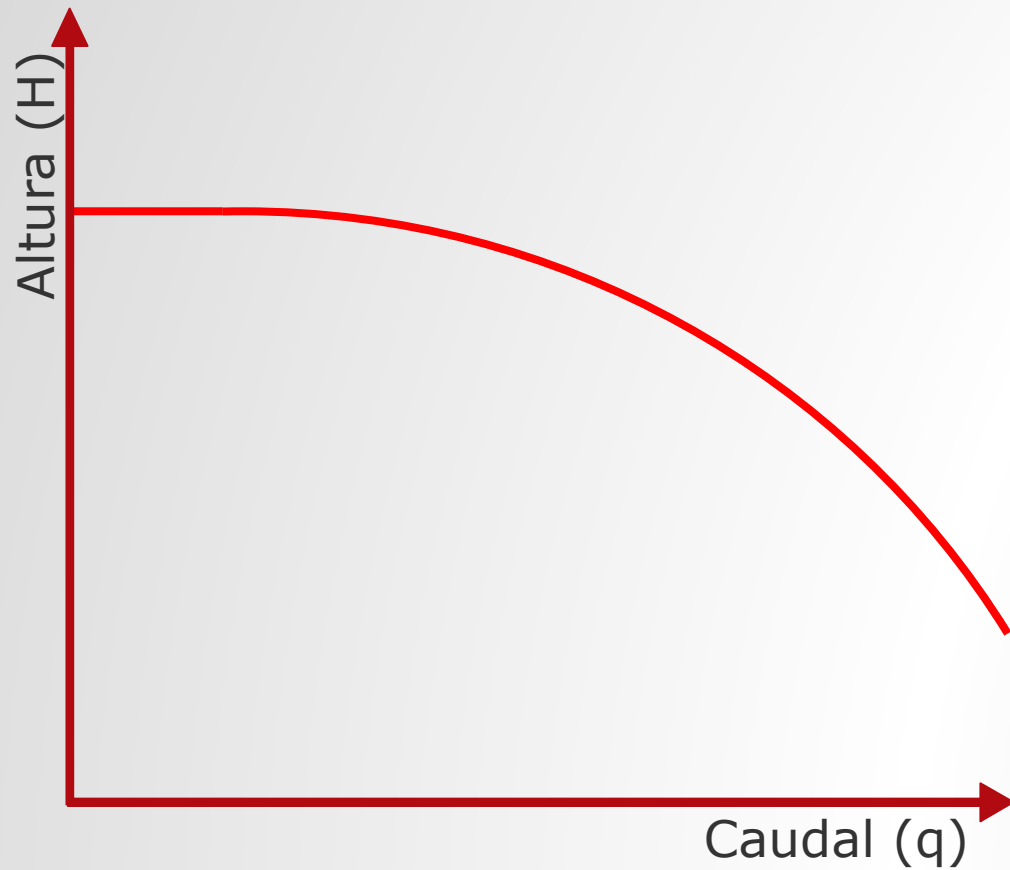
$$q = 1,2^{0,5} - 1 = 10\%$$

$$q = 50 \times 1,1 = 55 \text{ m}^3/\text{h}$$



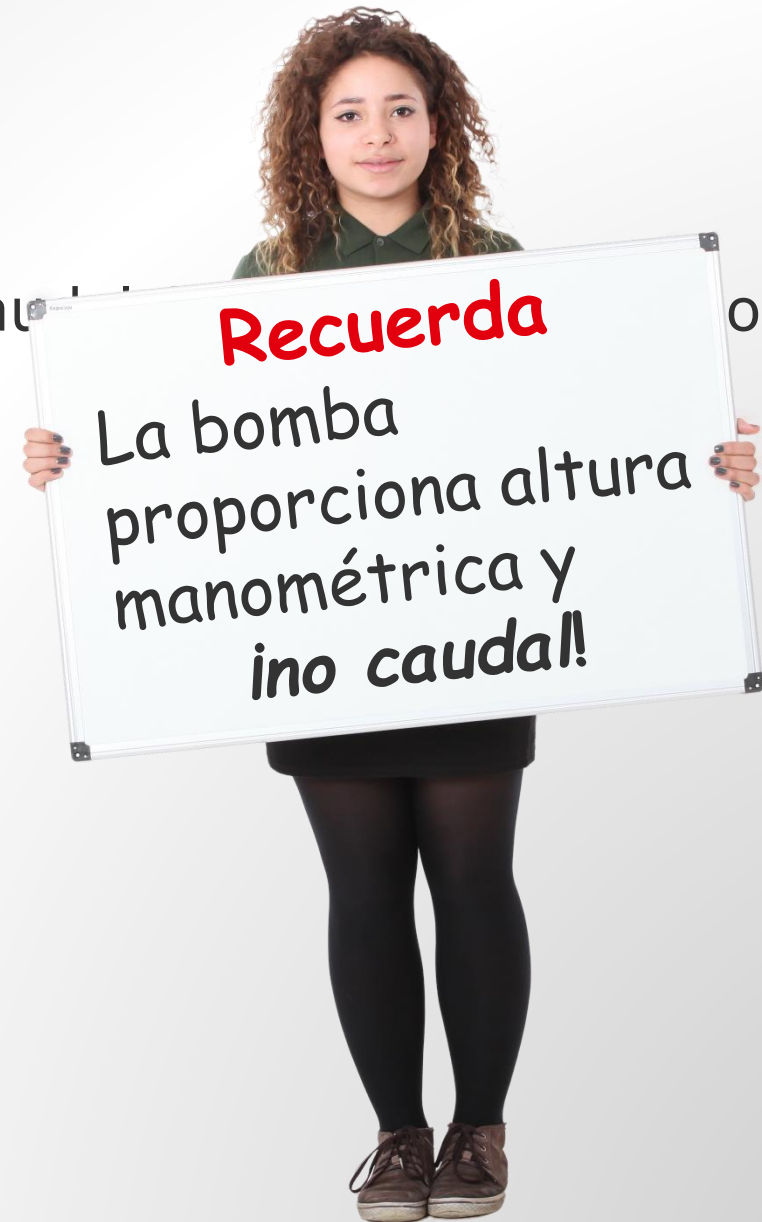
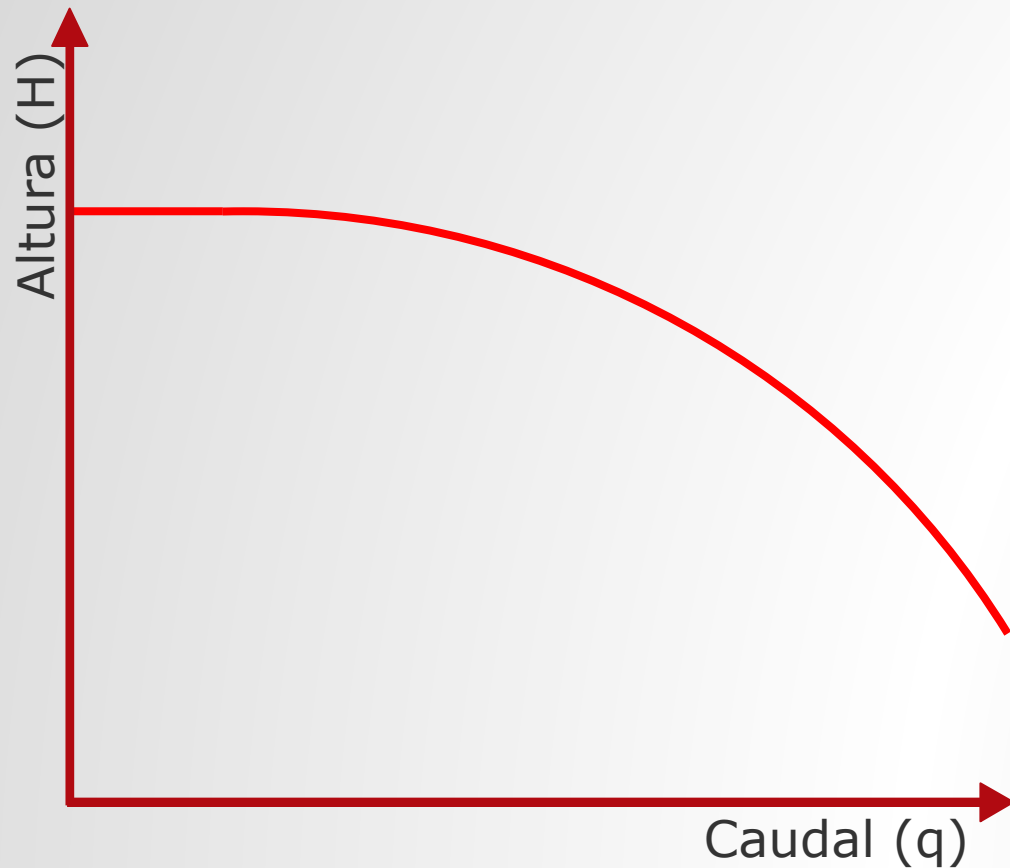
Bombas

La altura (H) disminuye cuando aumenta el caudal (q) a través de la bomba.



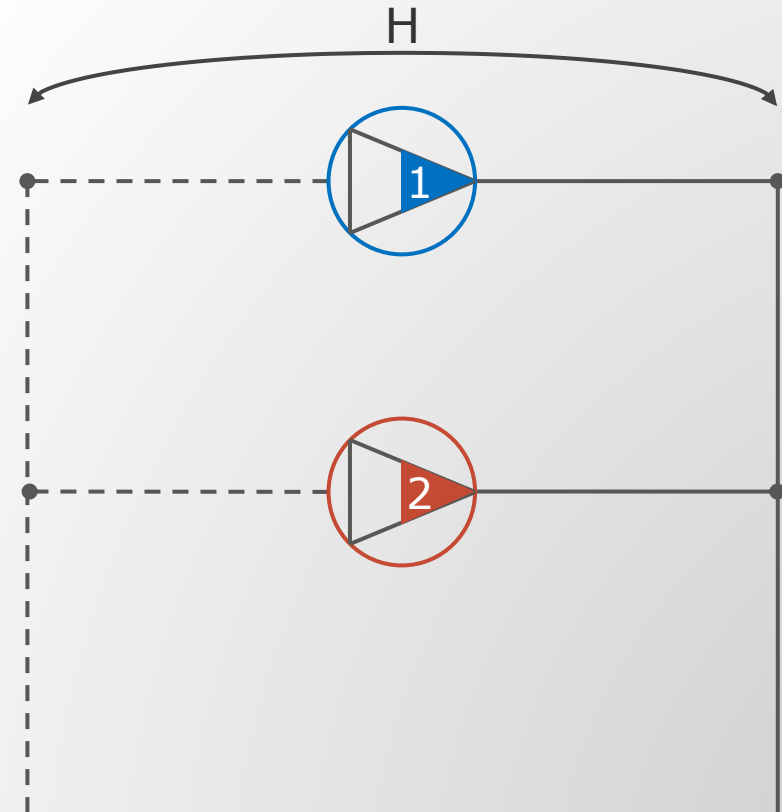
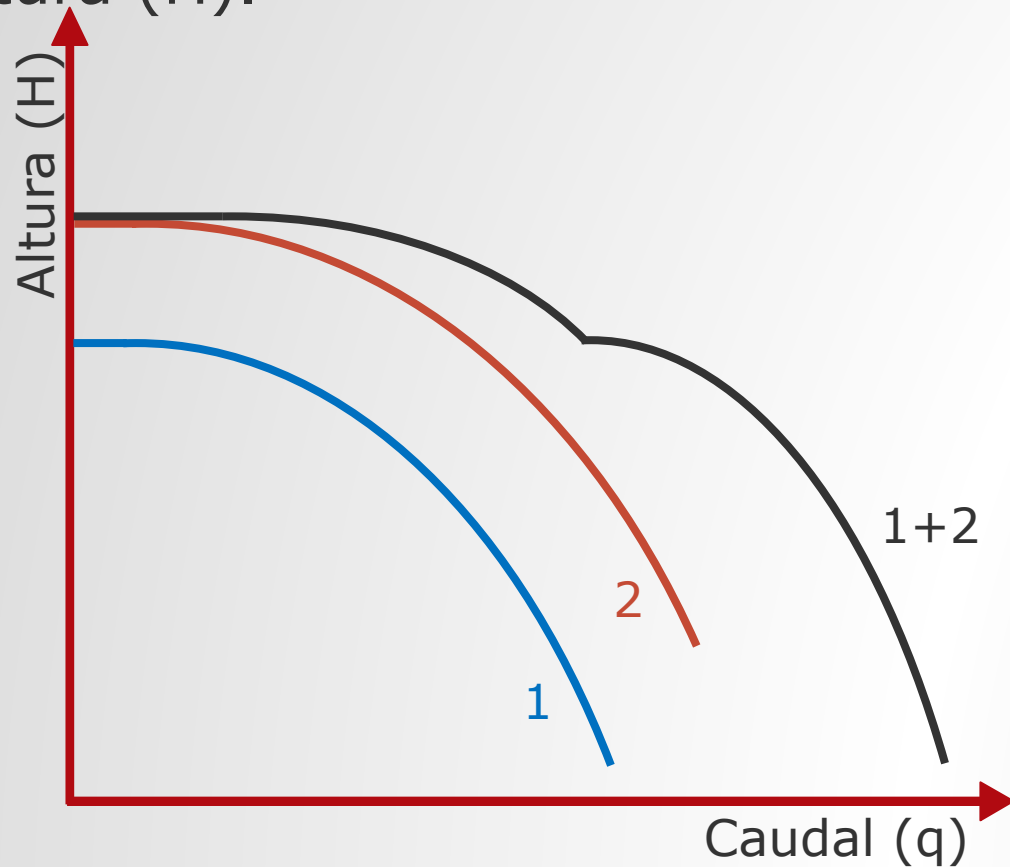
Bombas

La altura (H) disminuye cuando aumenta el caudal de la bomba.



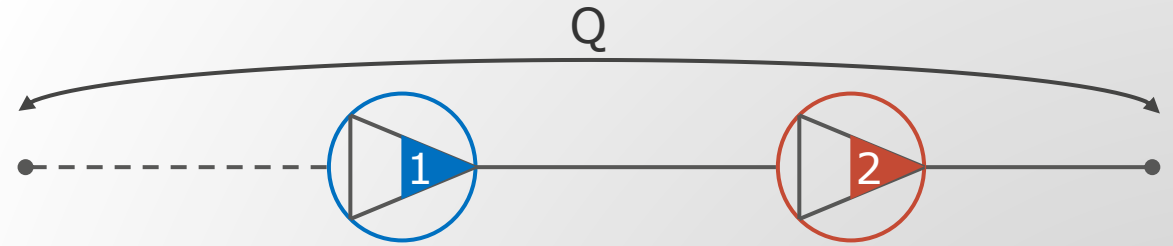
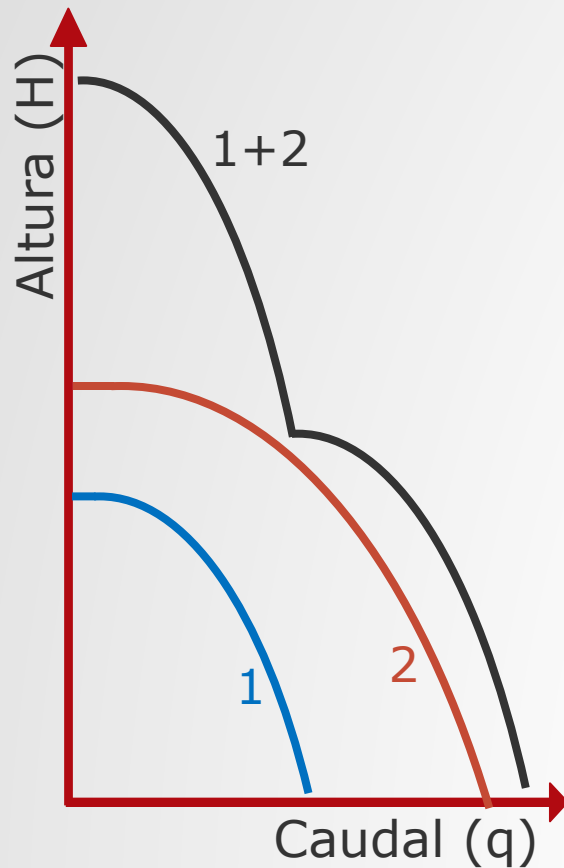
Bombas en paralelo

Las bombas funcionando en paralelo aumentarán el caudal (q), pero no la altura (H).

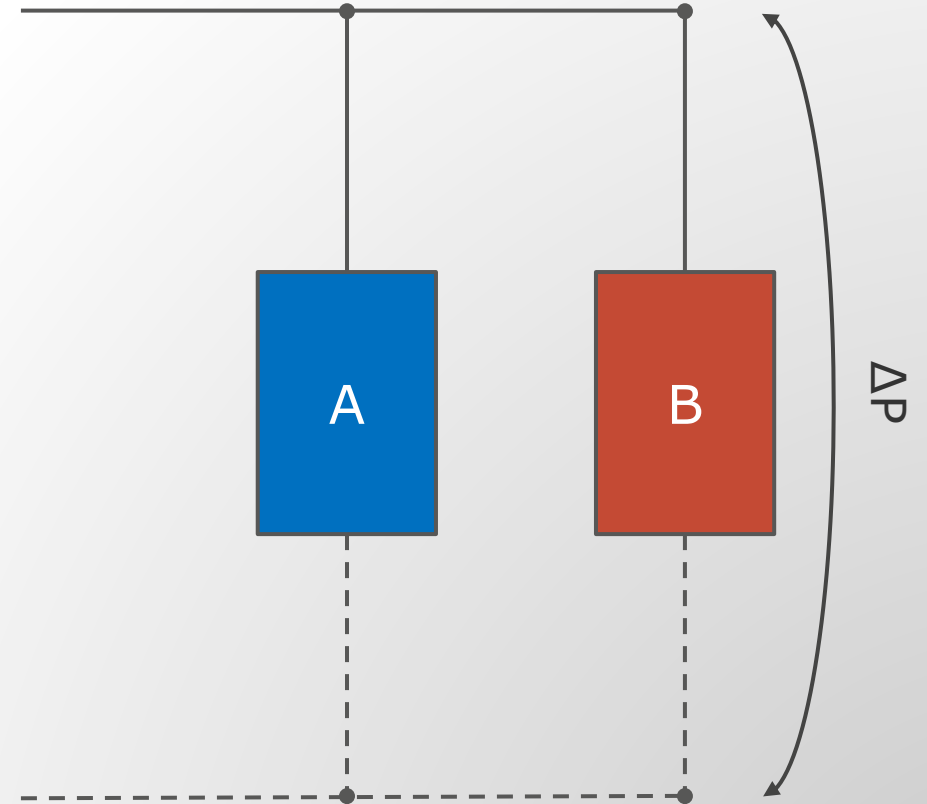
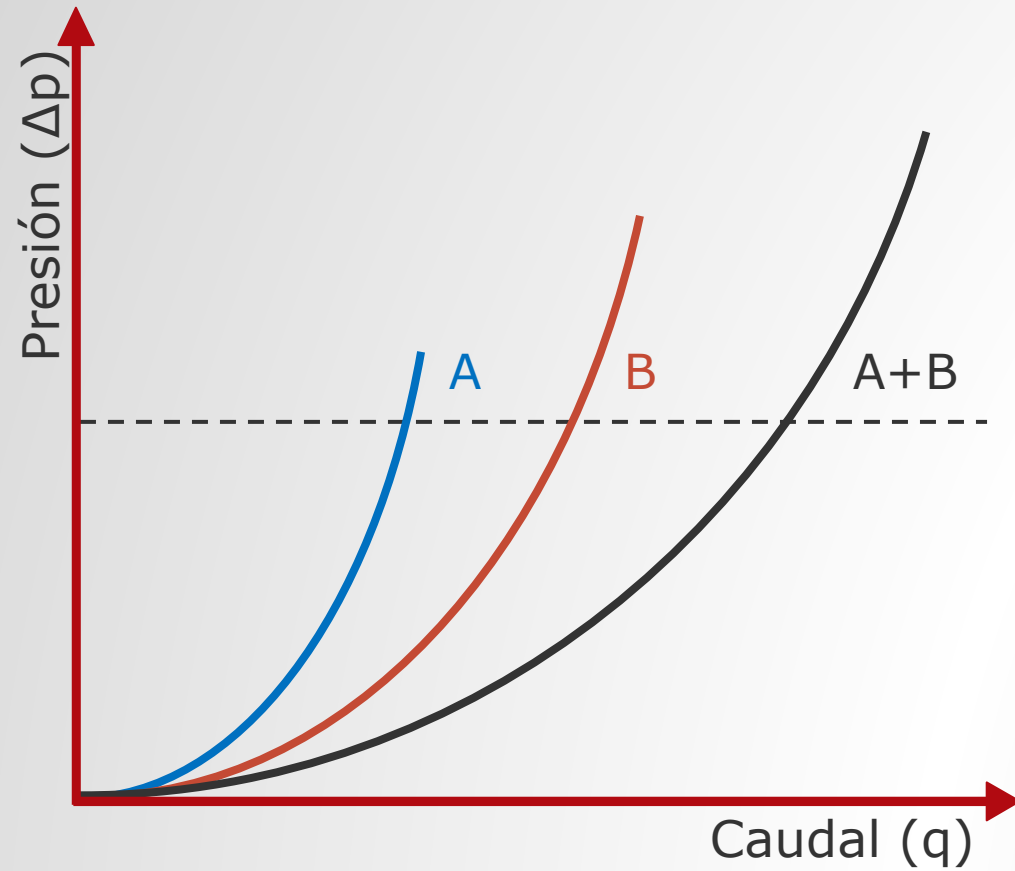


Bombas en serie

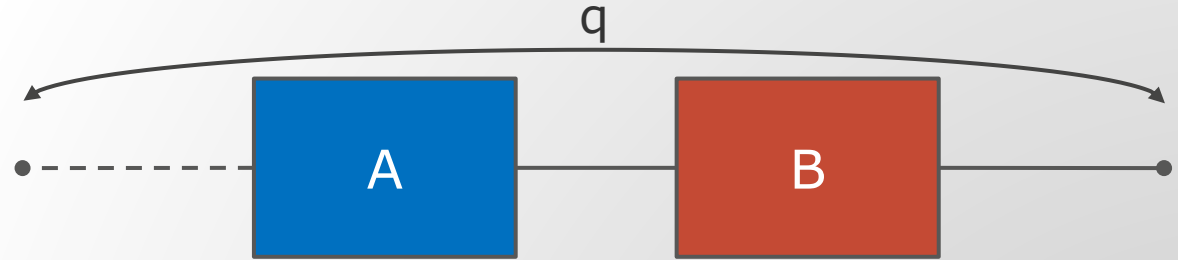
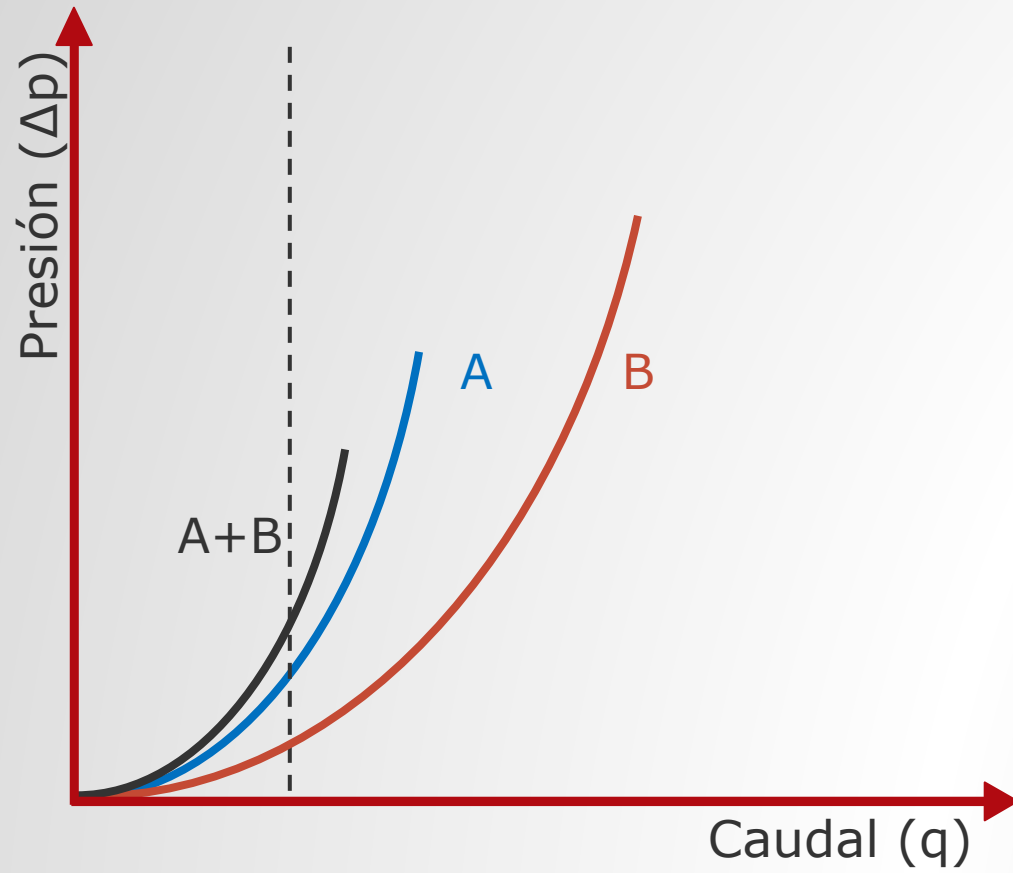
Las bombas funcionando en serie aumentará la altura (H), pero no el caudal (q).



Curva característica del sistema en paralelo

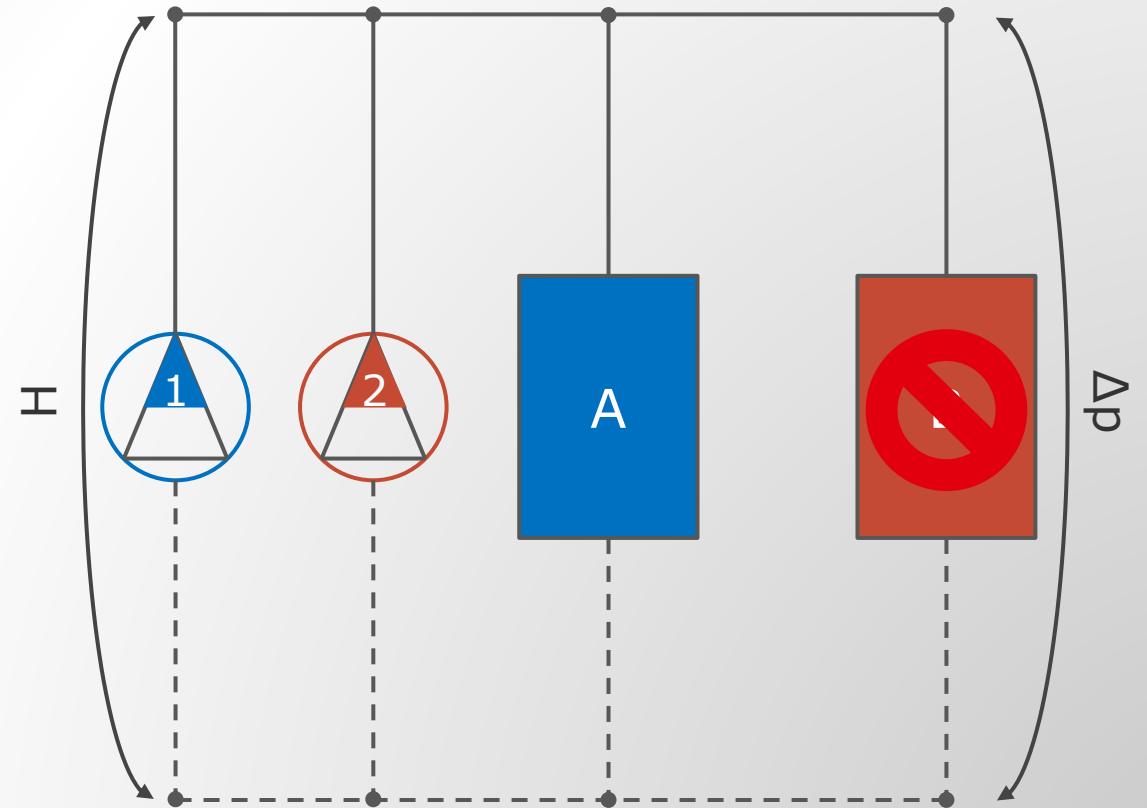
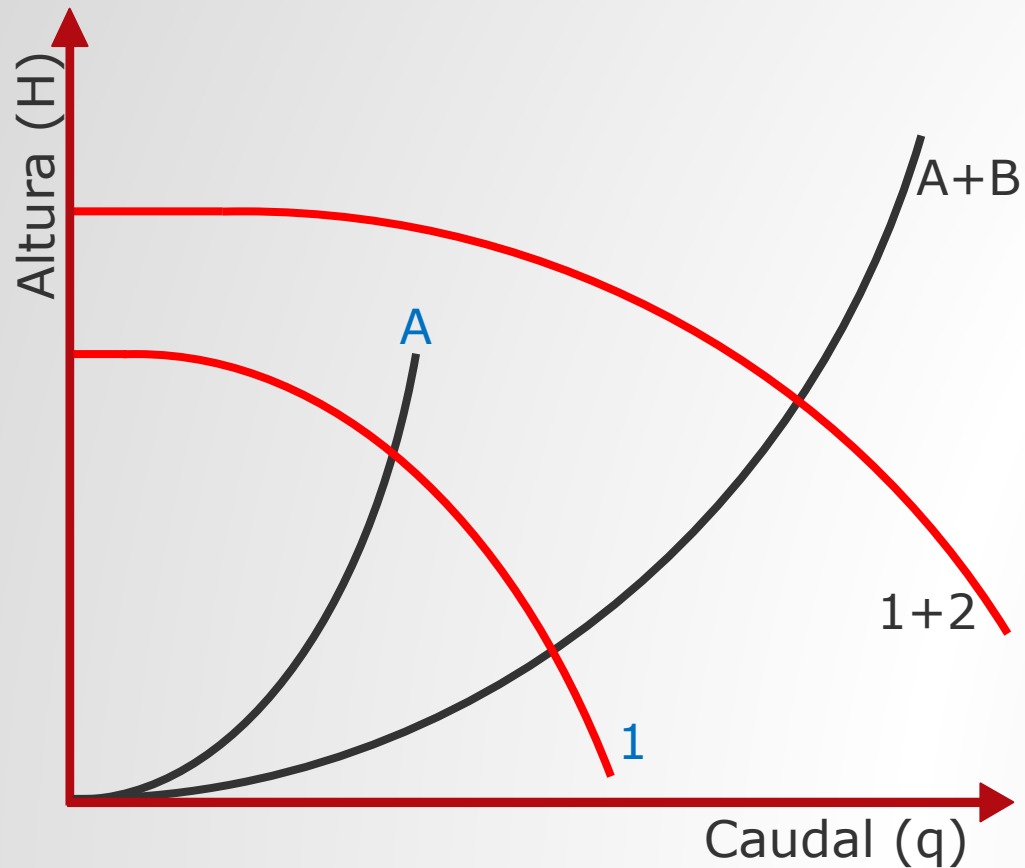


Curva característica del sistema en serie



Curva característica del sistema + bombas

¡Cuando una unidad terminal cierra, el caudal total se divide por 2!



Curva característica del sistema + bombas

¿Cuándo una unidad terminal cierra, el caudal?

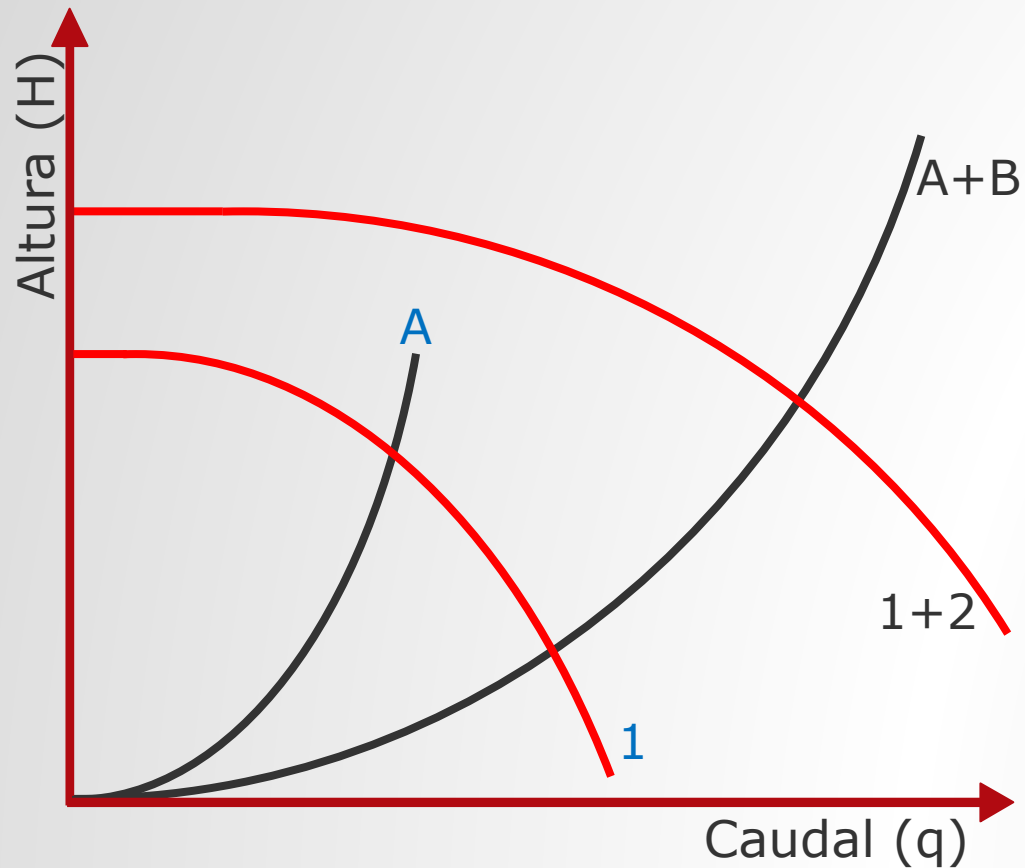


Tabla de conversión de presión y caudal

	m.c.a	Pa	kPa	bar
1 m.c.a.	1	9806,38	9,80638	0,0981
1 Pa	0,000101974	1	0,001	0,00001
1 kPa	0,101974	1000	1	0,01
1 bar	10,1974	100000	100	1

	m³/h	l/h	l/s
1 m ³ /h	1	1000	0,277778
1 l/h	0,001	1	0,000277778
1 l/s	3,6	3600	1

1. Normativa aplicable.

2. Conceptos básicos.

3. Tipos de válvulas de equilibrado y control hidráulico.

4. Principios de equilibrado y control hidráulico: selección de válvulas.

5. Introducción a la teoría de control de temperatura en HVAC.

6. El control de la Δp es crucial.

7. Válvula independiente de la presión PICV.

8. Ventajas de usar una PICV.

9. Soluciones Danfoss para edificios comerciales y no residenciales.



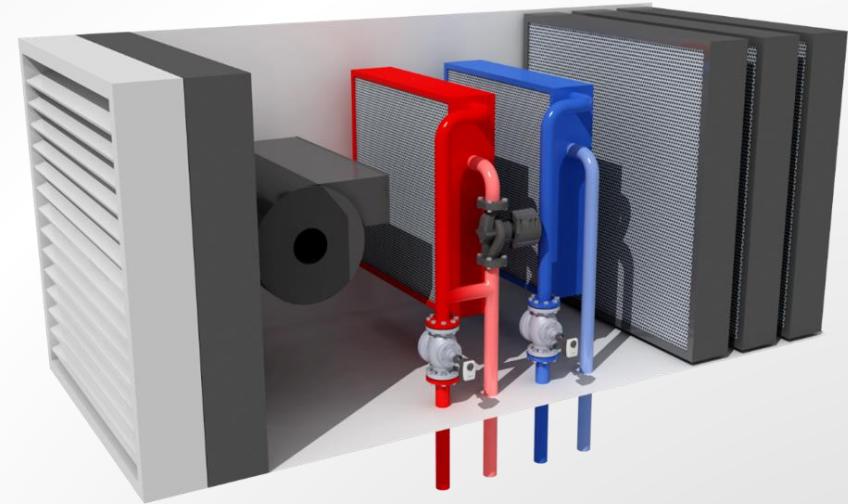
¿Dónde se utilizan las válvulas?

En los sistemas hidráulicos, los equipos terminales utilizan válvulas de equilibrado y control.

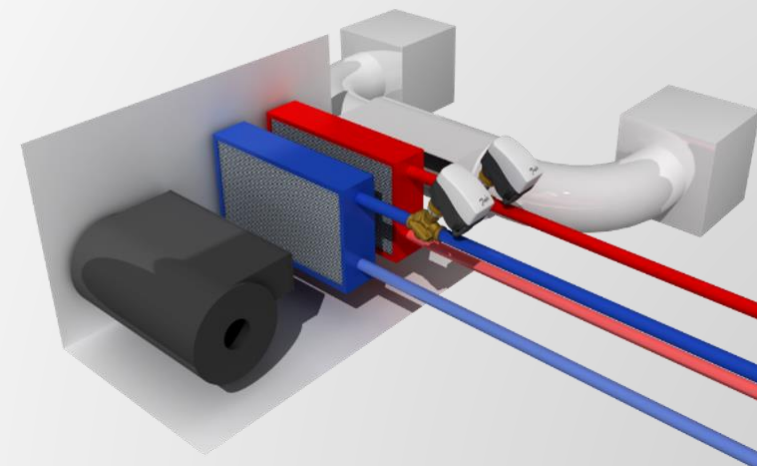
El **objetivo** de la **válvula de equilibrado** es garantizar el **caudal** de **diseño** del equipo terminal.

El **objetivo** de la **válvula de control** es **mantener** la **temperatura** ambiente del lugar a acondicionar.

UTA
(unidad de tratamiento de aire)

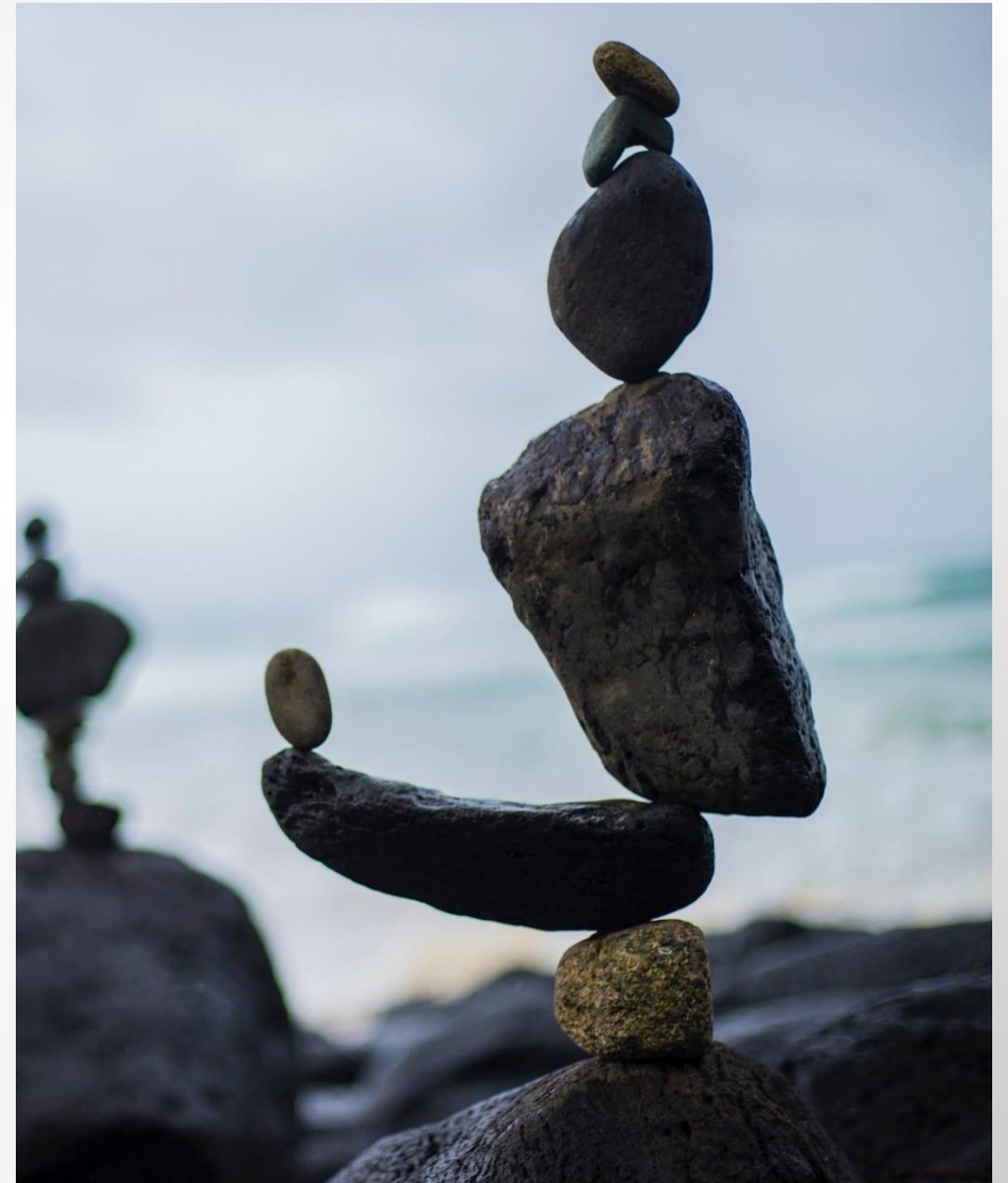


Fancoil



¿Qué es el equilibrado hidráulico?

Un sistema está equilibrado si tenemos la presión diferencial y los caudales adecuados en todas las columnas, ramales e intercambiadores de calor, tanto en condiciones de carga plena y parcial.



Tipos de válvulas de equilibrado hidráulico



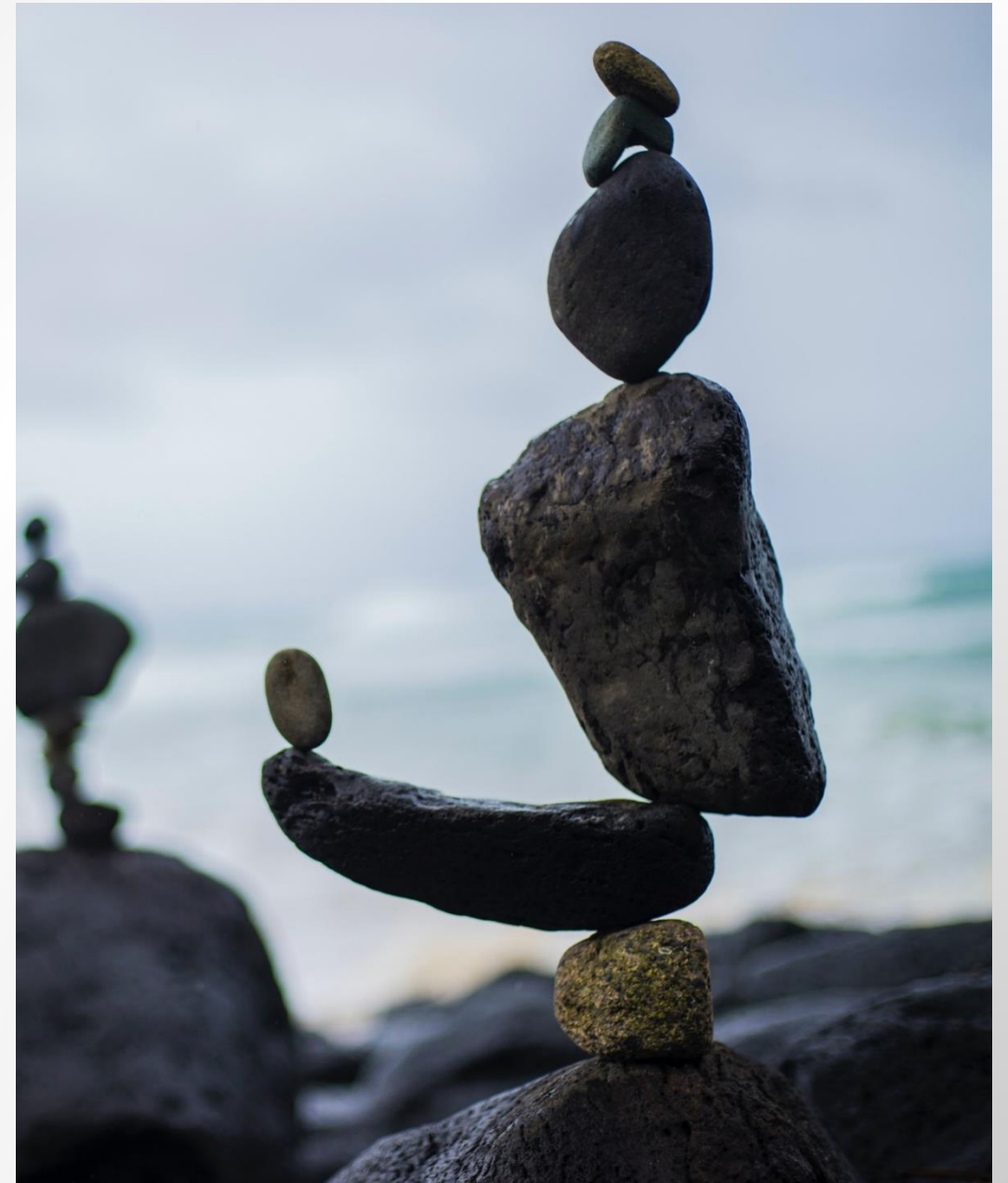
equilibrado
estático



limitador
caudal

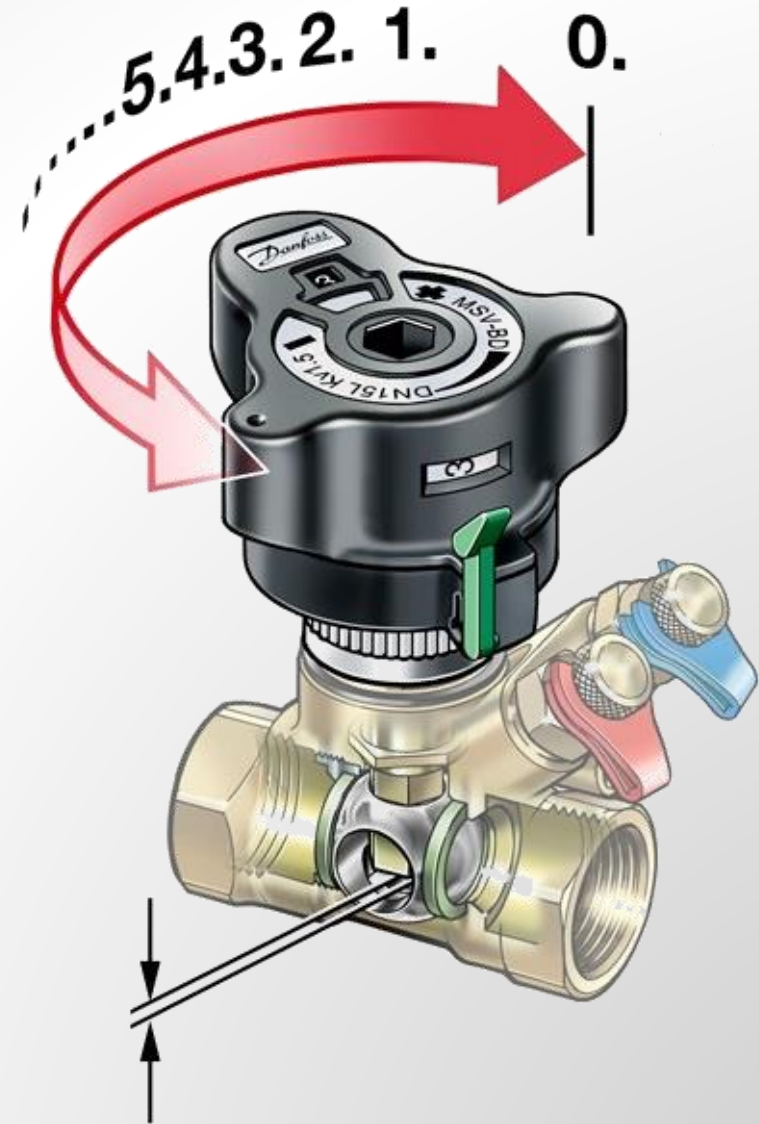


equilibrado
automático



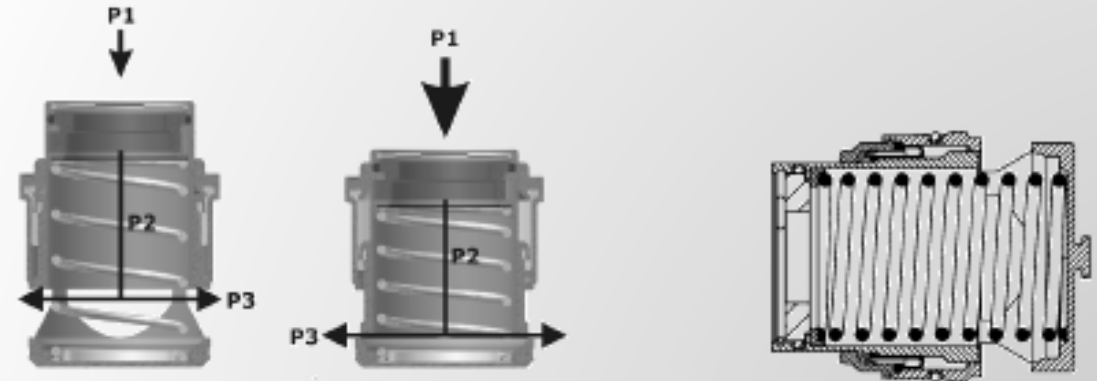
Tipos de válvulas de equilibrado hidráulico **equilibrado estático (MBV)**

- Una MBV debe de ser capaz de proporcionar 2 funciones en un sistema hidráulico: la **posibilidad de regular y medir el caudal** en un equipo terminal o circuito.
- Funciona con una resistencia fija que se puede ajustar manualmente. De esta manera variar su coeficiente de caudal (k_v).
- Mientras la **Δp sobre la MBV se mantenga constante**, se puede regular y medir caudal.



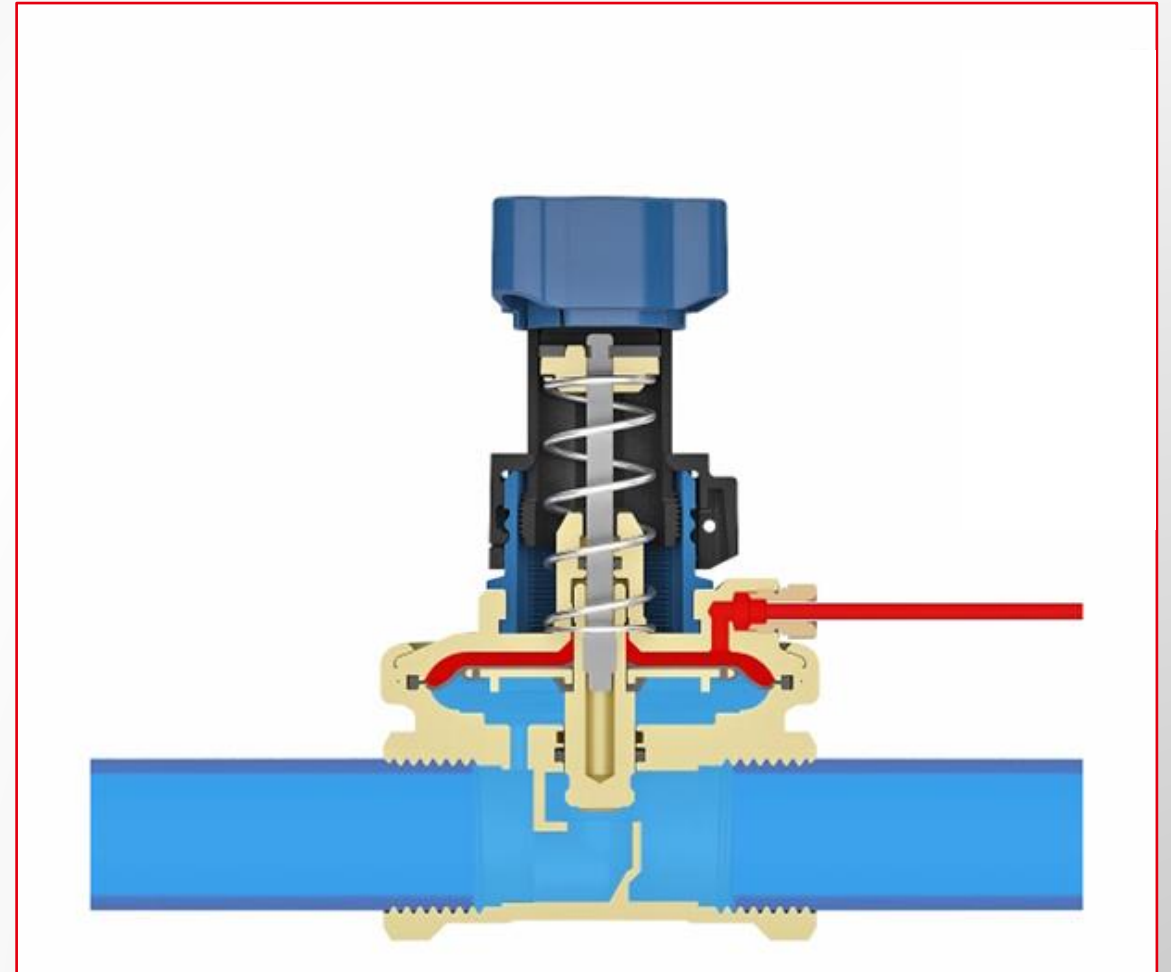
Tipos de válvulas de equilibrado hidráulico limitador de caudal (FL)

- Un FL incluye un cartucho con resorte, que se mueve hacia adelante y hacia atrás dependiendo de la Δp disponible a través de la válvula.
- Este movimiento regula su orificio de paso para mantener un **caudal constante**.
- **Aunque se puede medir la Δp en la válvula, se desconoce la posición de la copa y la cantidad de área disponible al paso de caudal (coeficiente de caudal $[k_v]$), por lo que **no es posible calcular caudal**.**



Tipos de válvulas de equilibrado hidráulico equilibrado automático (DPCV)

- Una DPCV es un dispositivo de equilibrio dinámico, que reacciona a las variaciones de presión en un circuito y es capaz de **mantener una Δp constante en un valor establecido**.
- Las variaciones de presión ocurren por la apertura y cierre de válvulas de control en un sistema de caudal variable.



¿Qué es el control hidráulico?

- Es controlar el **caudal de agua** que pasa a través de un intercambiador de calor, con el objetivo de mantener una temperatura deseada.
- Por medio de un controlador que nos mide la temperatura a través de una sonda, nos hará **abrir o cerrar** una válvula de control al accionar su actuador.



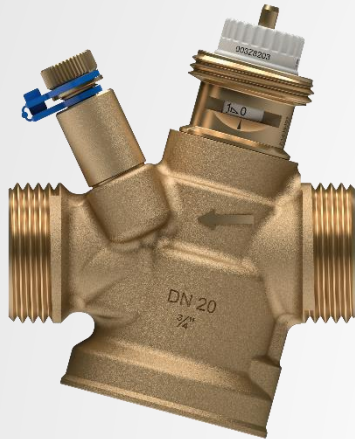
Tipos de válvulas de control hidráulico



Bola



Asiento



PICV



Tipos de válvulas de control hidráulico



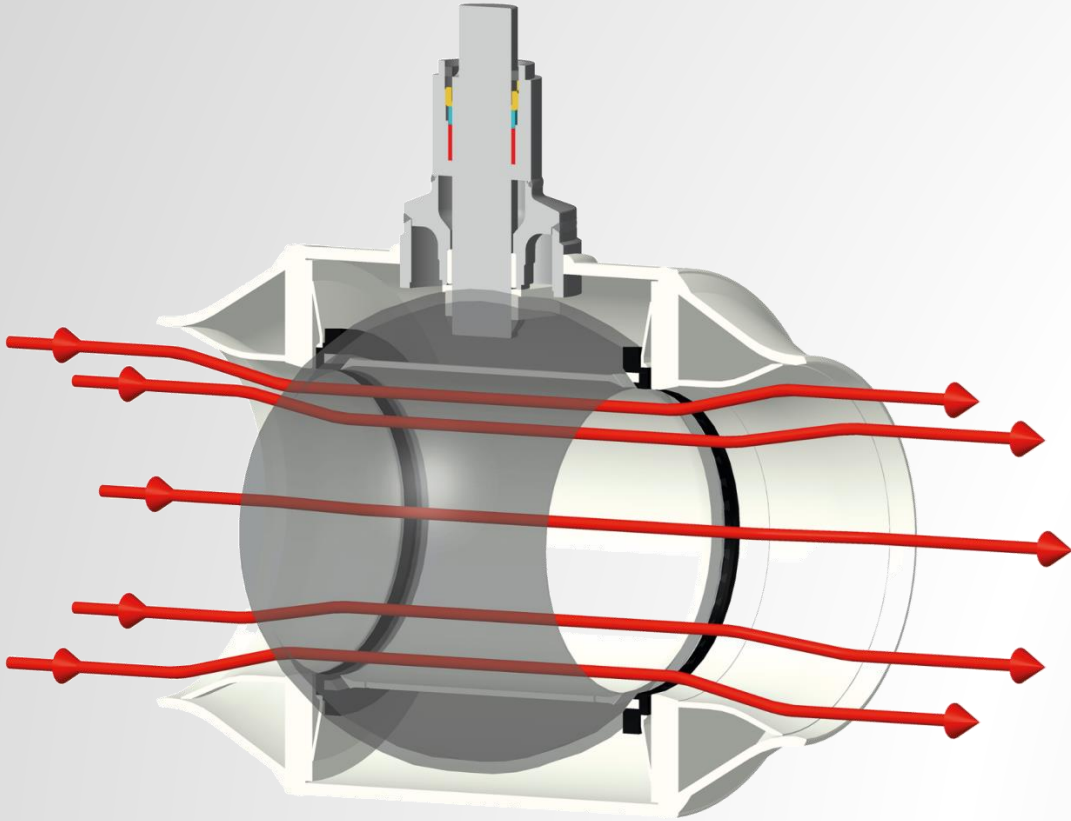
Tipos de válvulas de control hidráulico por su movimiento de apertura/cierre



Lineal – Tipo Asiento

- Pose un asiento en forma de cono y un vástago.
- Para regular el caudal el vástago se abre y cierra en forma lineal.
- Tienen una gran capacidad de regulación de caudal; el caudal es proporcional al porcentaje de apertura.
- Son excelentes para aplicaciones donde se requiere un control preciso de caudal.

Tipos de válvulas de control hidráulico por su movimiento de apertura/cierre



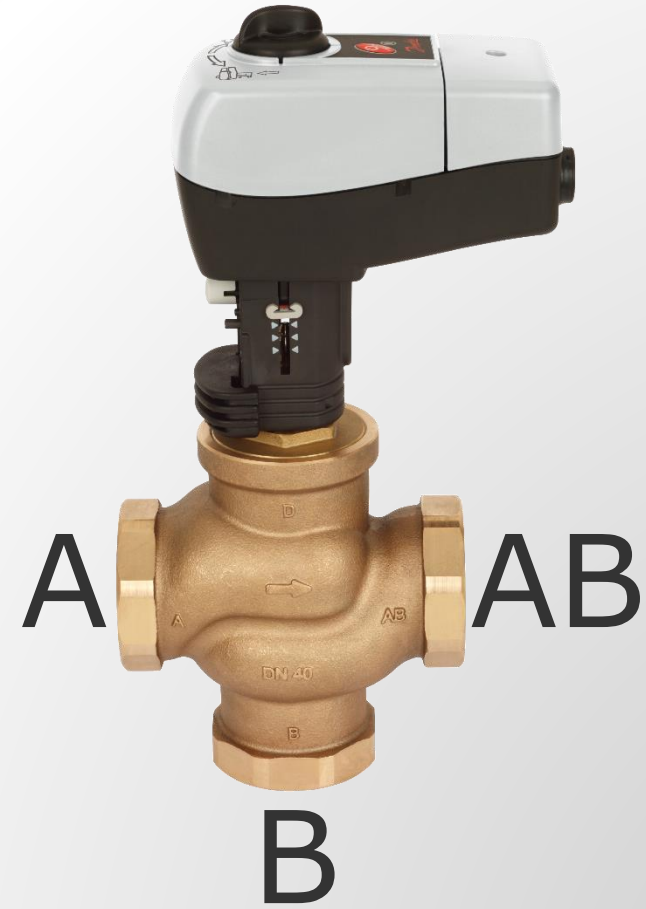
Rotativa – Tipo Bola

- Posee una bola con orificio.
- Para regular el caudal la bola se abre y cierra haciéndola rotar 90° .
- Son de acción rápida, con un pequeño porcentaje de apertura permite el paso de una gran cantidad de caudal.
- La caída de presión a través de la válvula es muy pequeña.
- Recomendadas para aplicaciones de control Todo/Nada.

Tipos de válvulas de control hidráulico por el número de puertos: 2 vías

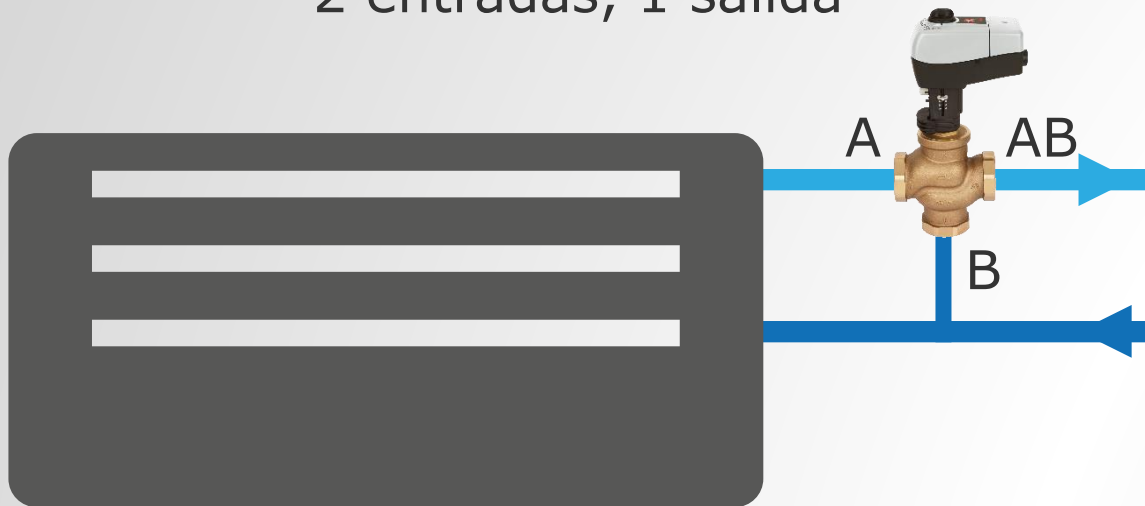


Tipos de válvulas de control hidráulico por el número de puertos: 3 vías



Tipos de válvulas de control hidráulico por el número de puertos: 3 vías

Mezcla
2 entradas, 1 salida

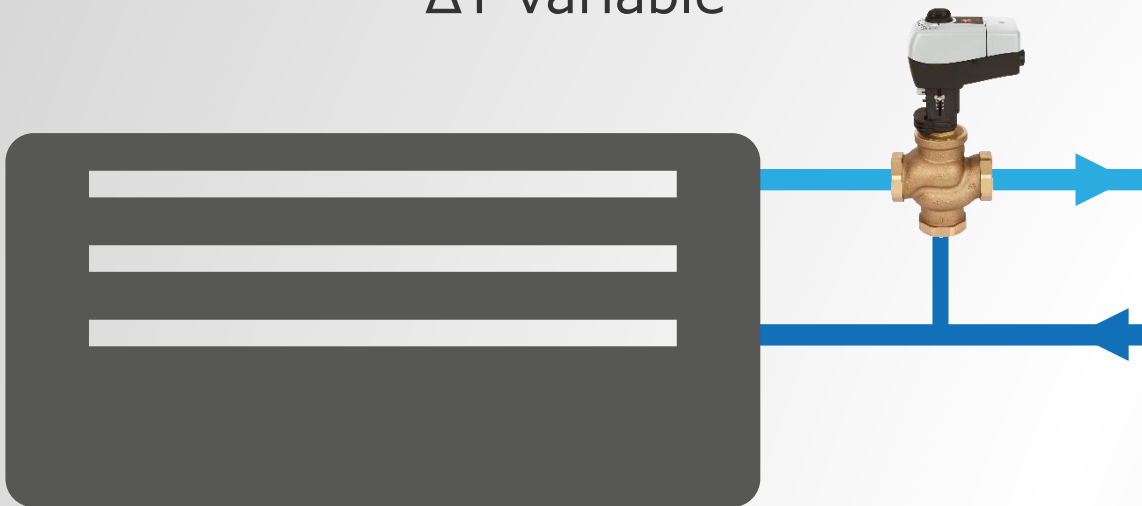


Divergente
1 entrada, 2 salidas



Tipos de válvulas de control hidráulico por el número de puertos: 3 vías vs 2 vías

Caudal constante
 ΔT variable

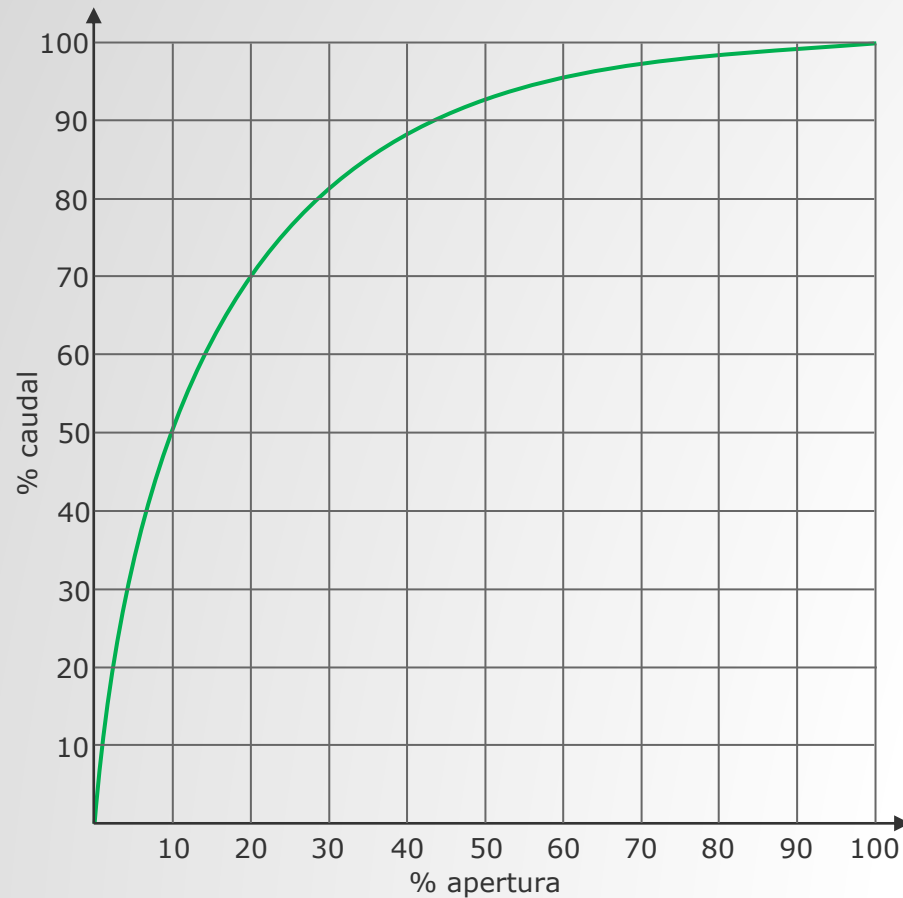


Caudal variable
 ΔT constante



Tipos de válvulas de control hidráulico

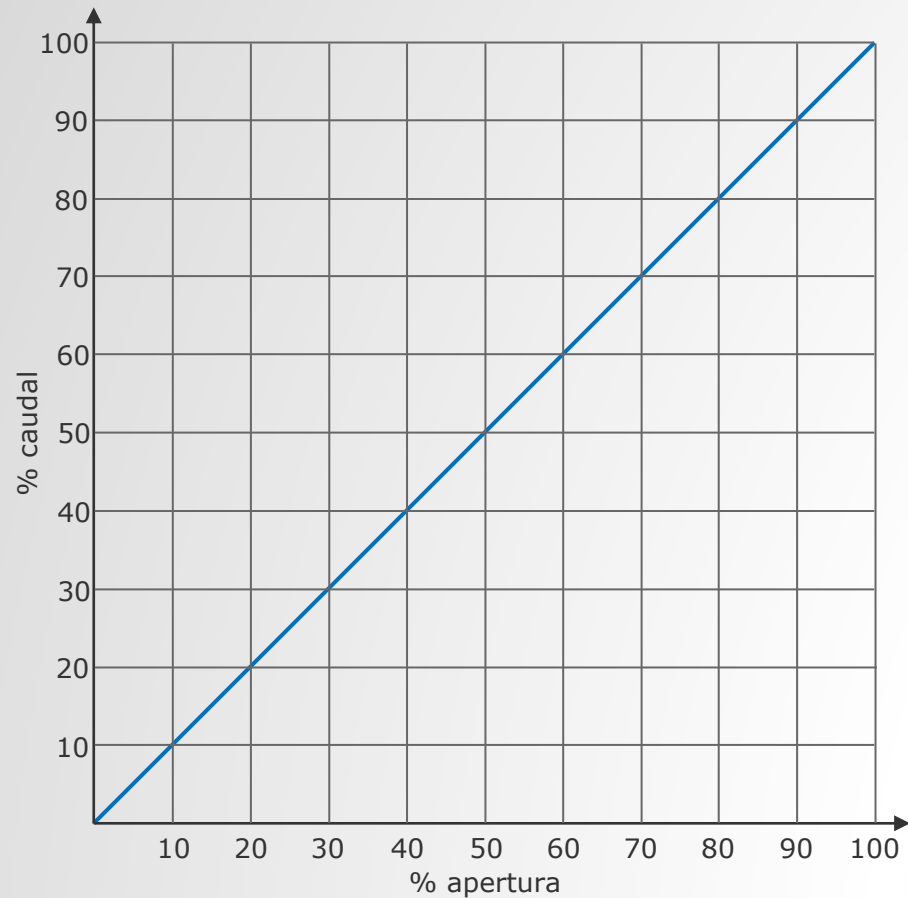
característica de control: apertura rápida



- Al comienzo de la carrera, la ganancia de la válvula es alta (el caudal aumenta rápidamente) y hacia la apertura completa, el incremento es pequeño.
- Es la característica típica de una válvula de bola o de mariposa.

Tipos de válvulas de control hidráulico

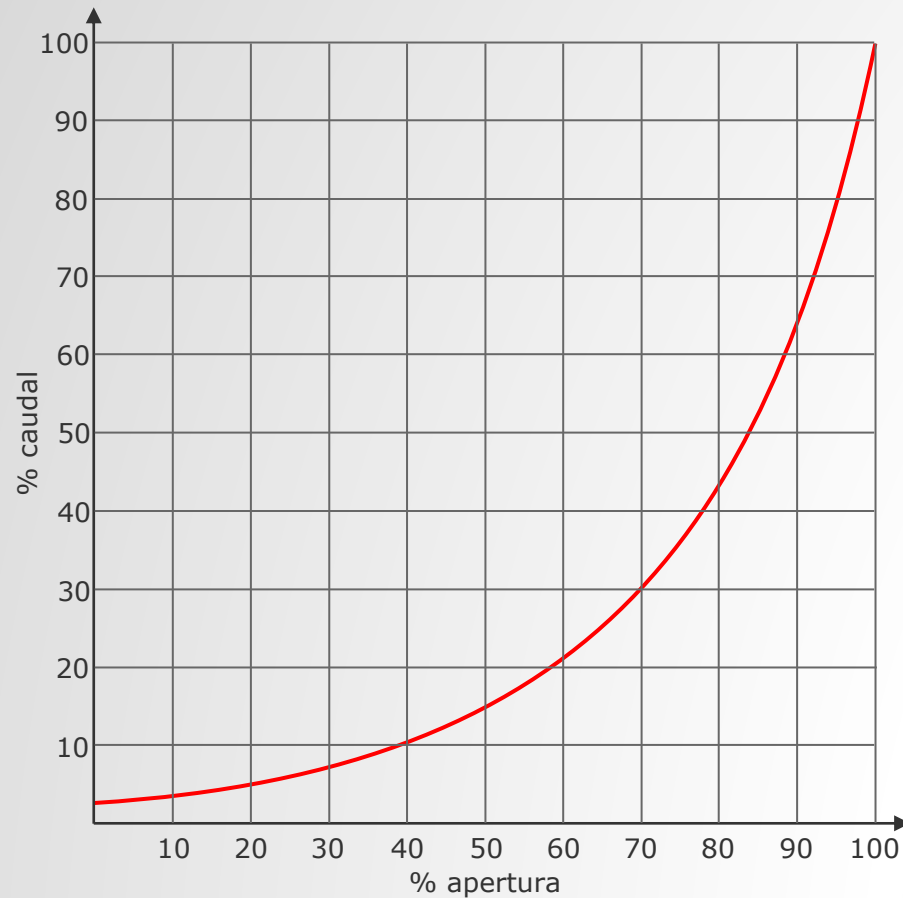
característica de control: lineal



- El caudal es igual al grado de apertura de la válvula.

Tipos de válvulas de control hidráulico

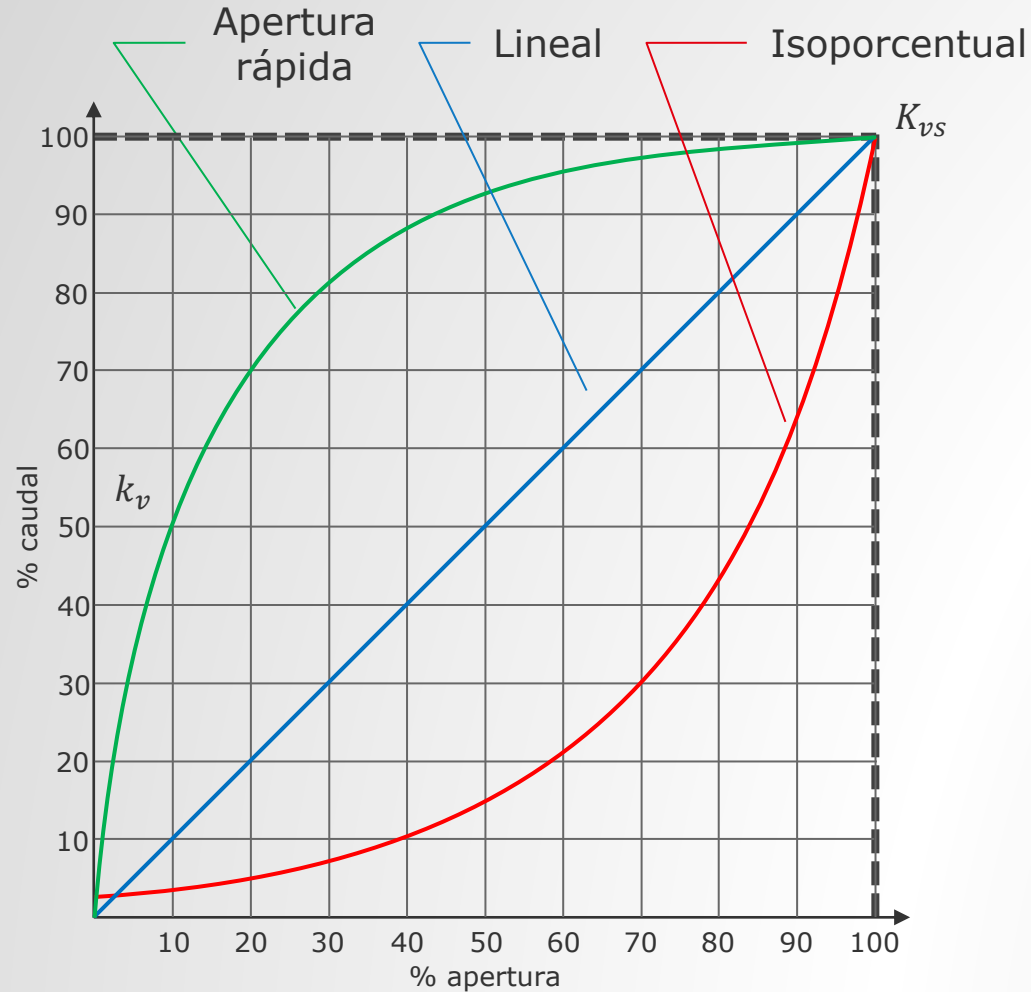
característica de control: isoporcentual



- Conforme la válvula va abriendo el % de caudal es pequeño, a medida que va incrementando la apertura el % de caudal aumenta.
- Es la característica típica de una válvula de asiento.

Tipos de válvulas de control hidráulico

característica de control: valor de K_{vs} y k_v



- El **K_{vs}** es el máximo k_v (para la válvula totalmente abierta).
- La curva que representa el k_v (caudal) en función de la apertura, a **Δp constante**, es la **característica de control** de la válvula.
- El **coeficiente de caudal** (k_v) es un factor de diseño que relaciona la diferencia de presión (Δp) entre la entrada y salida de la válvula con el caudal que pasa a través de ella.

Tipos de válvulas de control hidráulico

característica de control: valor de K_{vs} y k_v

Se define como el caudal en metros cúbicos por hora (m^3/h) de agua a una temperatura de 16 °C con una caída de presión constante a través de la válvula de 1 bar. Se expresa de la siguiente forma:

$$k_v = \frac{q (m^3/h)}{\sqrt{\Delta p (bar)}}$$

Fórmulas para poder calcular 1 variable cuando se conocen las otras 2:

- $q = k_v \times \sqrt{\Delta p} (m^3/h)$
- $\Delta p = \left(\frac{q}{k_v}\right)^2 (bar)$

Tipos de válvulas de control hidráulico
característica de control: valor de K_{vs} y k_v

Δp (bar) q (m ³ /h)	Δp (kPa) q (l/s)	Δp (kPa) q (l/h)	Δp (mm c.a.) q (l/h)
$q = k_v \times \sqrt{\Delta p}$	$q = \frac{k_v}{36} \times \sqrt{\Delta p}$	$q = 100k_v \times \sqrt{\Delta p}$	$q = 10k_v \times \sqrt{\Delta p}$
$\Delta p = \left(\frac{q}{k_v}\right)^2$	$\Delta p = \left(36 \frac{q}{k_v}\right)^2$	$\Delta p = \left(0,01 \frac{q}{k_v}\right)^2$	$\Delta p = \left(0,1 \frac{q}{k_v}\right)^2$
$k_v = \frac{q}{\sqrt{\Delta p}}$	$k_v = 36 \frac{q}{\sqrt{\Delta p}}$	$k_v = 0,01 \frac{q}{\sqrt{\Delta p}}$	$k_v = 0,1 \frac{q}{\sqrt{\Delta p}}$

Tipos de válvulas de control hidráulico

característica de control: valor de K_{vs} y k_v

Cuando se está utilizando agua con mezclas de glicol, es necesario hacer ajuste en la formula considerando la densidad específica del fluido.

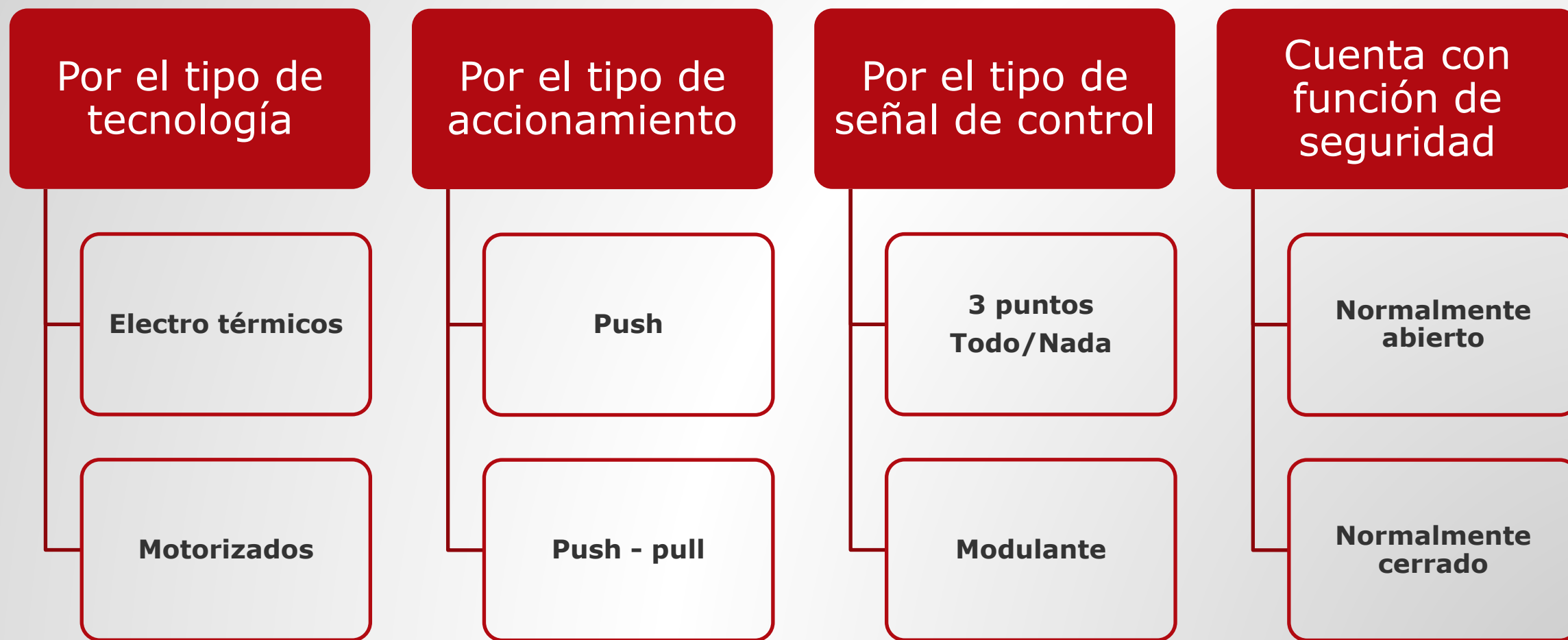
$$k_v = \frac{q \text{ (m}^3\text{/h)}}{\sqrt{\frac{\Delta p \text{ (bar)}}{\text{densidad específica}}}}$$

La densidad específica es la relación que hay entre la densidad de una sustancia y la densidad de otra tomada como referencia y nos da un valor adimensional. Para sistemas hidráulicos se toma como referencia el agua a 4 °C y 1 atmósfera de presión (1000 kg/m³).

$$\text{densidad específica} = \frac{\rho_{mezcla}}{\rho_{agua}}$$

Datos del medio	Densidad (kg/m³)	Densidad Específica
Etilenglicol - 5%	1009	1,009
Etilenglicol - 10%	1019	1,019
Etilenglicol - 15%	1029	1,029
Etilenglicol - 20%	1038	1,038
Etilenglicol - 25%	1048	1,048
Etilenglicol - 30%	1056	1,056
Etilenglicol - 35%	1065	1,065
Etilenglicol - 40%	1074	1,074
Etilenglicol - 45%	1082	1,082
Etilenglicol - 50%	1090	1,09
Etilenglicol - 60%	1105	1,105
Propilenglicol - 5%	1006	1,006
Propilenglicol - 10%	1012	1,012
Propilenglicol - 15%	1019	1,019
Propilenglicol - 20%	1024	1,024
Propilenglicol - 25%	1030	1,03
Propilenglicol - 30%	1036	1,036
Propilenglicol - 35%	1040	1,04
Propilenglicol - 40%	1045	1,045
Propilenglicol - 45%	1049	1,049
Propilenglicol - 50%	1052	1,052
Propilenglicol - 60%	1056	1,056

Tipos de actuadores para válvulas de control



Tipos de actuadores para válvulas de control por el tipo de tecnología

Electro térmico

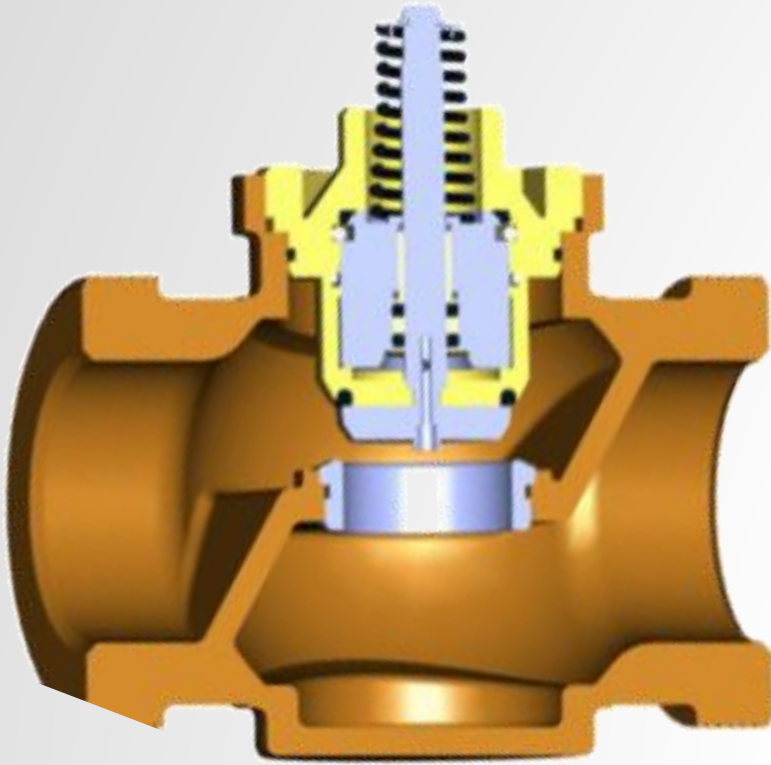


Motorizados



Tipos de actuadores para válvulas de control por el tipo de accionamiento

Push

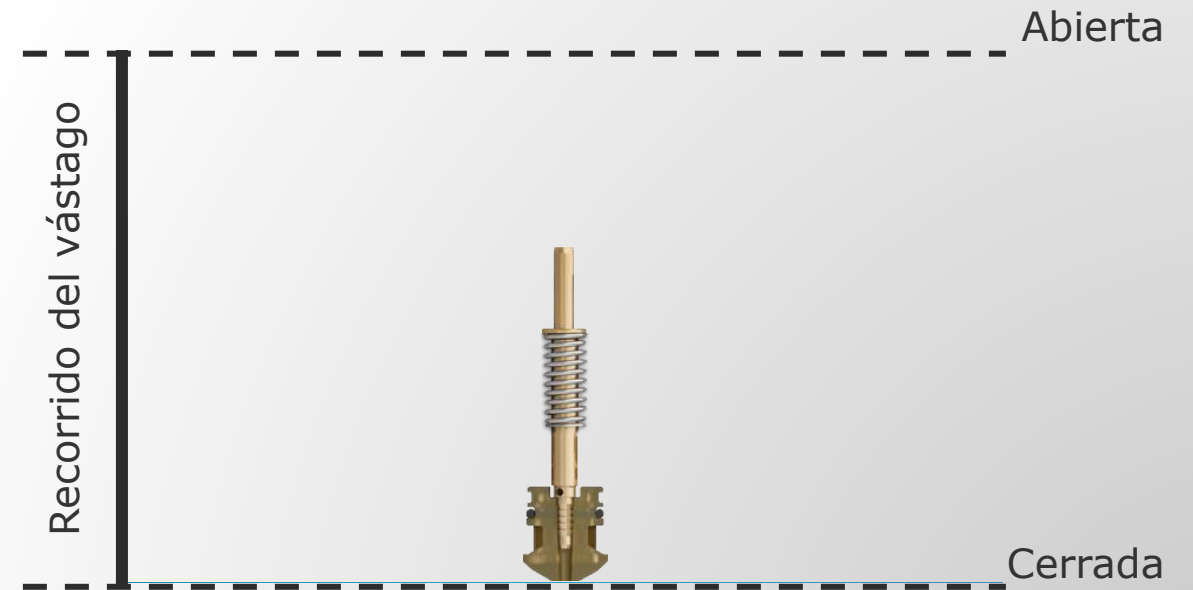
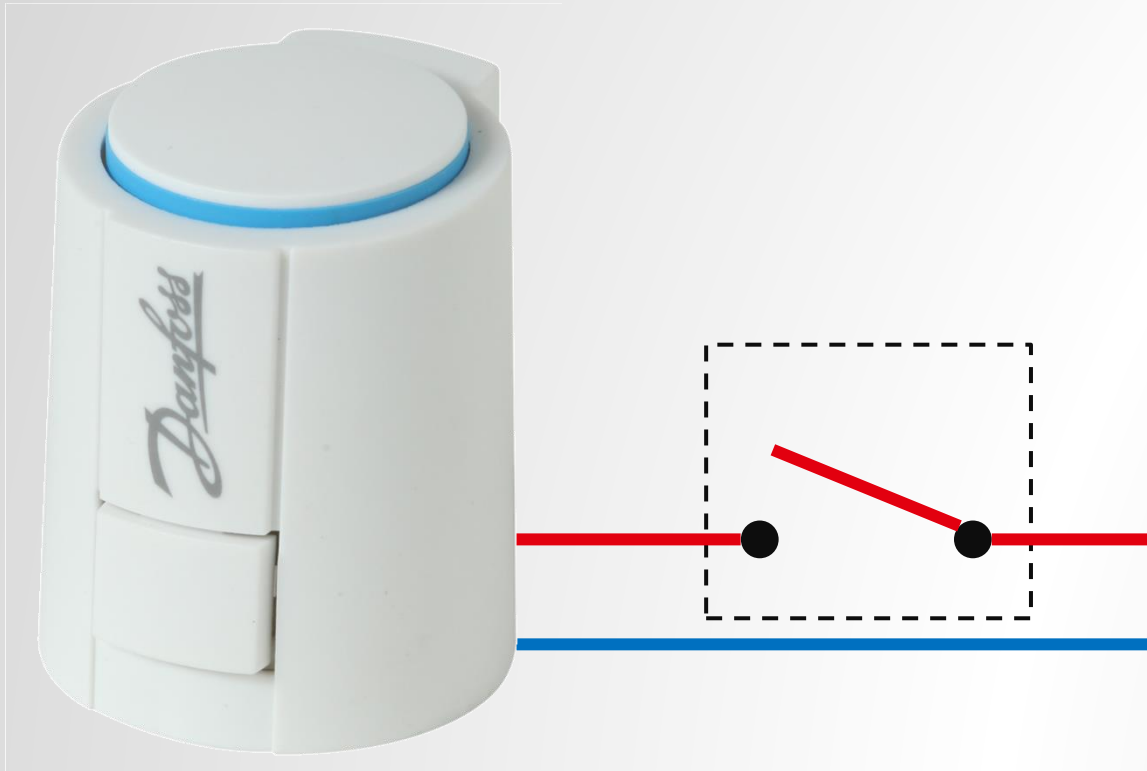


Push-Pull



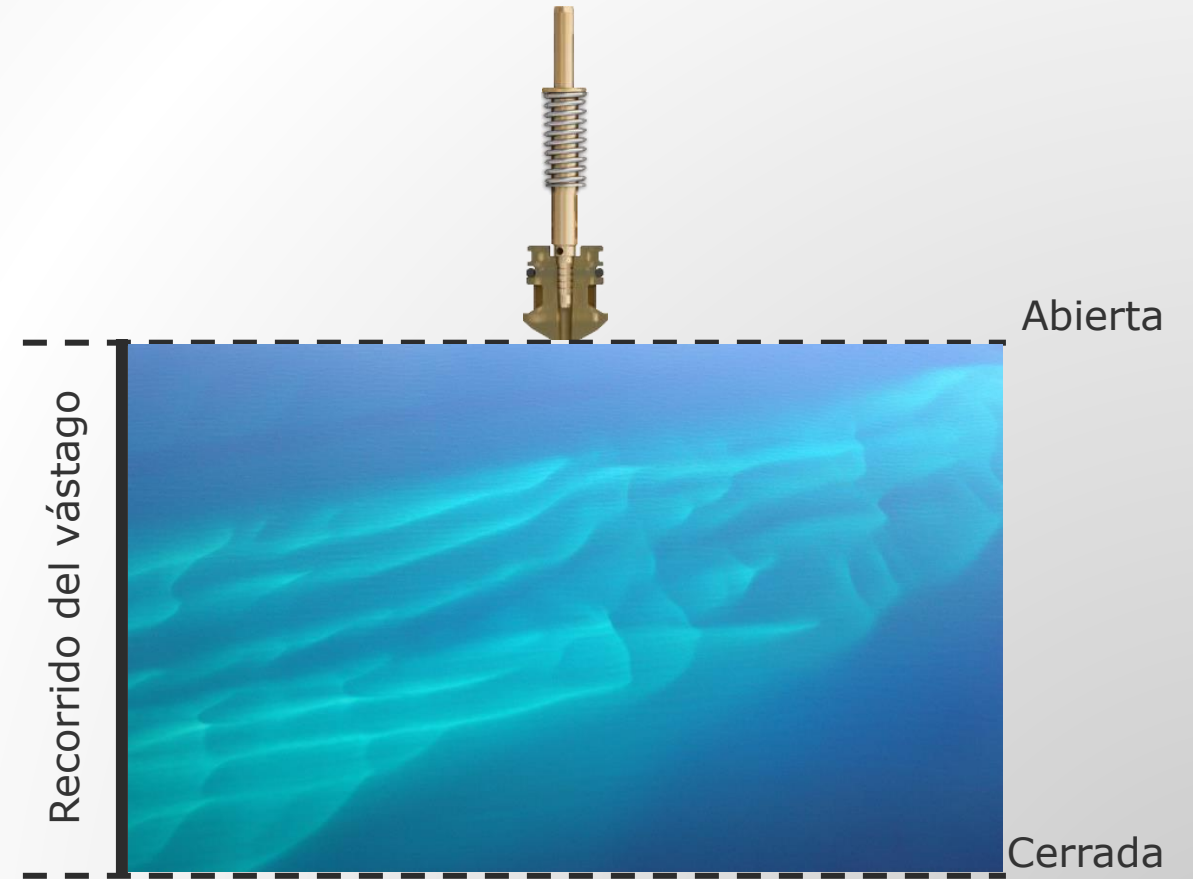
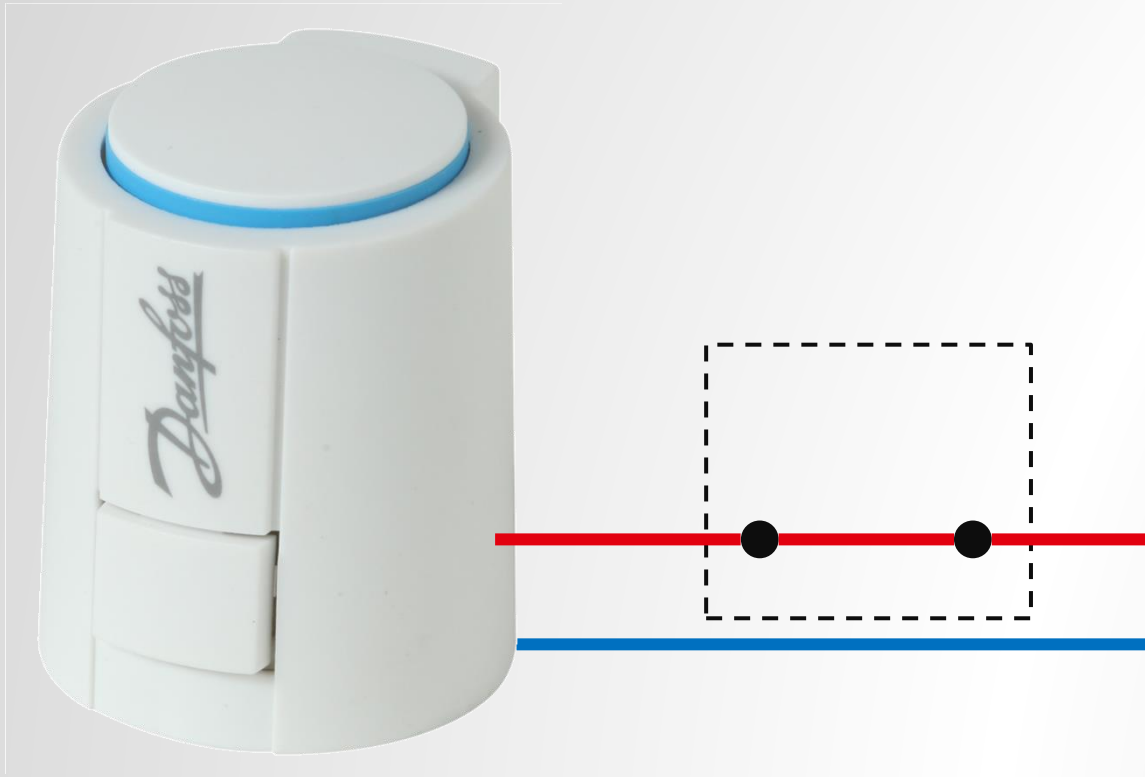
Tipos de actuadores para válvulas de control por el tipo de señal de control

Todo/Nada (24 VAC o 220 VAC)



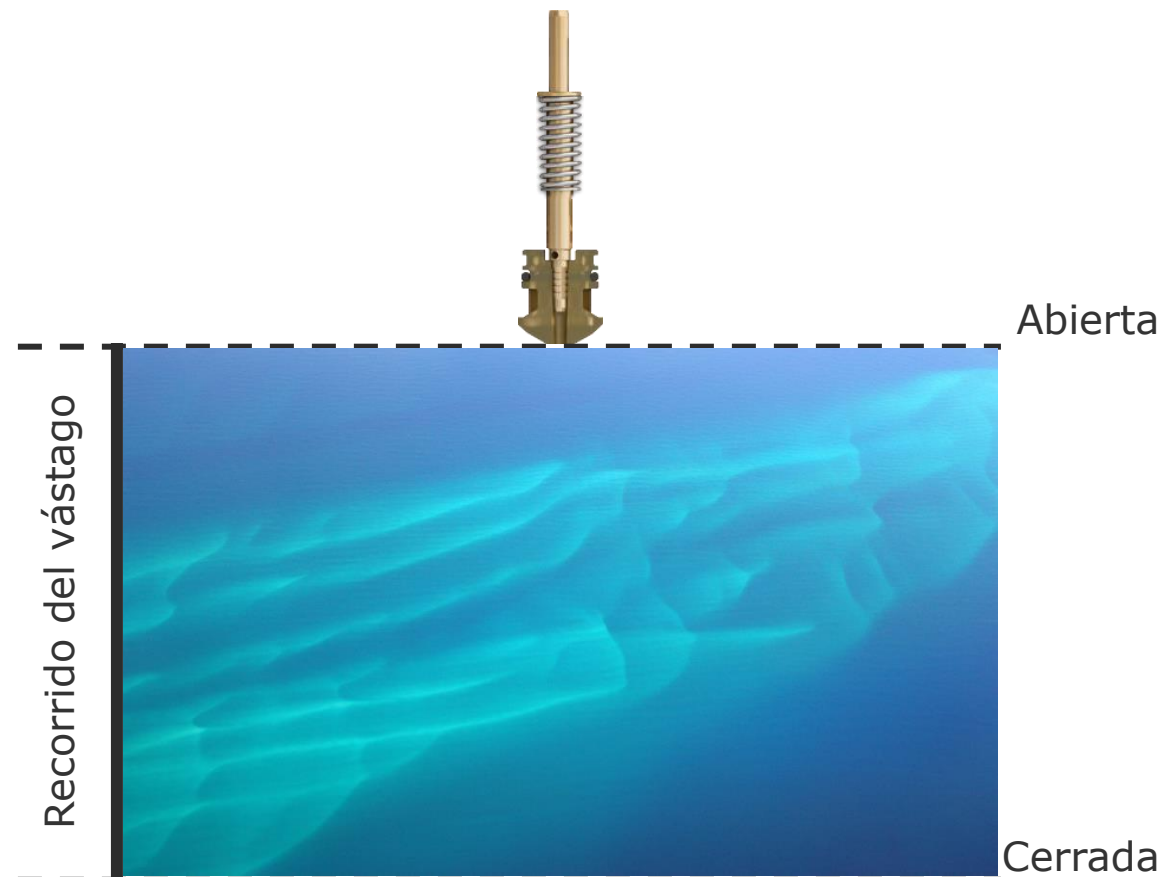
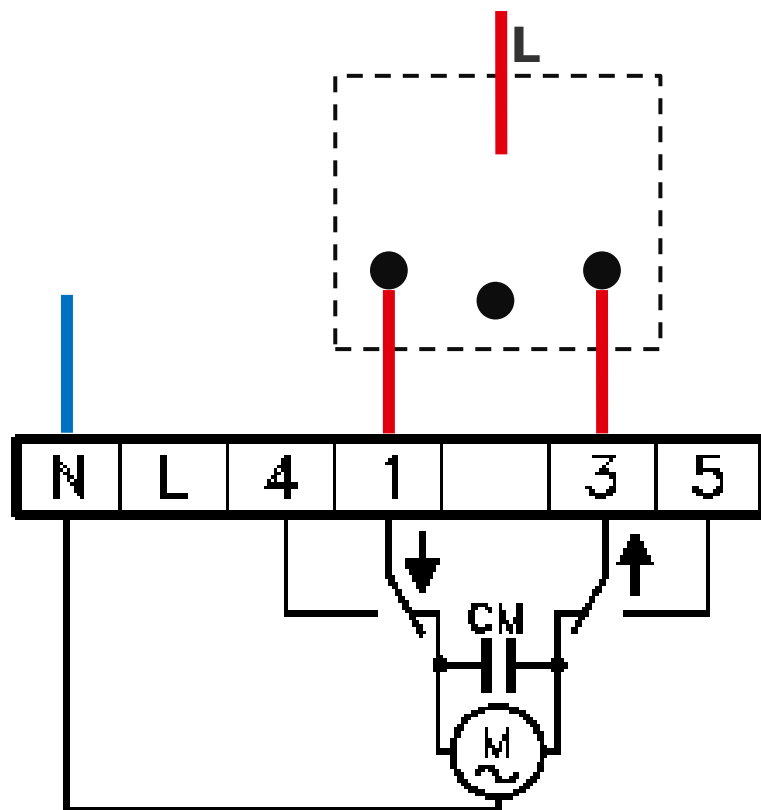
Tipos de actuadores para válvulas de control por el tipo de señal de control

Todo/Nada (24 VAC o 220 VAC)



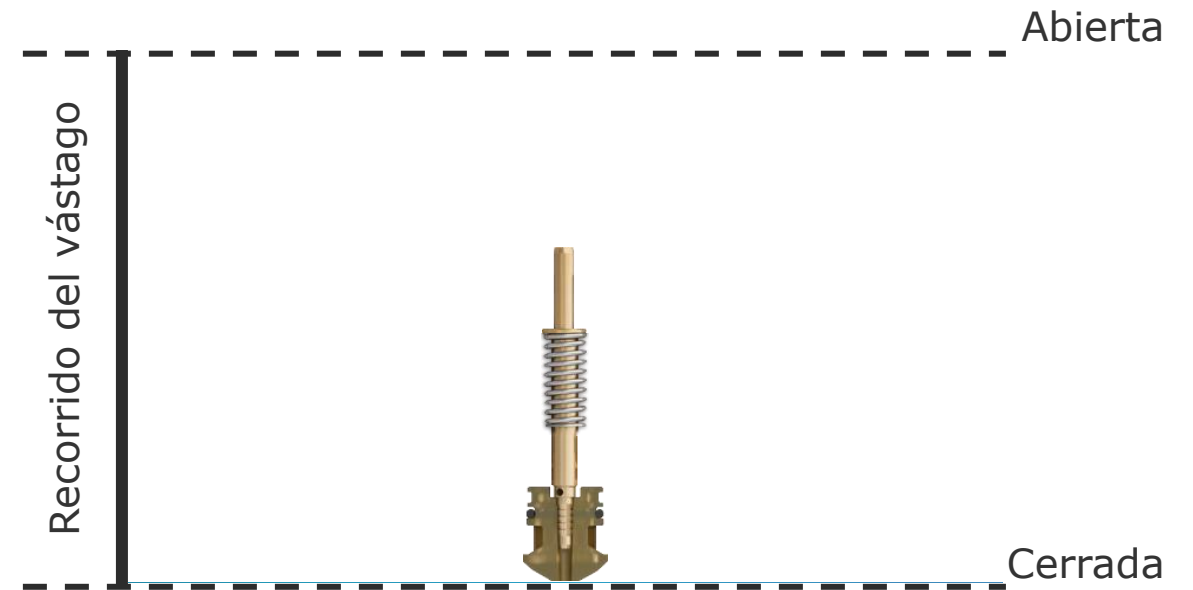
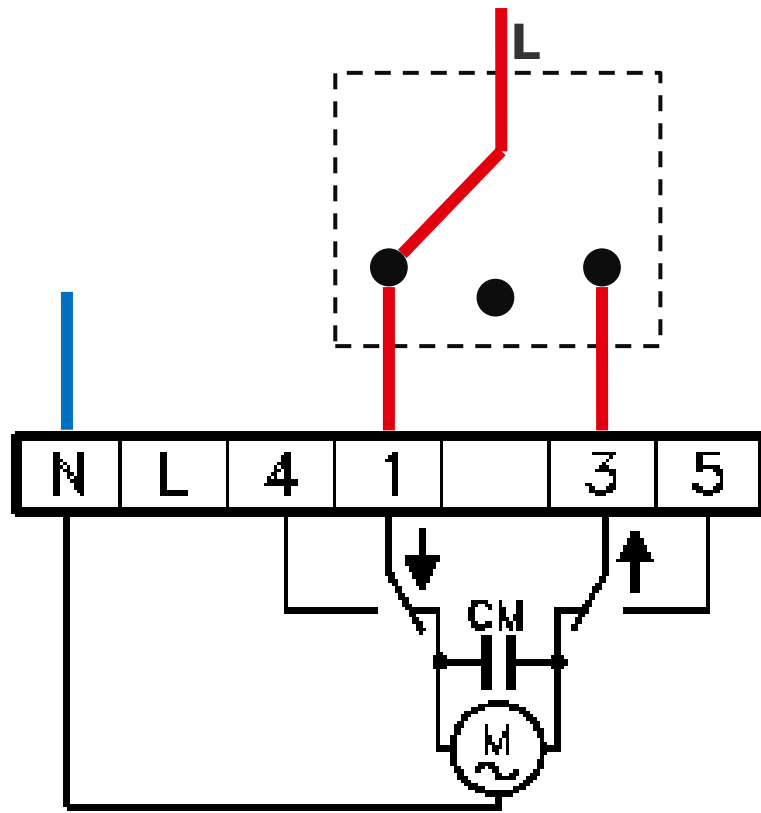
Tipos de actuadores para válvulas de control por el tipo de señal de control

3 puntos (24 VAC o 220 VAC)



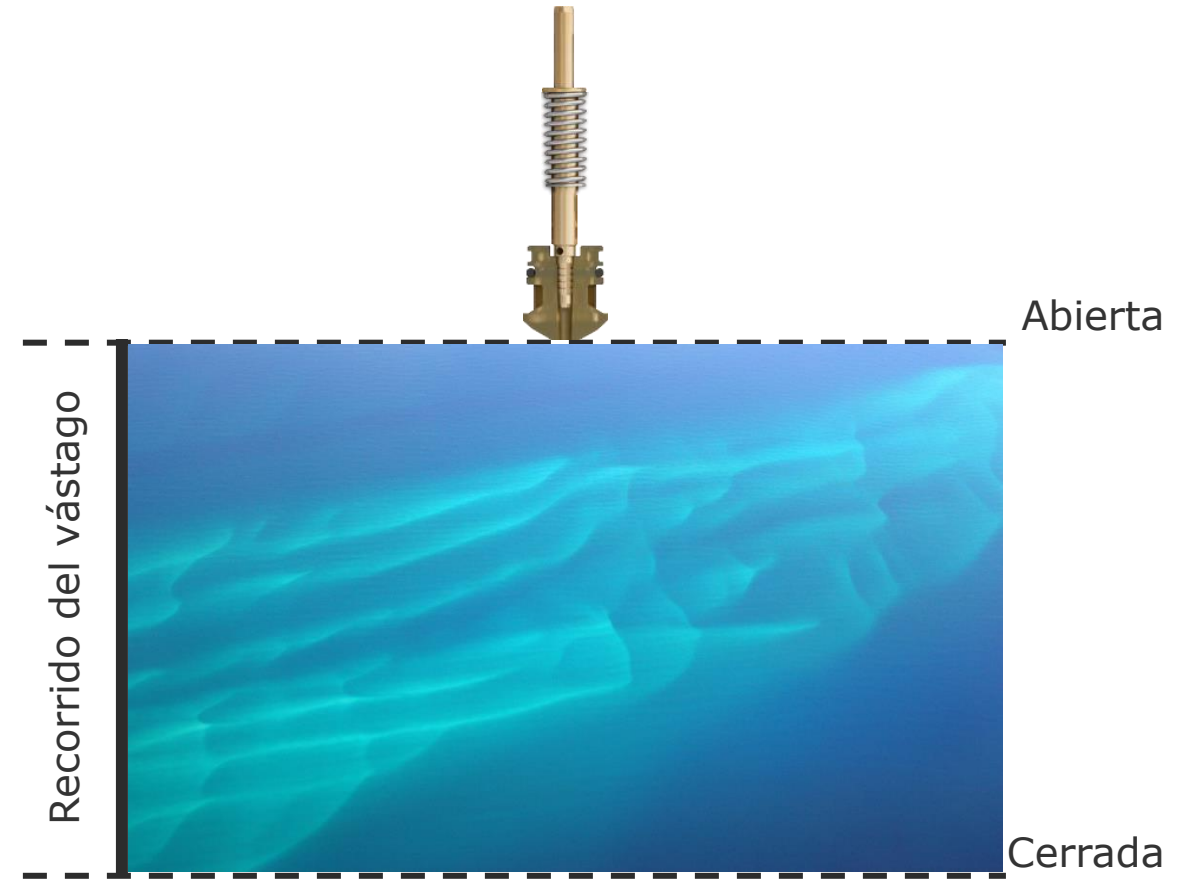
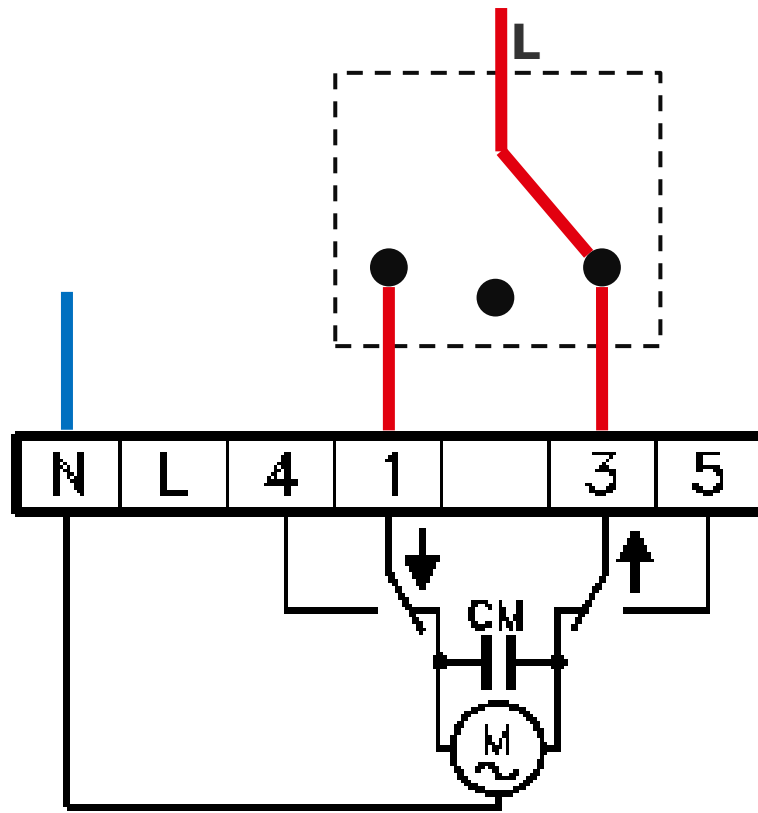
Tipos de actuadores para válvulas de control por el tipo de señal de control

3 puntos (24 VAC o 220 VAC)



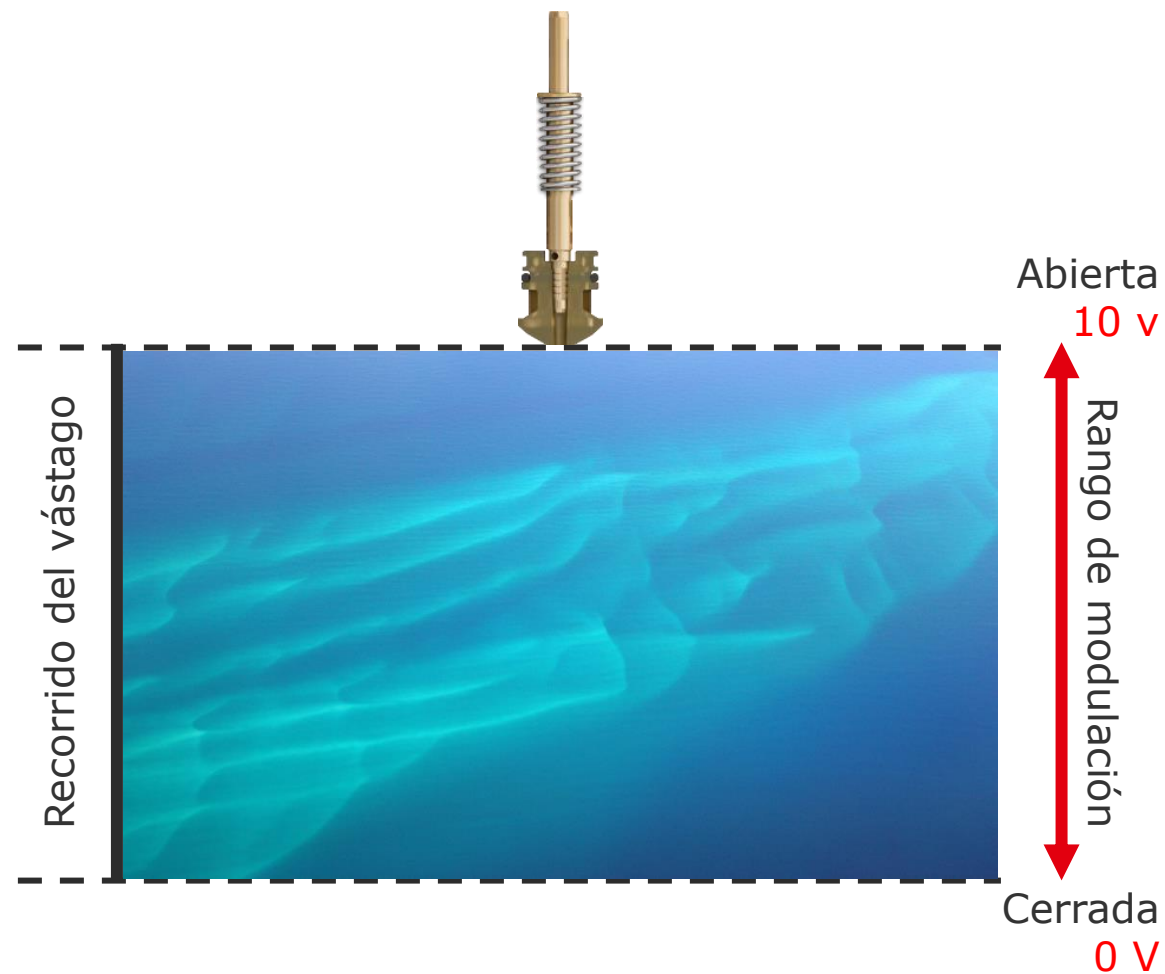
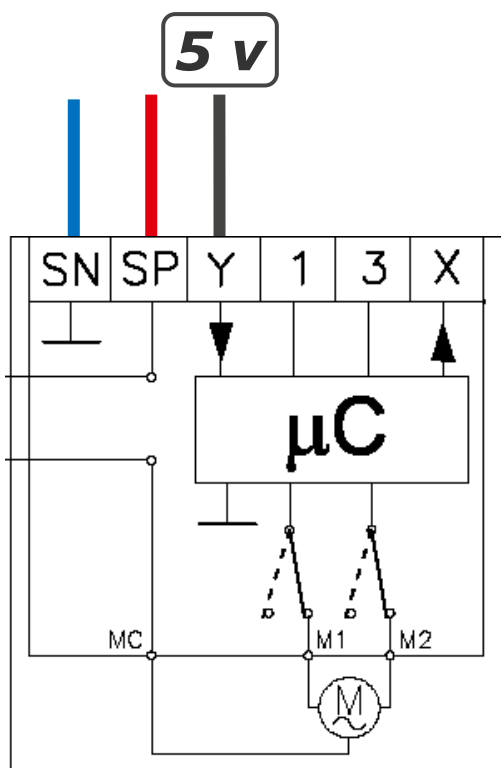
Tipos de actuadores para válvulas de control por el tipo de señal de control

3 puntos (24 VAC o 220 VAC)



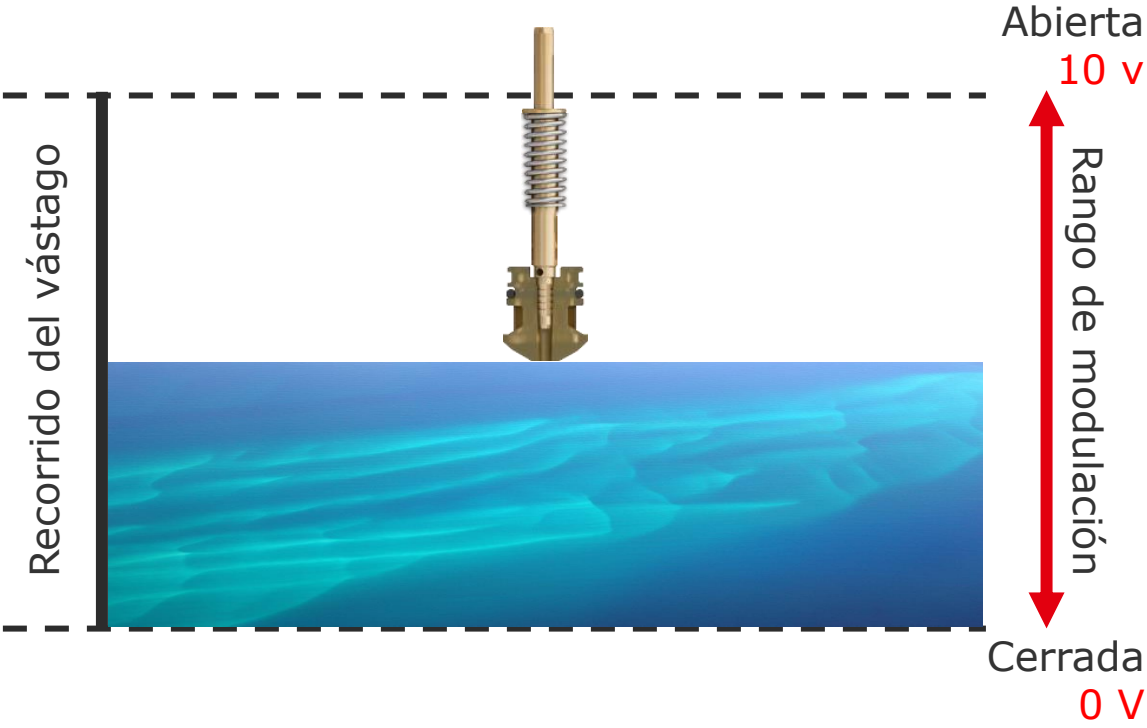
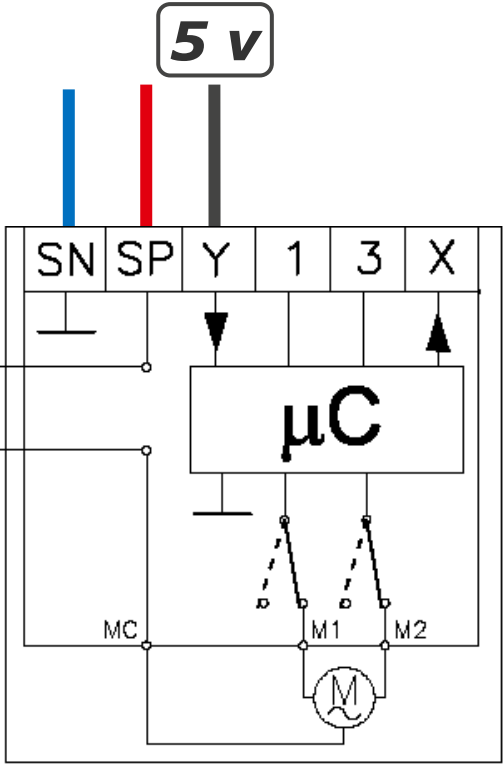
Tipos de actuadores para válvulas de control por el tipo de señal de control

Modulante (24 VAC)



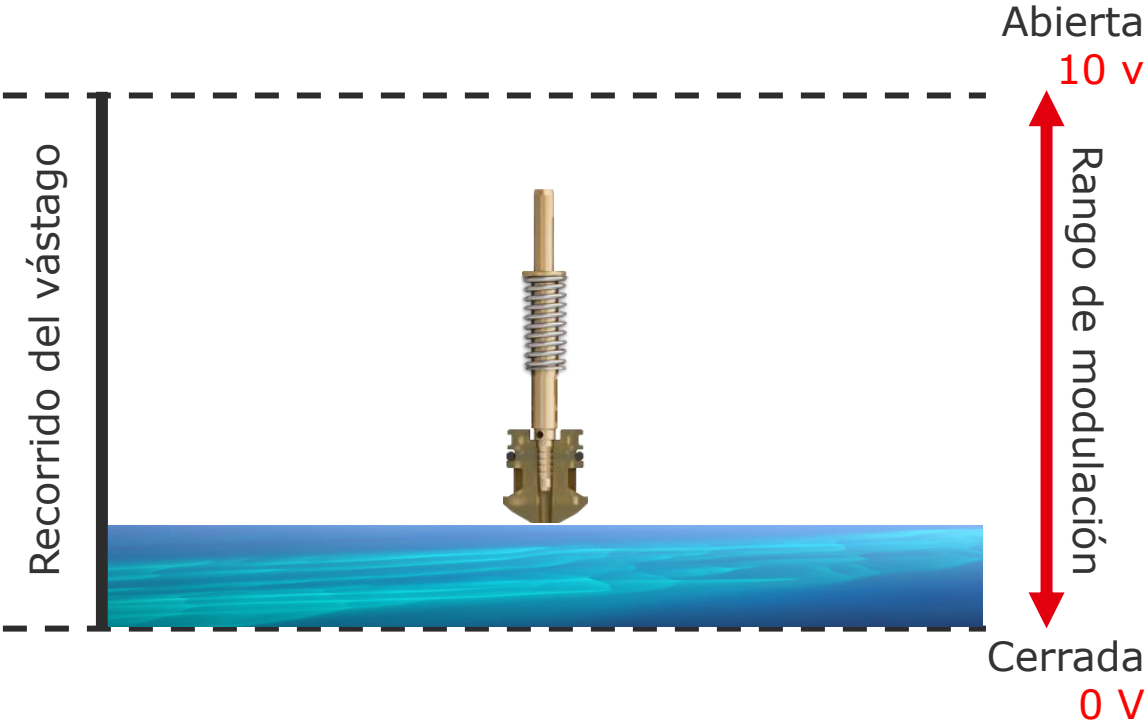
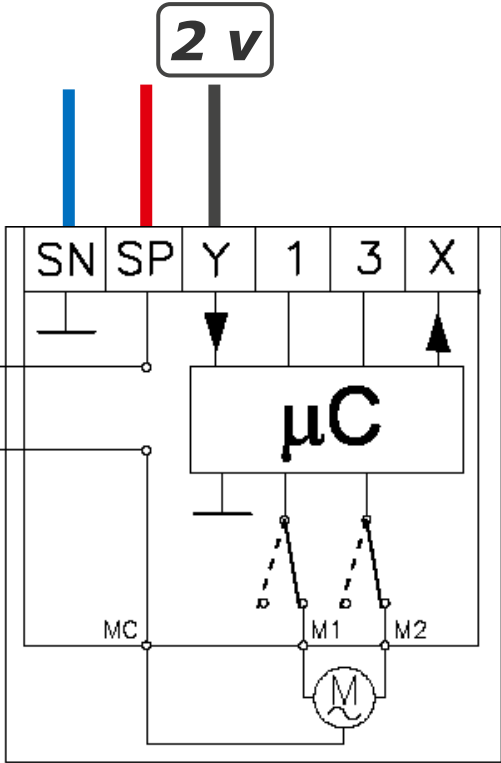
Tipos de actuadores para válvulas de control por el tipo de señal de control

Modulante (24 VAC)



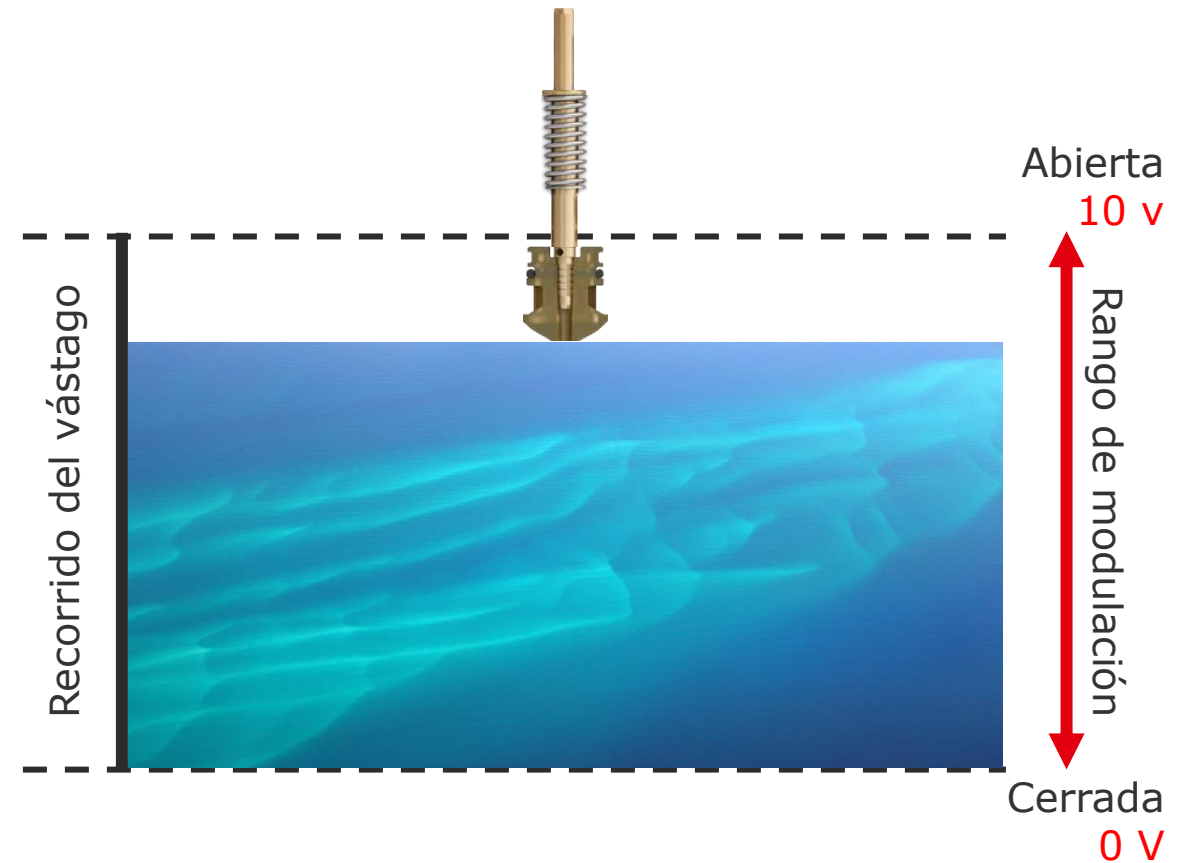
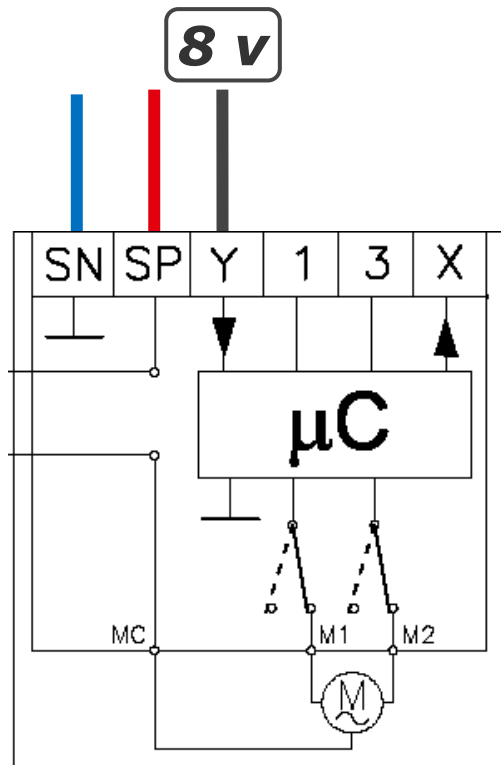
Tipos de actuadores para válvulas de control
por el tipo de señal de control

Modulante (24 VAC)



Tipos de actuadores para válvulas de control por el tipo de señal de control

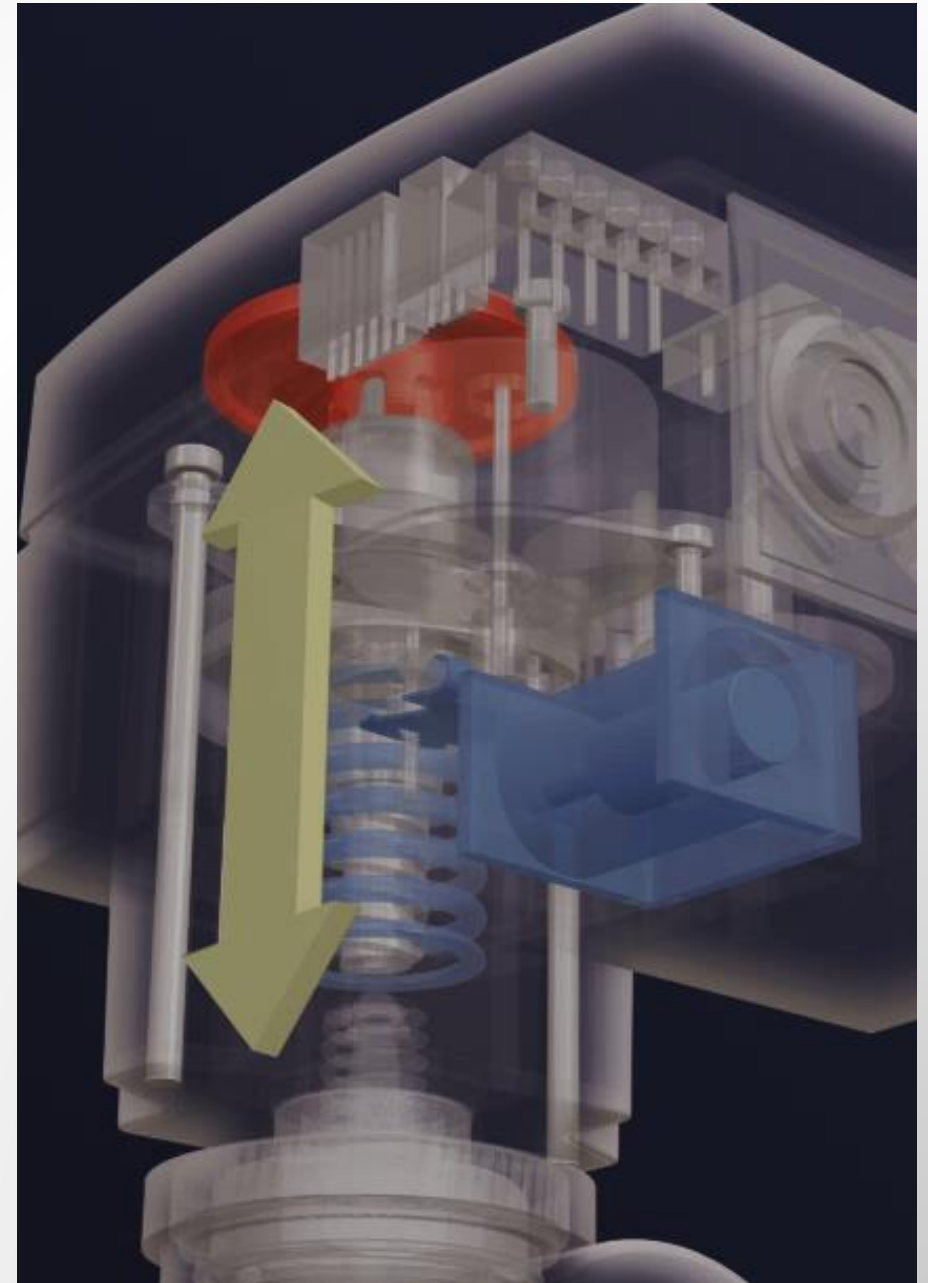
Modulante (24 VAC)



Tipos de actuadores para válvulas de control cuenta con función de seguridad

En caso de falla eléctrica, el actuador cuenta con un elemento mecánico que fuerza la apertura o cierre de la válvula.

- Normalmente abierto.
- Normalmente cerrado.

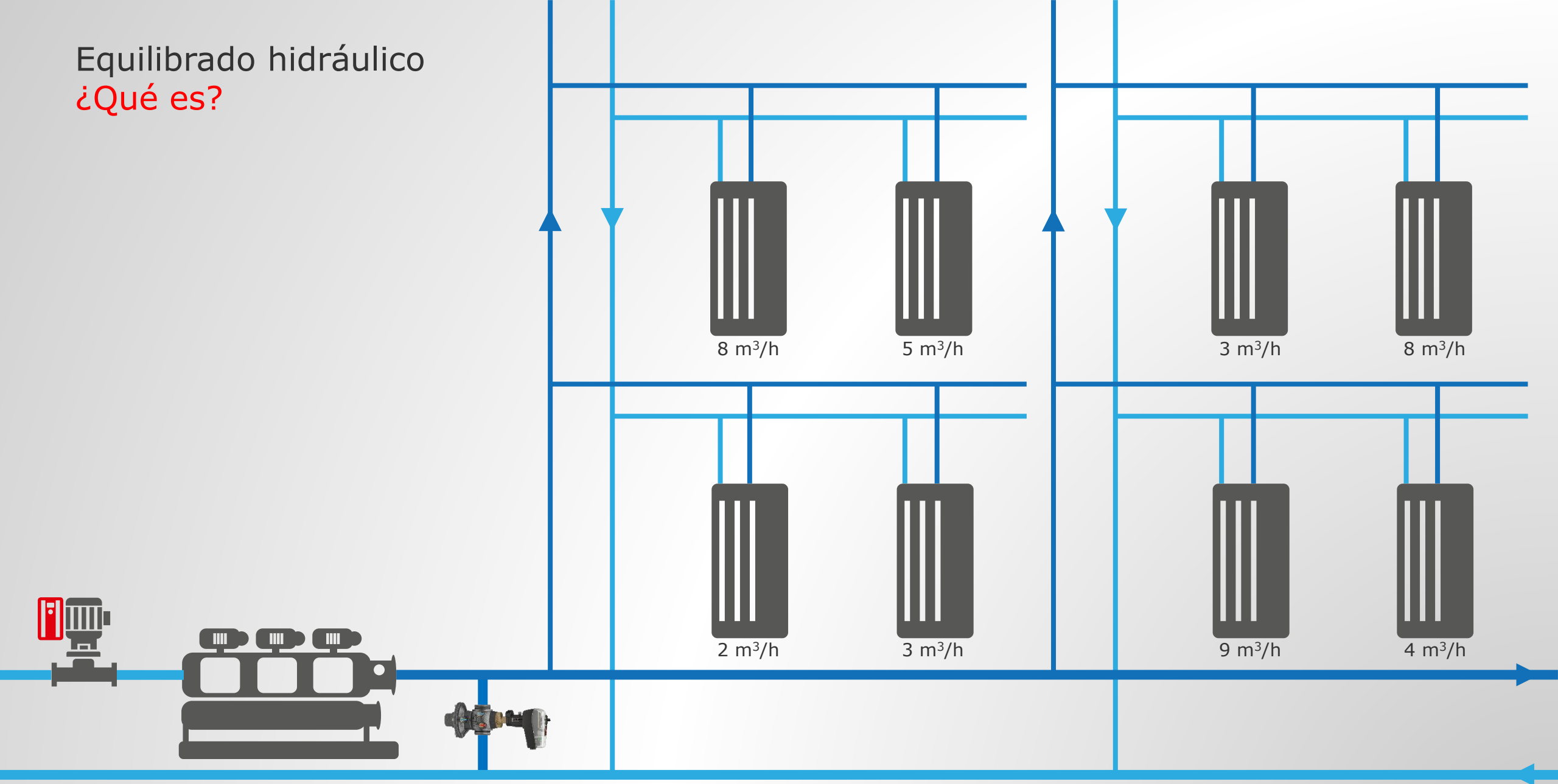


1. Normativa aplicable.
2. Conceptos básicos.
3. Tipos de válvulas de equilibrado y control hidráulico.
4. Principios de equilibrado y control hidráulico: selección de válvulas.
5. Introducción a la teoría de control de temperatura en HVAC.
6. El control de la Δp es crucial.
7. Válvula independiente de la presión PICV.
8. Ventajas de usar una PICV.
9. Soluciones Danfoss para edificios comerciales y no residenciales.



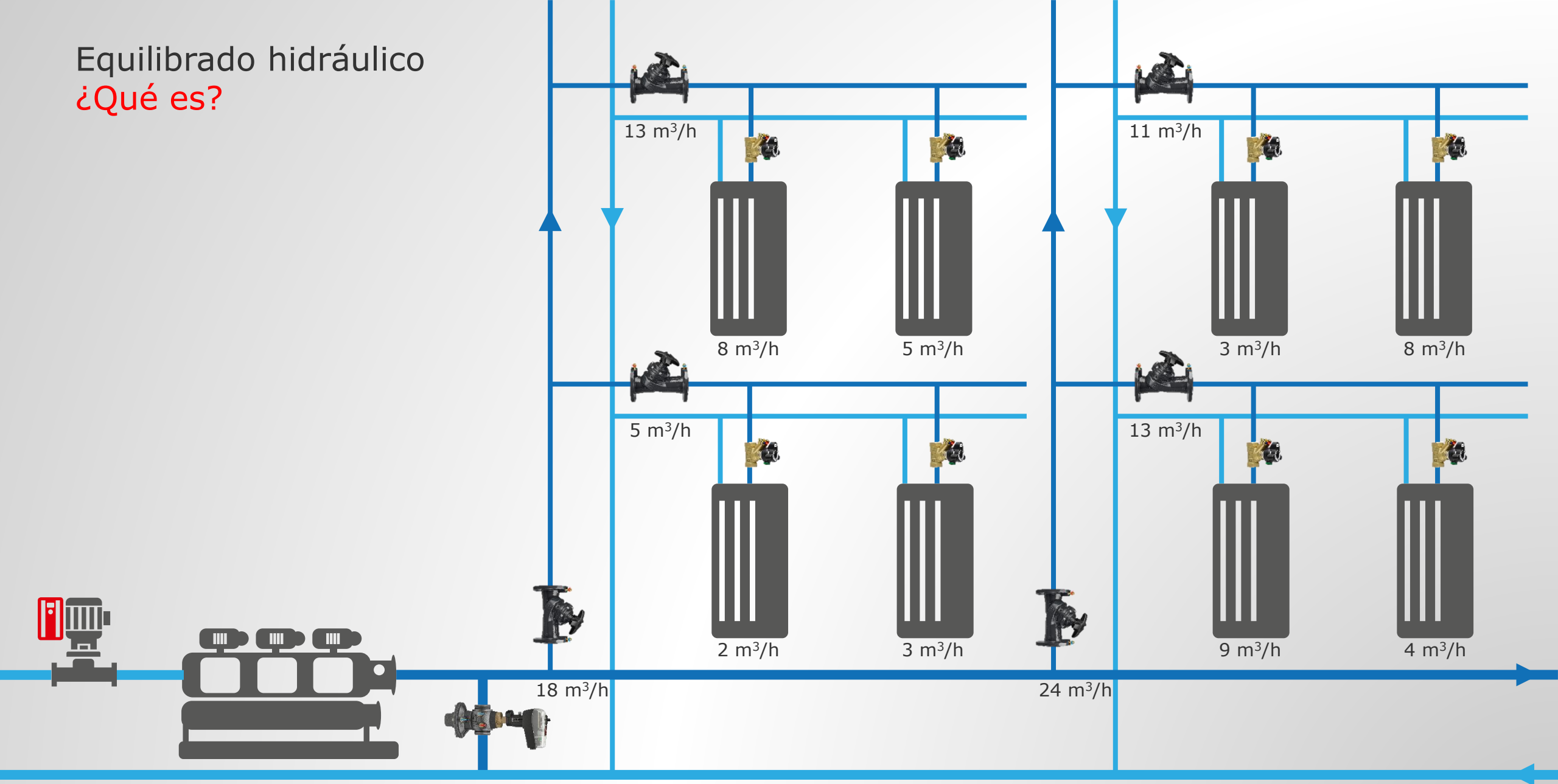
Equilibrado hidráulico

¿Qué es?



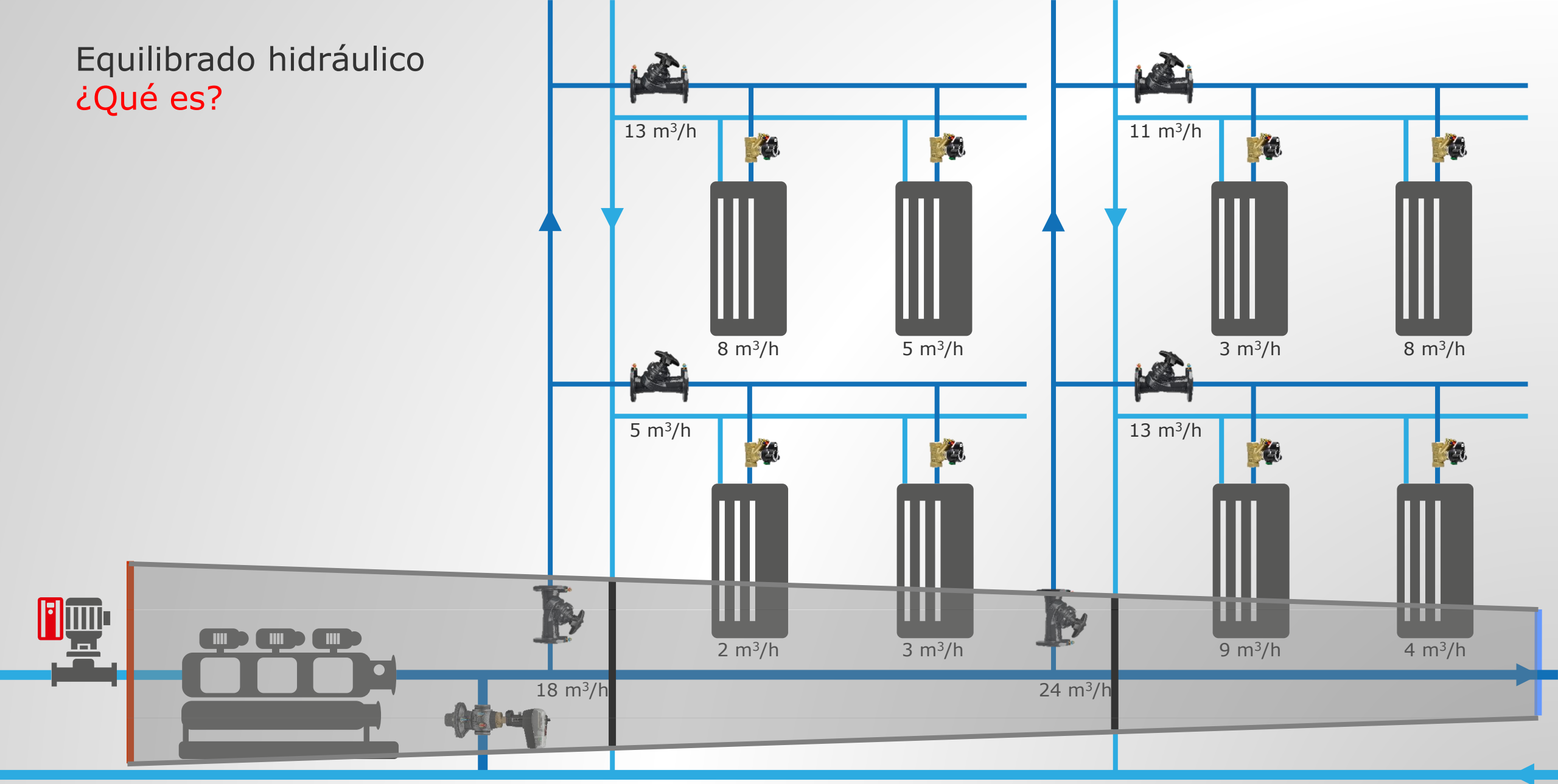
Equilibrado hidráulico

¿Qué es?

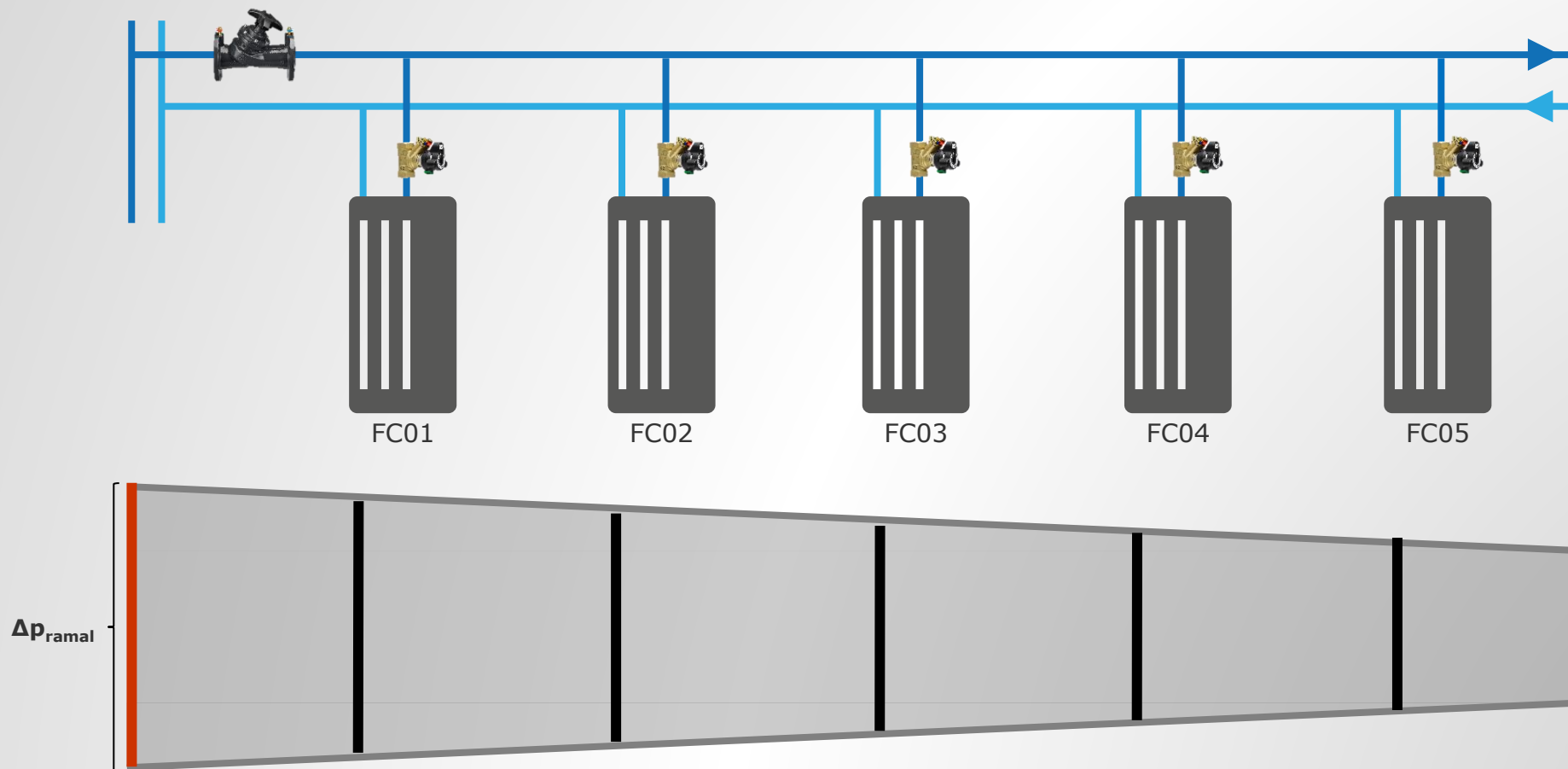


Equilibrado hidráulico

¿Qué es?

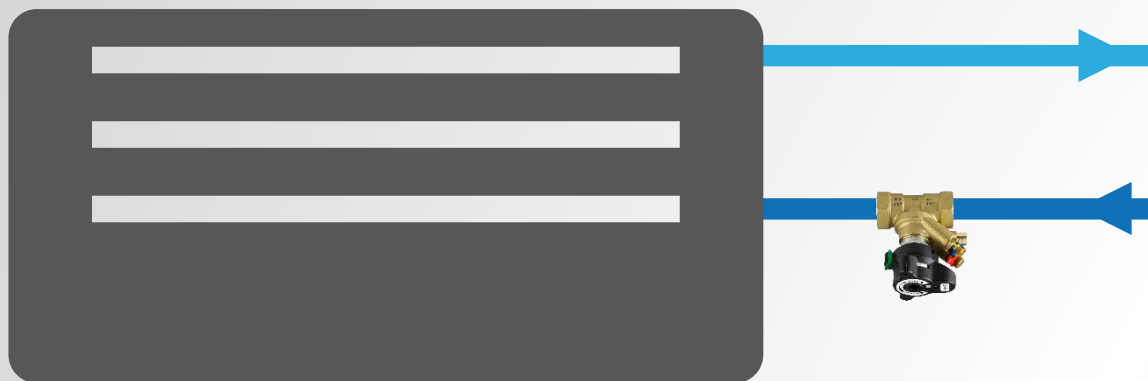


¿Cómo dimensiono? válvula de equilibrado estático



¿Cómo dimensiono?

válvula de equilibrado manual: ejercicio



Datos: $\Delta p_{\text{batería}} = 0,2 \text{ bar}$
 $q_{\text{batería}} = 1,8 \text{ m}^3/\text{h}$

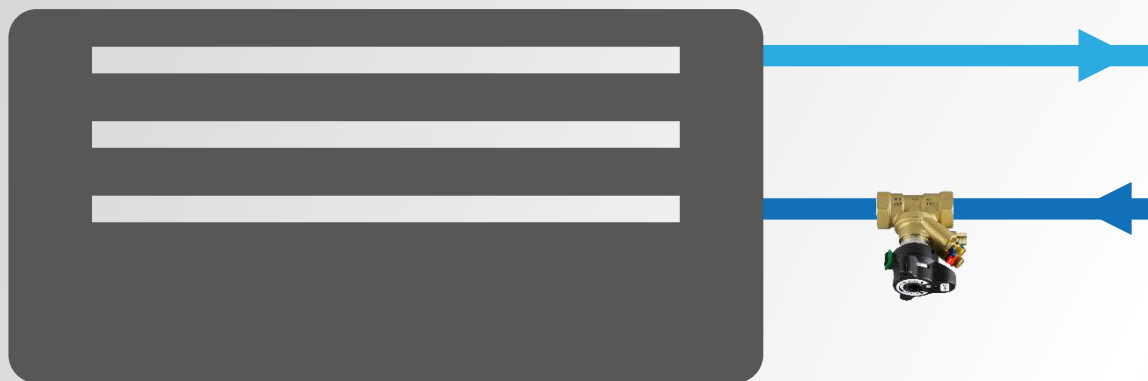
DN	K_{vs}
15	3,0
20	6,6
25	9,5
32	18
40	26
50	40

Datos de K_{vs} de válvulas MSV-BD

$$k_v = \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} \quad k_v = \frac{1,8}{\sqrt{0,2}} \quad k_v = 4,02$$

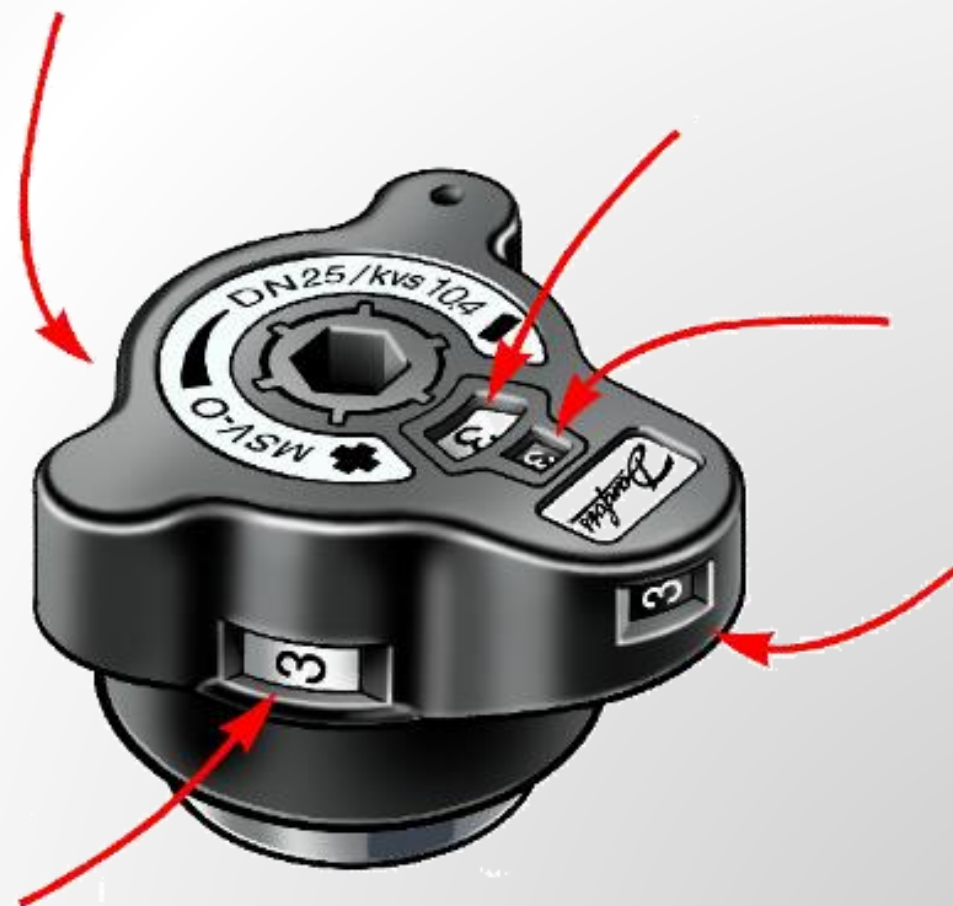
¿Cómo ajusto?

válvula de equilibrado manual: ejercicio

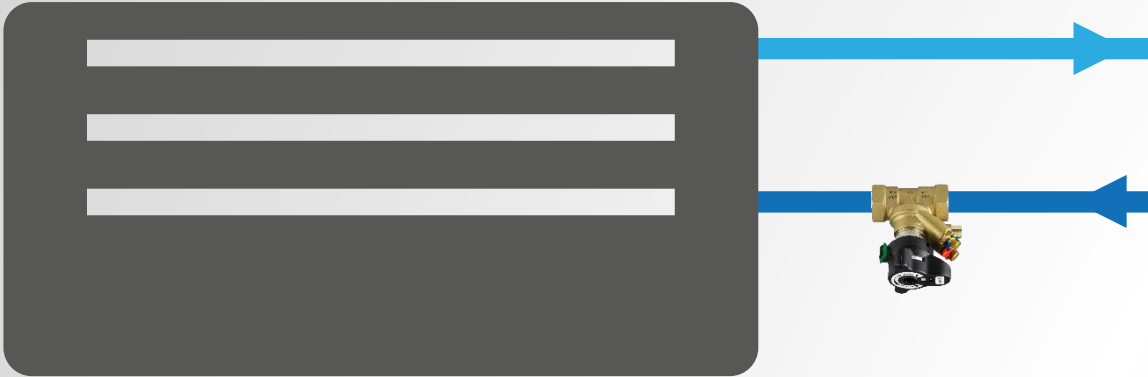


Datos: $\Delta p_{\text{batería}} = 0,2 \text{ bar}$
 $Q_{\text{batería}} = 1,8 \text{ m}^3/\text{h}$

$$k_v = 4,02$$



¿Cómo ajusto?
válvula de equilibrado manual: ejercicio



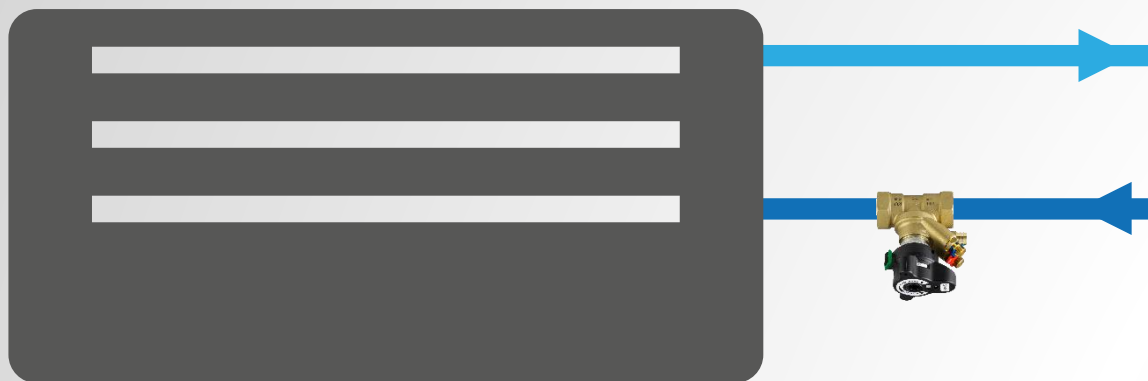
Datos: $\Delta p_{\text{batería}} = 0,2 \text{ bar}$
 $q_{\text{batería}} = 1,8 \text{ m}^3/\text{h}$

$k_v = 4,02$

Ajuste	DN 20
0,0	0,12
0,1	0,16
0,2	0,20
0,3	0,26
0,4	0,32
0,5	0,38
0,6	0,45
0,7	0,53
0,8	0,60
0,9	0,67
1,0	0,74
1,1	0,82
1,2	0,89
1,3	0,96
1,4	1,03
1,5	1,09
1,6	1,16
1,7	1,23
1,8	1,30
1,9	1,38
2,0	1,45
2,1	1,53
2,2	1,61
2,3	1,69
2,4	1,78
2,5	1,87
2,6	1,97
2,7	2,07
2,8	2,17
2,9	2,29
3,0	2,40
3,1	2,52
3,2	2,65
3,3	2,78
3,4	2,91
3,5	3,05
3,6	3,19
3,7	3,33
3,8	3,47
3,9	3,61
4,0	3,75
4,1	3,89
4,2	4,02
4,3	4,15
4,4	4,28
4,5	4,40
4,6	4,52
4,7	4,65

¿Cómo dimensiono?

válvula de equilibrado manual: ejercicio



Datos: $\Delta p_{\text{batería}} = 0,5 \text{ bar}$
 $q_{\text{batería}} = 8 \text{ m}^3/\text{h}$

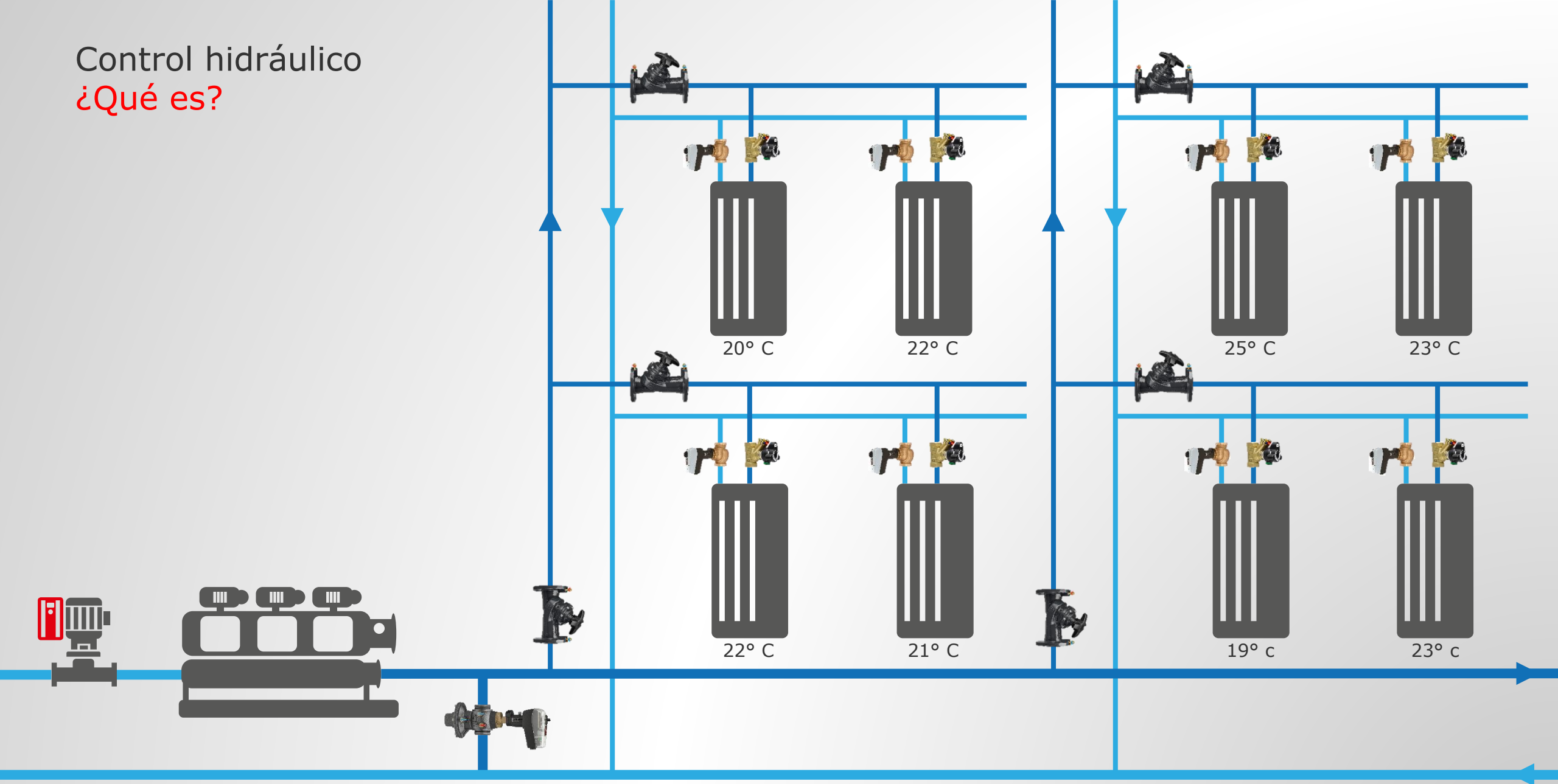
$$k_v = \frac{q}{\sqrt{\Delta p}}$$

DN	K_{vs}
15	3,0
20	6,6
25	9,5
32	18
40	26
50	40

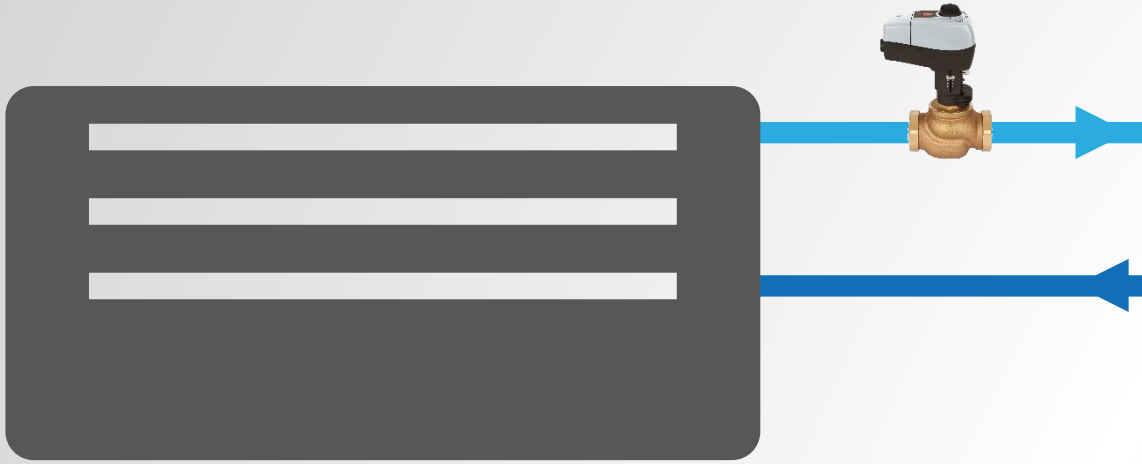
Datos de K_{vs} de válvulas MSV-BD

Control hidráulico

¿Qué es?



¿Cómo dimensiono? válvula de control

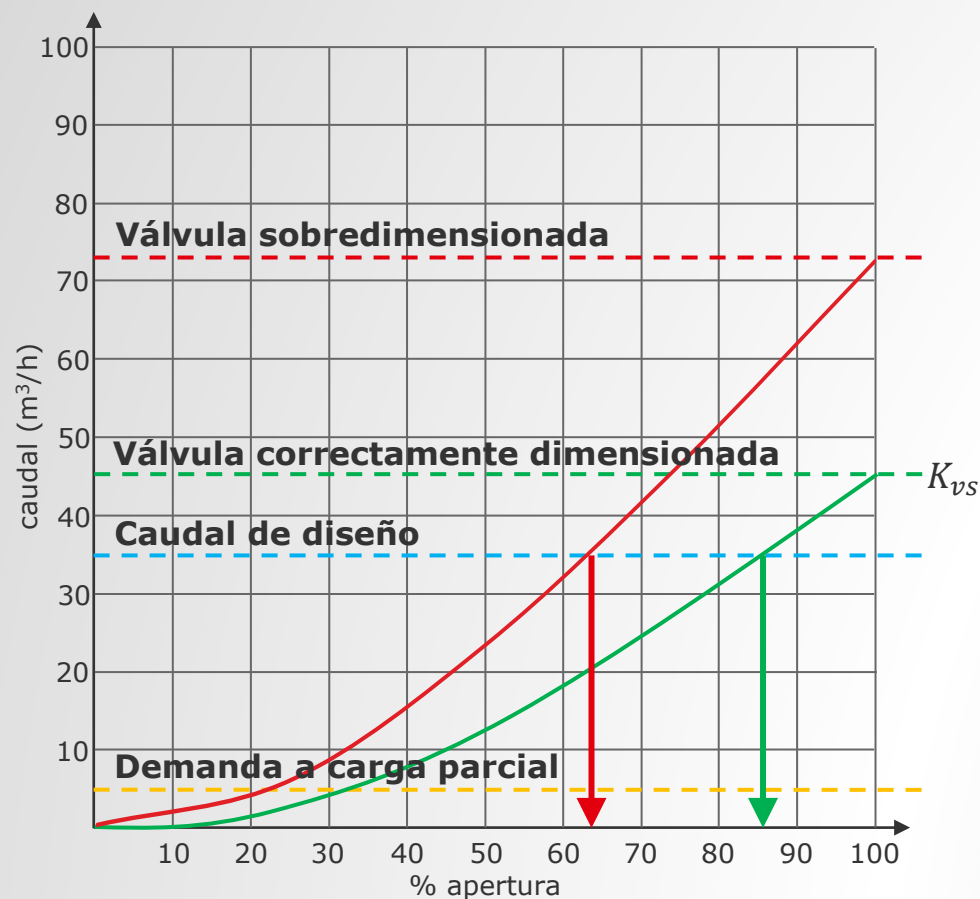


Es importante dimensionar la válvula por:

- **capacidad (k_v)**
- **autoridad**
- **factor de rango**

¿Cómo dimensiono?

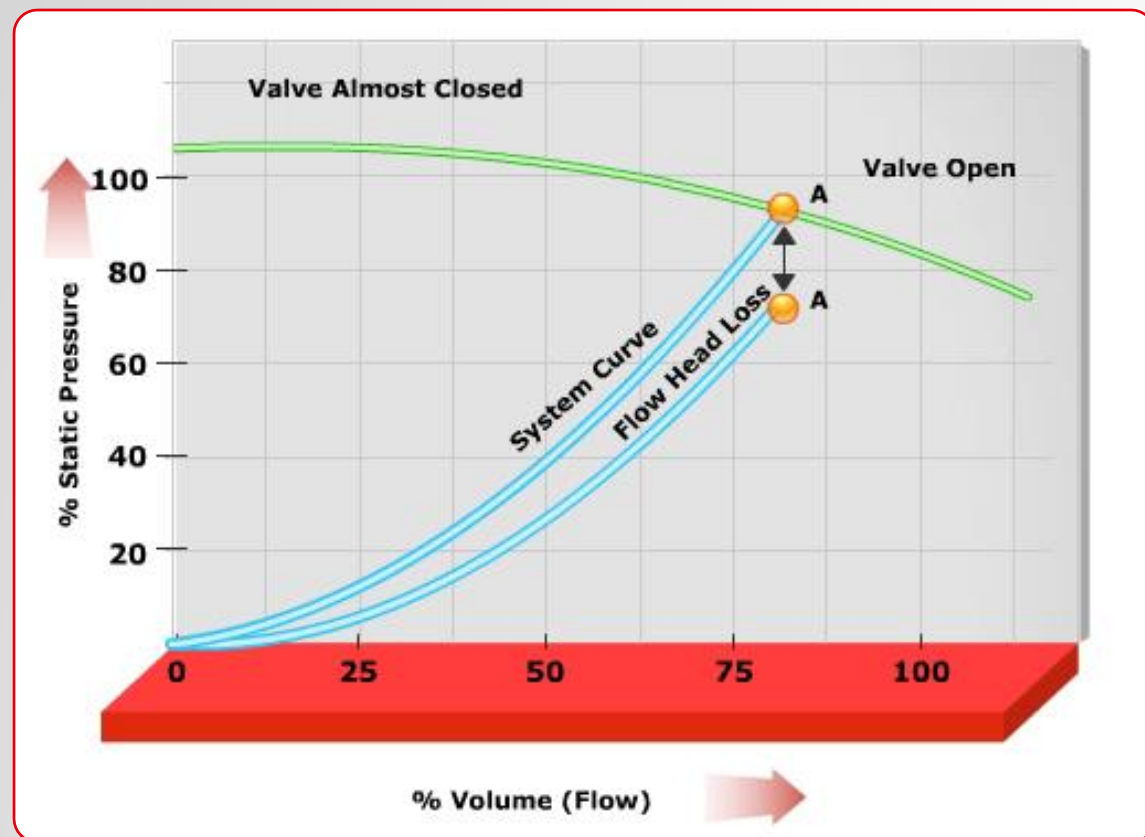
válvula de control: capacidad



El tamaño de la válvula requerida se elige de tal manera que el **valor de k_v** calculado para la demanda máxima sea **lo más cercano al valor de K_{vs}** de la válvula elegida (pero aún más bajo).

¿Cómo dimensiono?

válvula de control: autoridad

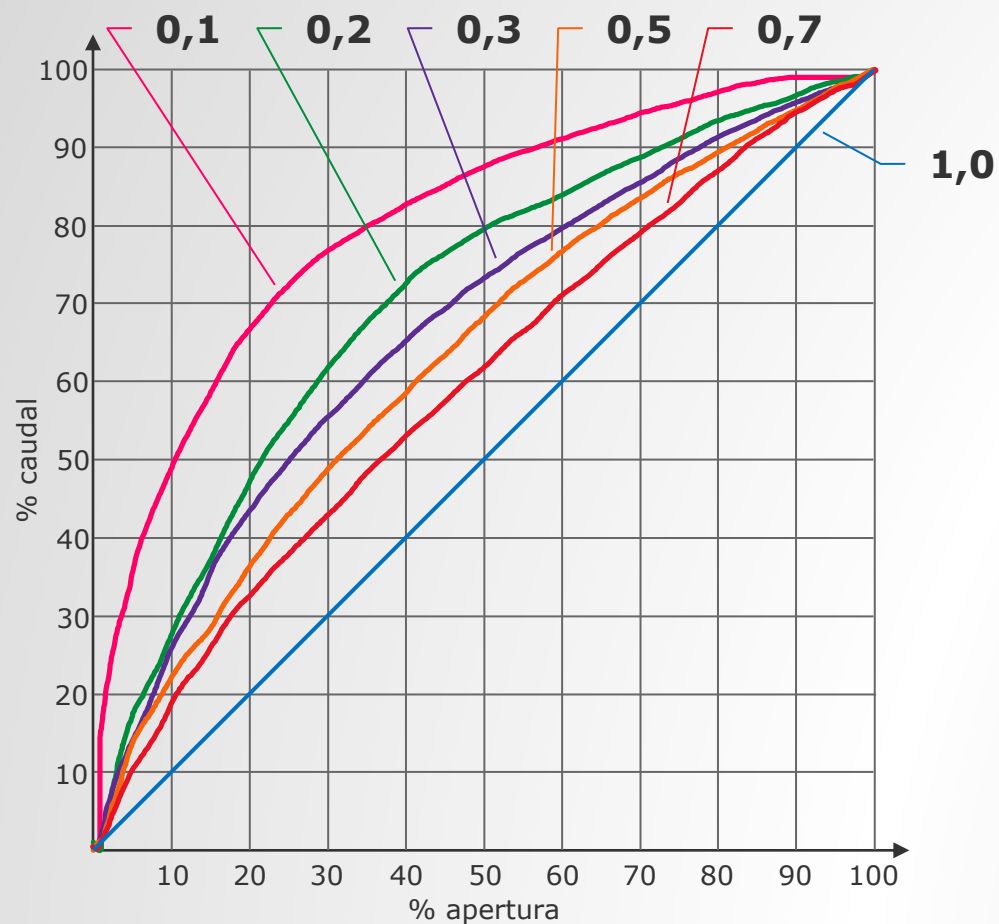


$$\beta = \frac{\Delta p_{\text{mín.}}}{\Delta p_{\text{máx.}}} \geq 0,5$$

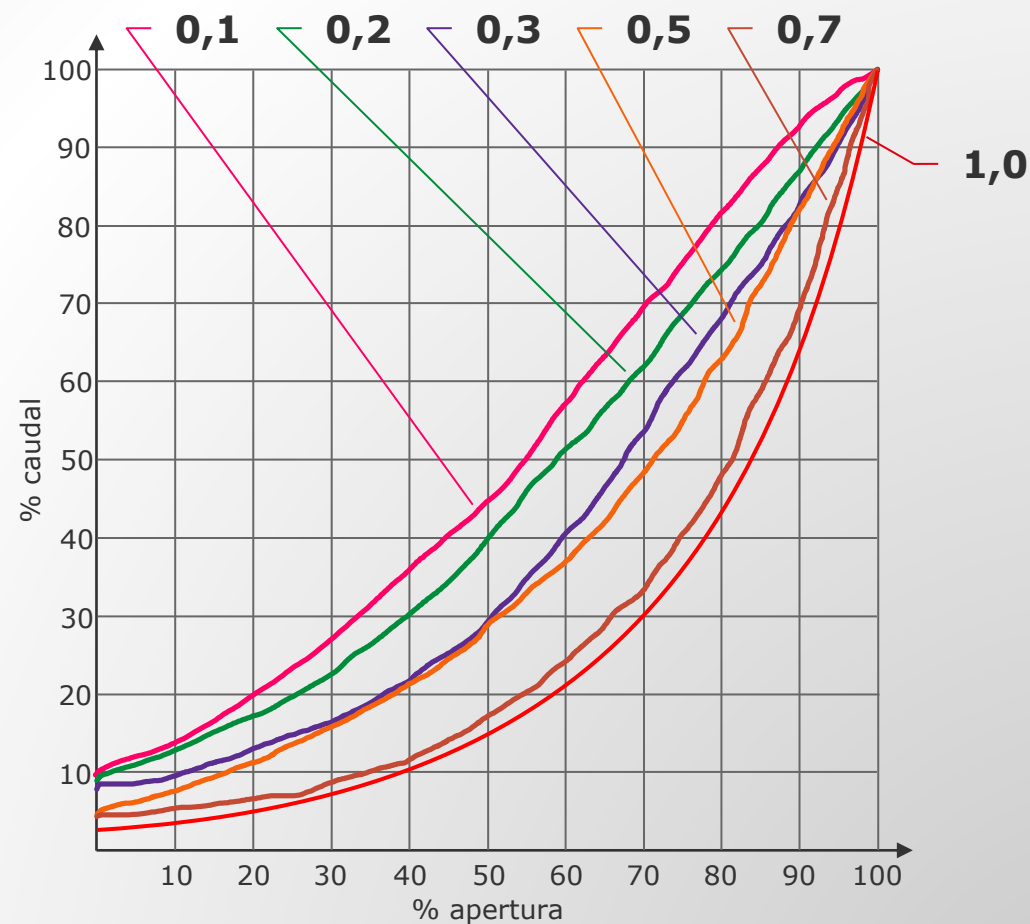
“La autoridad de la válvula es la capacidad que esta tiene de imponer su característica de control en el circuito que está controlando”

¿Cómo dimensiono?

válvula de control: autoridad



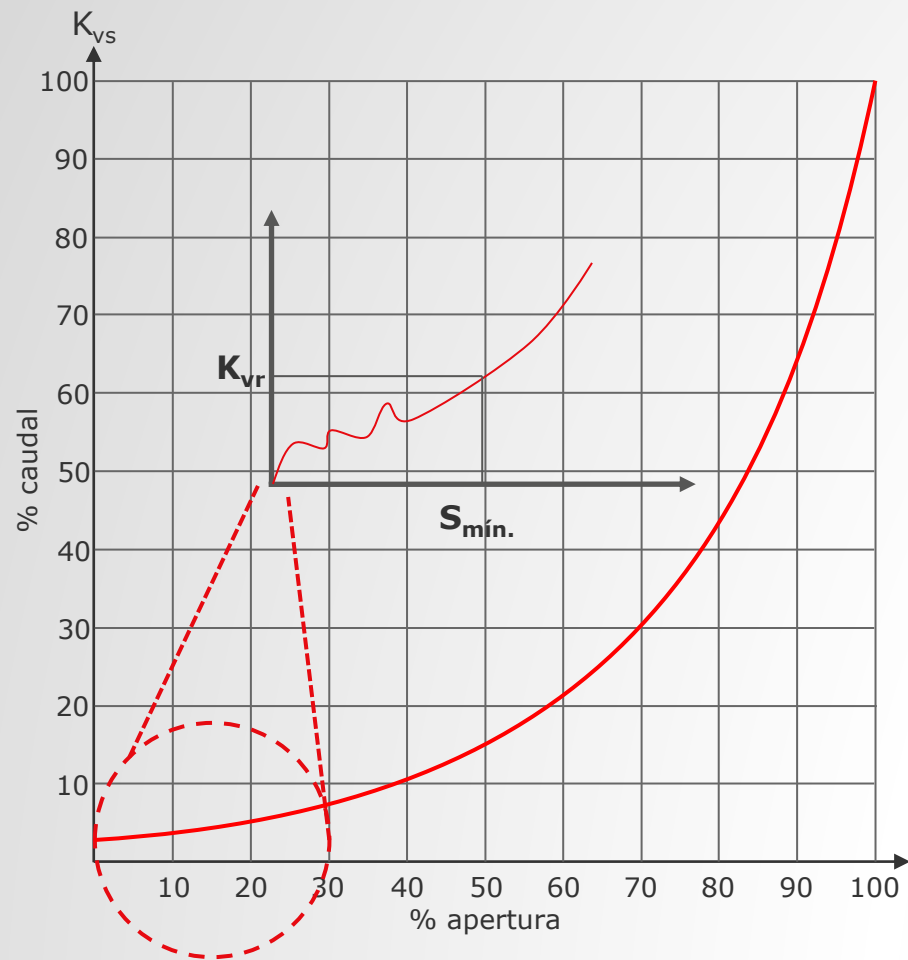
Característica de control lineal



Característica de control isoporcentual

¿Cómo dimensiono?

válvula de control: factor de rango



$$R = \frac{K_{vs}}{k_{vr}}$$

Proporciona información sobre cuál es el caudal mínimo que la válvula puede controlar en condiciones de presión estable.

Valores típicos: 15:1, 30:1, 50:1, 100:1.

Considerando que la Δp en la válvula se mantiene constante durante toda la carrera.

¿Cómo dimensiono?

ejercicio de cálculo de capacidad



DN	K _{vs}
15	0,63
	1,0
	1,6
	2,5
	4
	2,5
	4

DN	K _{vs}
20	6,3
25	10
32	16
40	25
50	40

Datos de K_{vs} de válvulas VRB

Datos: $\Delta H_{\text{ramal}} = 1,3 \text{ bar}$
 $\Delta p_{\text{batería}} = 0,15 \text{ bar}$
 $\Delta p_{\text{MBV}} = 0,03 \text{ bar}$
 $q_{\text{batería}} = 35 \text{ m}^3/\text{h}$

- Selección de la válvula de control:

$$\Delta p = \Delta H - \Delta p_{\text{batería}} - \Delta p_{\text{MBV}}$$

$$\Delta p = 1,3 - 0,15 - 0,03 = 1,12 \text{ bar}$$

$$k_v = \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = \frac{35}{\sqrt{1,12}} = 33,07 \text{ m}^3/\text{h}$$

- El k_{vs} disponible en tabla es 40, se calculará la Δp real en la válvula:

$$\Delta p = \left(\frac{q_{\text{CV}}}{K_{\text{vs}}} \right)^2 = \left(\frac{35}{40} \right)^2 = 0,76 \text{ bar}$$

¿Cómo dimensiono?

ejercicio de cálculo de autoridad

Datos: $\Delta H_{\text{ramal}} = 1,3 \text{ bar}$
 $\Delta p_{\text{batería}} = 0,15 \text{ bar}$
 $\Delta p_{\text{MBV}} = 0,03 \text{ bar}$
 $Q_{\text{batería}} = 35 \text{ m}^3/\text{h}$

$$\Delta p = \left(\frac{q_{CV}}{K_{vs}} \right)^2 = \left(\frac{35}{40} \right)^2 = 0,76 \text{ bar}$$

$$\beta = \frac{\Delta p_{\text{mín.}}}{\Delta p_{\text{máx.}}} \geq 0,5$$

$$\beta = \frac{0,76}{1,3} = 0,58$$


DN	K _{vs}
15	0,63
	1,0
	1,6
	2,5
	4
	2,5
	4

DN	K _{vs}
20	6,3
25	10
32	16
40	25
50	40

Datos de K_{vs} de válvulas VRB

¿Cómo dimensiono?

ejercicio de cálculo de autoridad

¿Cuál sería la pérdida de carga y autoridad utilizando una válvula DN65 con un valor de K_{vs} de 63 m³/h?

Datos: $\Delta H_{\text{ramal}} = 1,3 \text{ bar}$
 $\Delta p_{\text{batería}} = 0,15 \text{ bar}$
 $\Delta p_{\text{MBV}} = 0,03 \text{ bar}$
 $q_{\text{batería}} = 35 \text{ m}^3/\text{h}$

$$\Delta p = \left(\frac{q_{cv}}{K_{vs}} \right)^2$$

$$\beta = \frac{\Delta p_{\text{mín.}}}{\Delta p_{\text{máx.}}}$$

$$\Delta p = \left(\frac{35}{63} \right)^2 = 0,31$$

$$\beta = \frac{0,31}{1,3} = 0,23$$



¿Cómo dimensiono?

ejercicio cambio de factor de rango por la autoridad

DN	K _{vs}	Factor de rango
20	6,3	100:1
25	10	
32	16	
40	25	
50	40	

Datos de K_{vs} de válvulas VRB

$$R = \frac{K_{vs}}{k_{vr}}$$

$$k_{vr} = \frac{K_{vs}}{R} = \frac{40}{100} = 0,4$$

$$R_{operación} = R(\sqrt{\beta})$$

$$R_{operación} = 100(\sqrt{0,58}) = 76:1$$

$$R_{operación} = 100(\sqrt{0,23}) = 48:1$$

1. Normativa aplicable.
2. Conceptos básicos.
3. Tipos de válvulas de equilibrado y control hidráulico.
4. Principios de equilibrado y control hidráulico: selección de válvulas.

5. Introducción a la teoría de control de temperatura en HVAC.

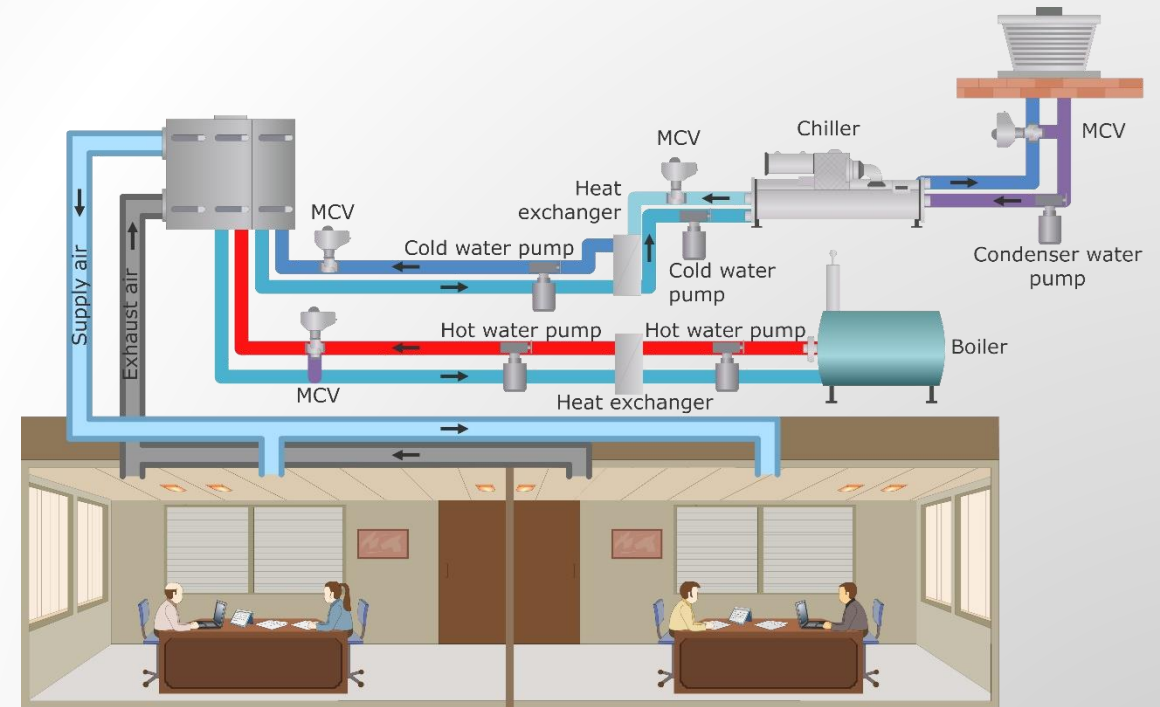
6. El control de la Δp es crucial.
7. Válvula independiente de la presión PICV.
8. Ventajas de usar una PICV.
9. Soluciones Danfoss para edificios comerciales y no residenciales.



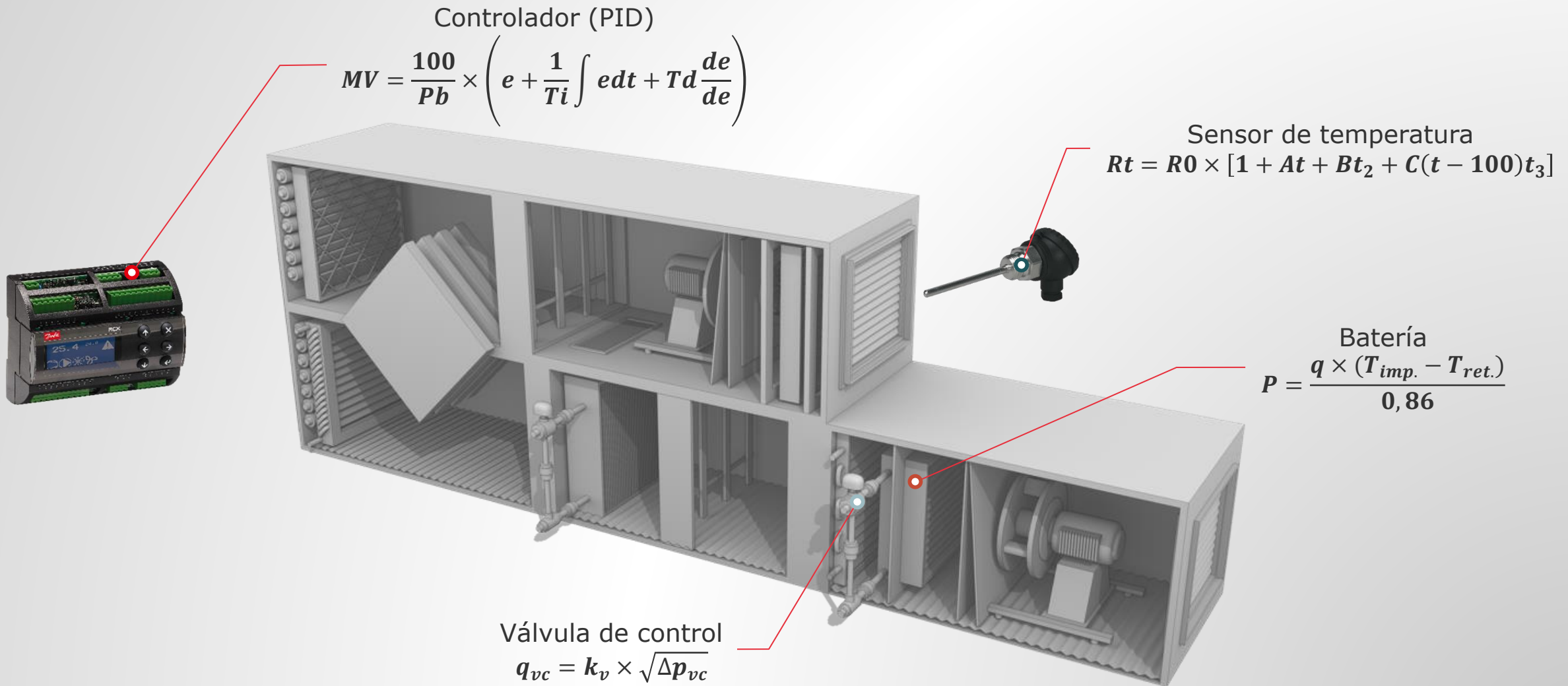
Lazo cerrado de control de temperatura

El control de temperatura ambiente se lleva a cabo en la combinación, principalmente, de 4 elementos que interactúan entre ellos:

- Controlador.
- La batería del equipo terminal.
- La válvula de control.
- Sensor de temperatura.

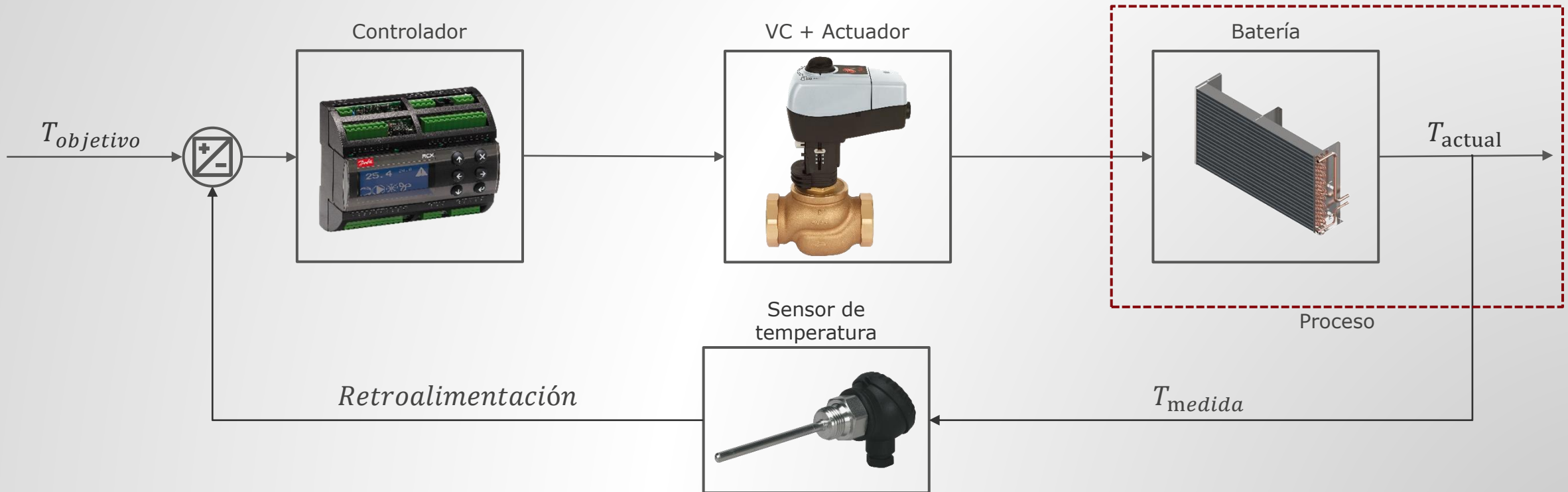


Lazo cerrado de control de temperatura componentes



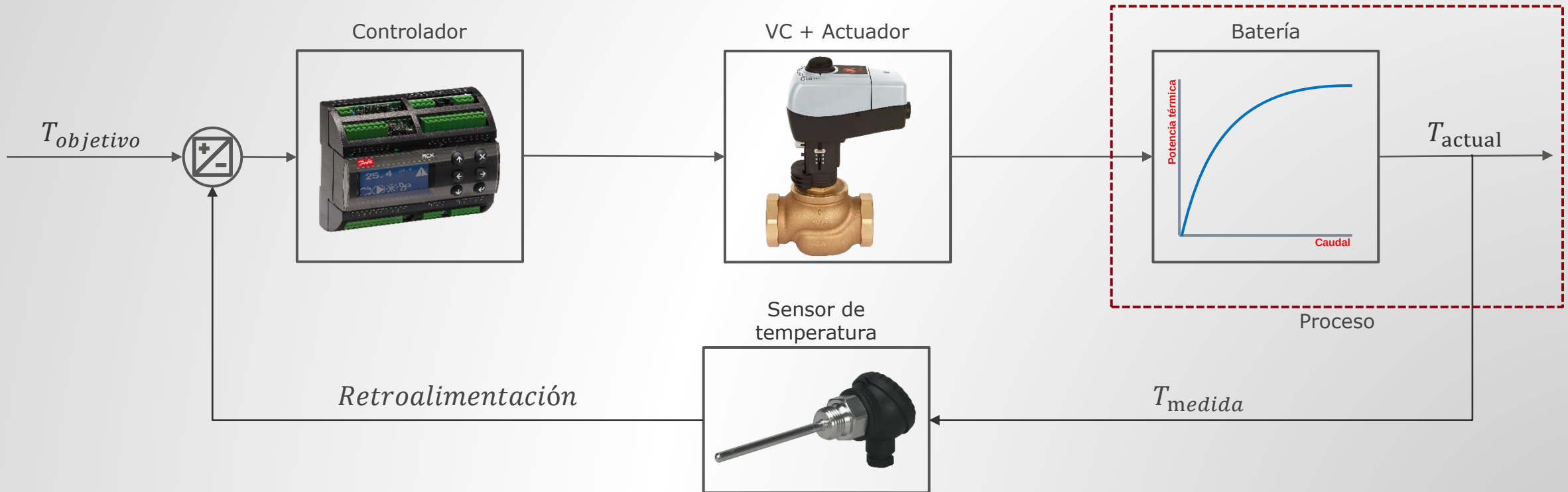
Lazo cerrado de control de temperatura

componentes



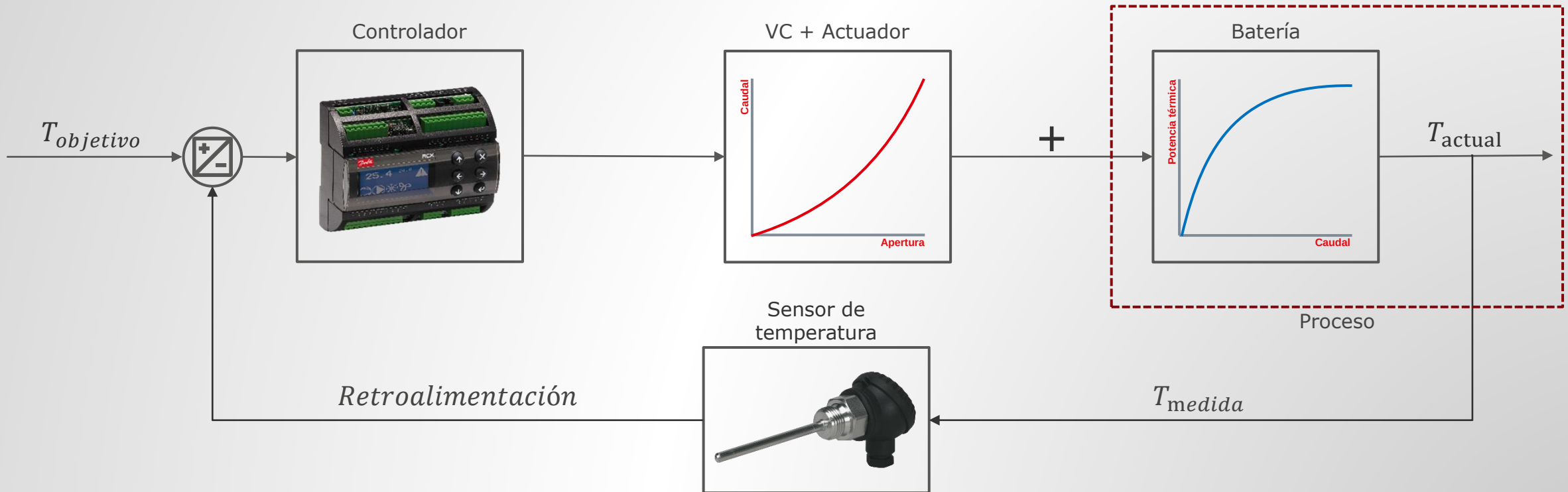
Lazo cerrado de control de temperatura

componentes



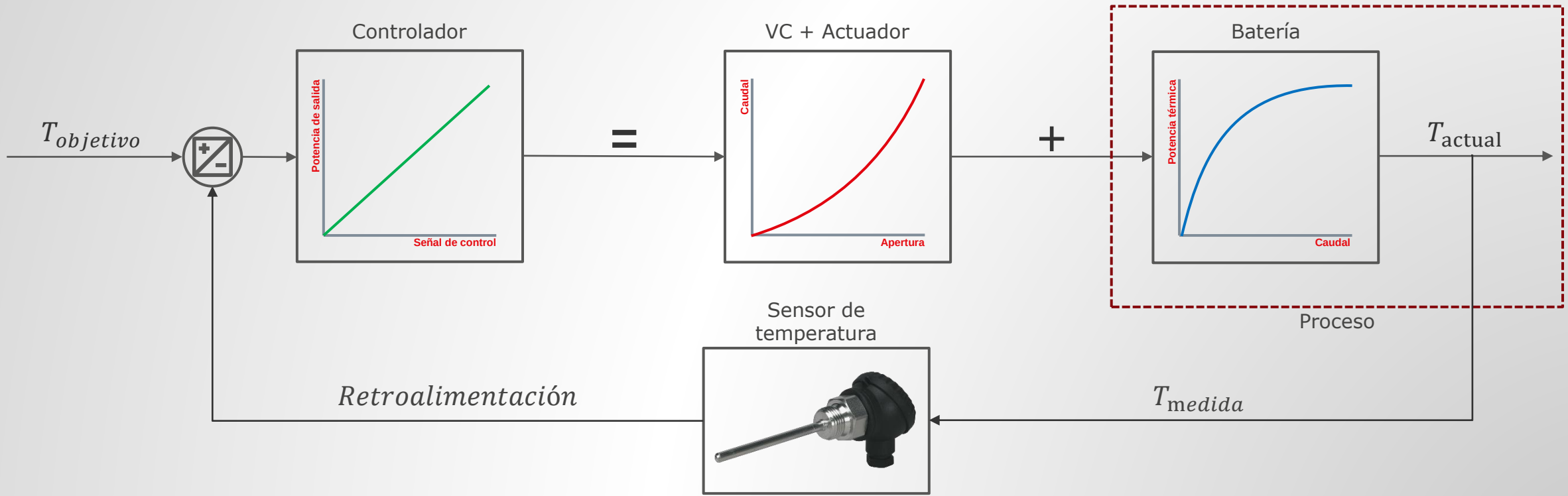
Lazo cerrado de control de temperatura

componentes

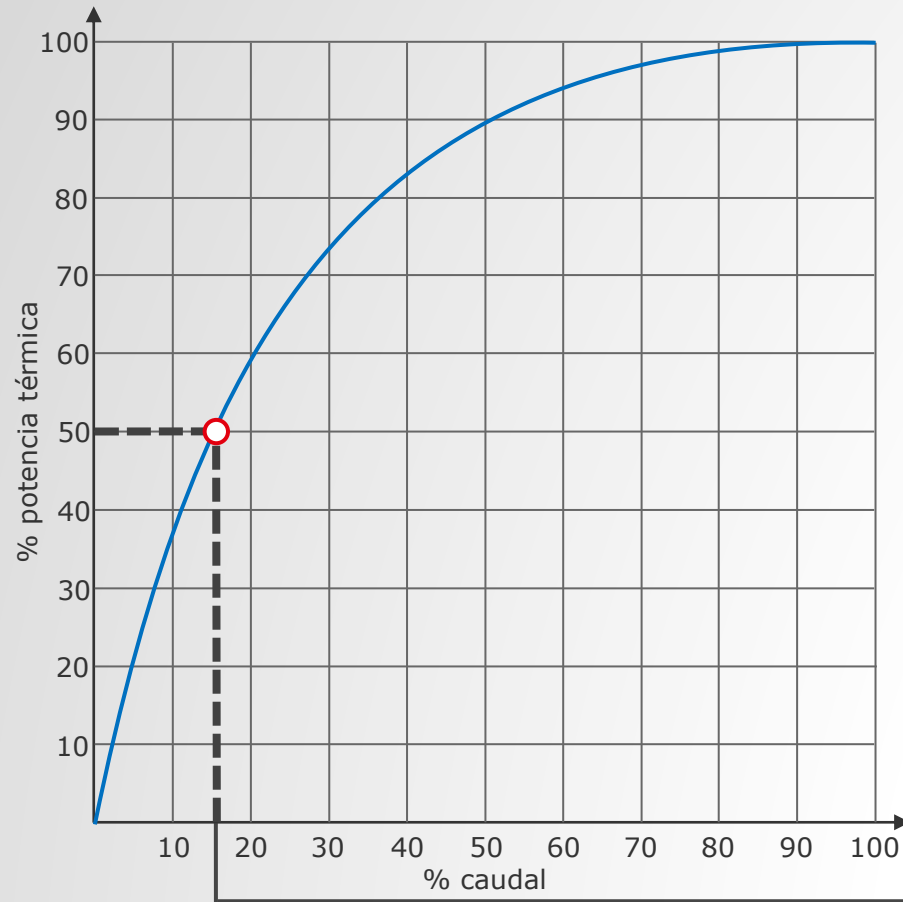


Lazo cerrado de control de temperatura

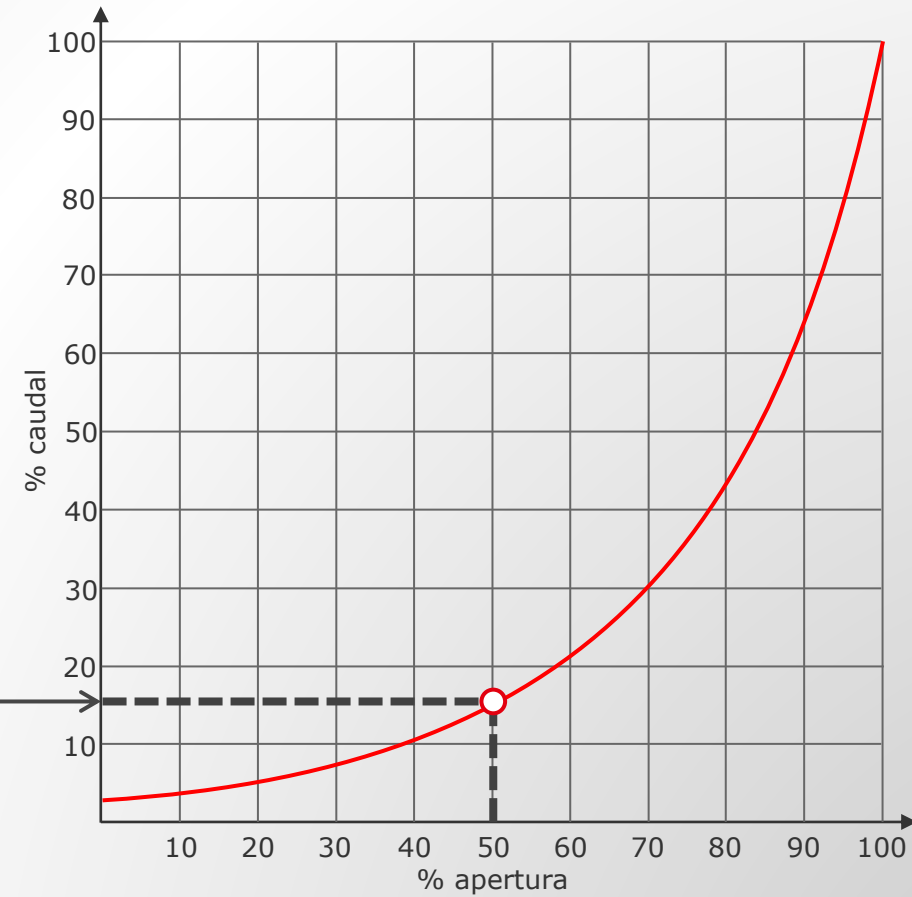
componentes



Lazo cerrado de control de temperatura componentes



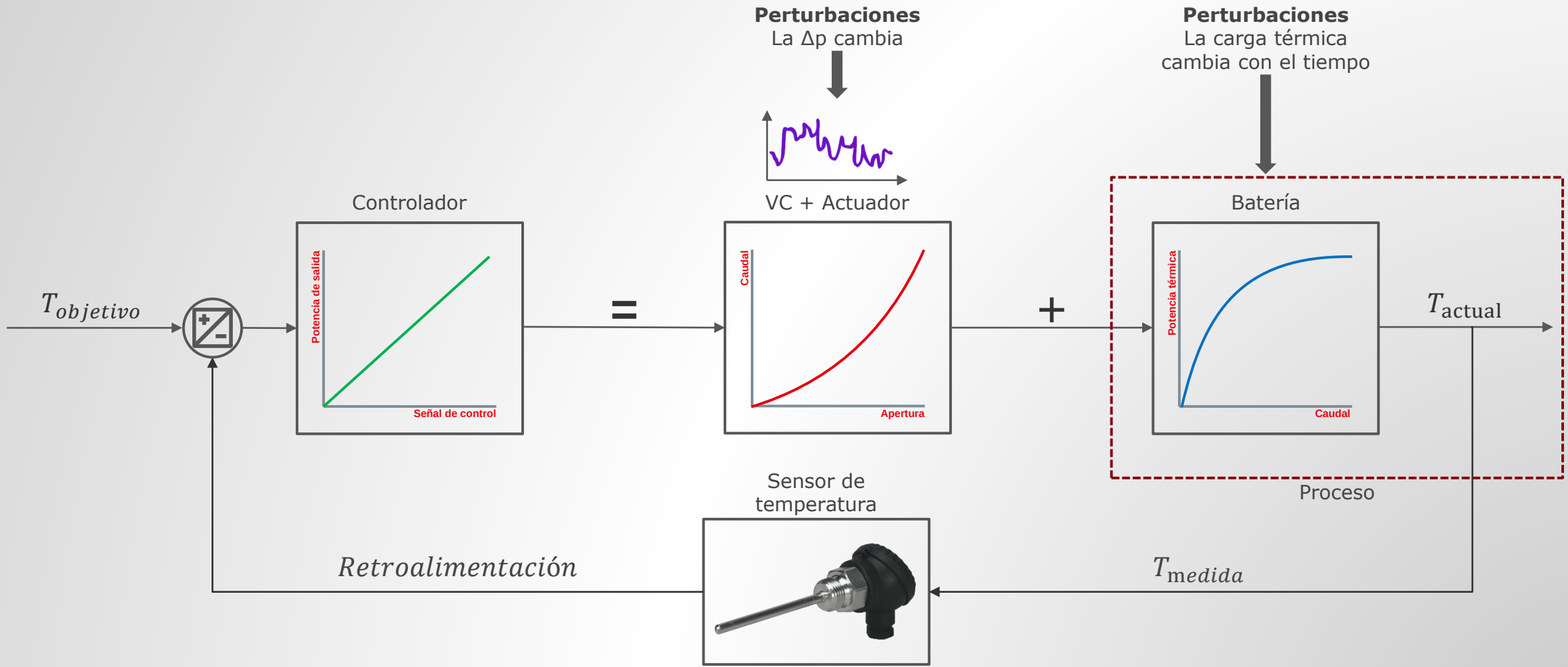
+



Para garantizar que la válvula de control compense la no linealidad de la batería es importante que la **Δp en ella se mantenga constante.**

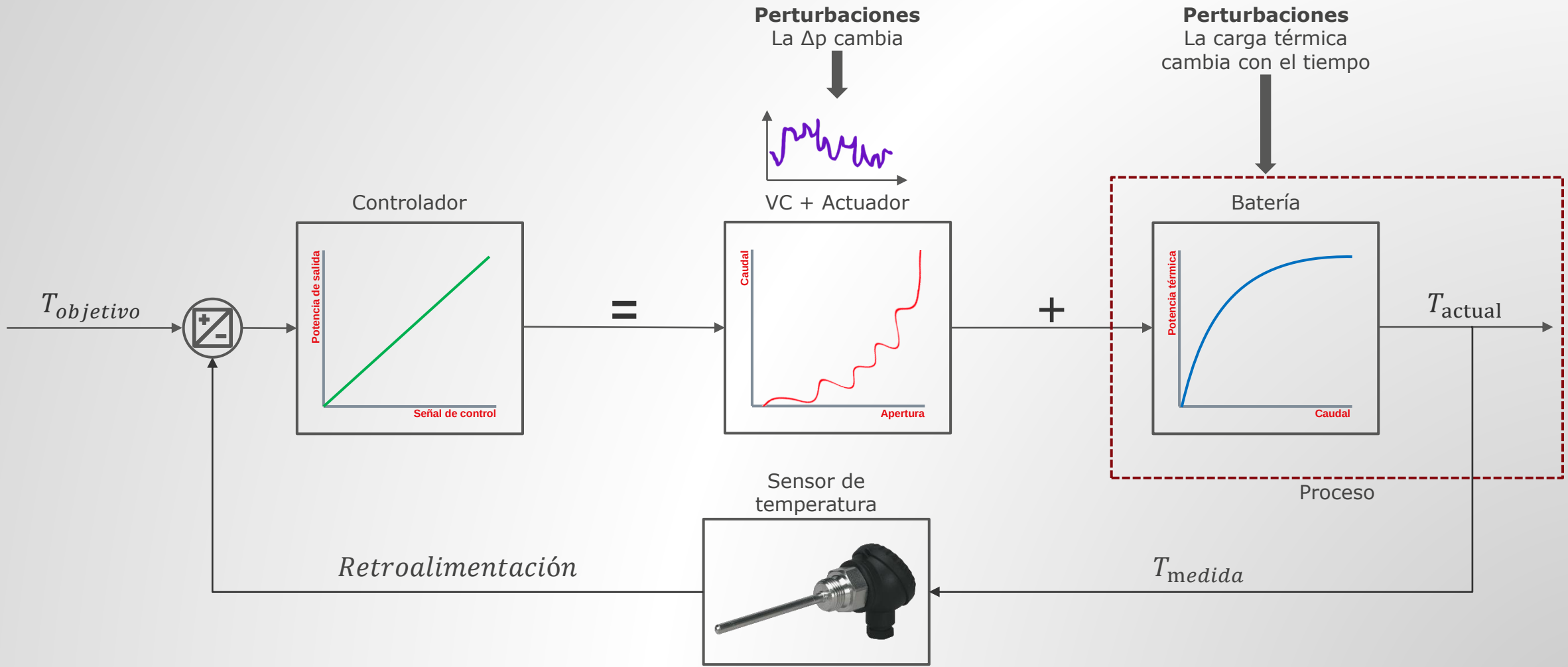
Lazo cerrado de control de temperatura

componentes



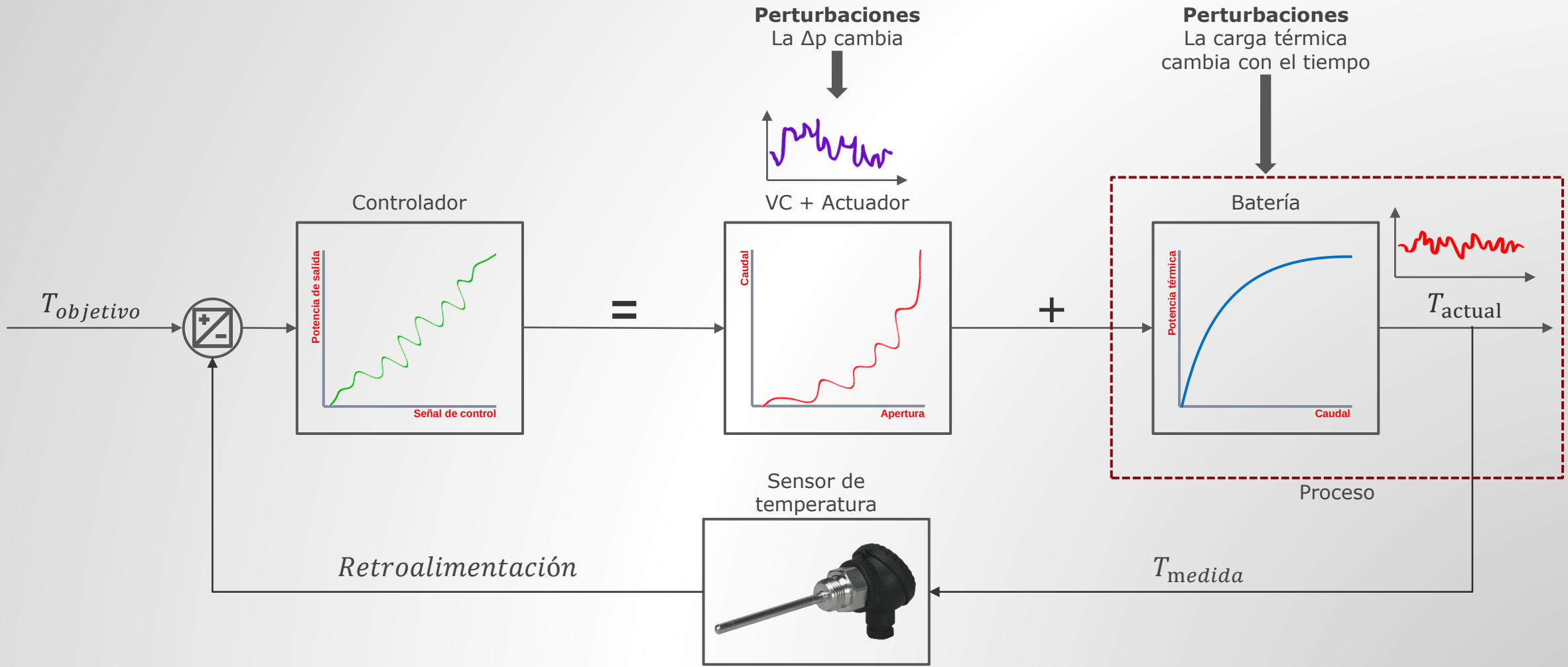
Lazo cerrado de control de temperatura

componentes

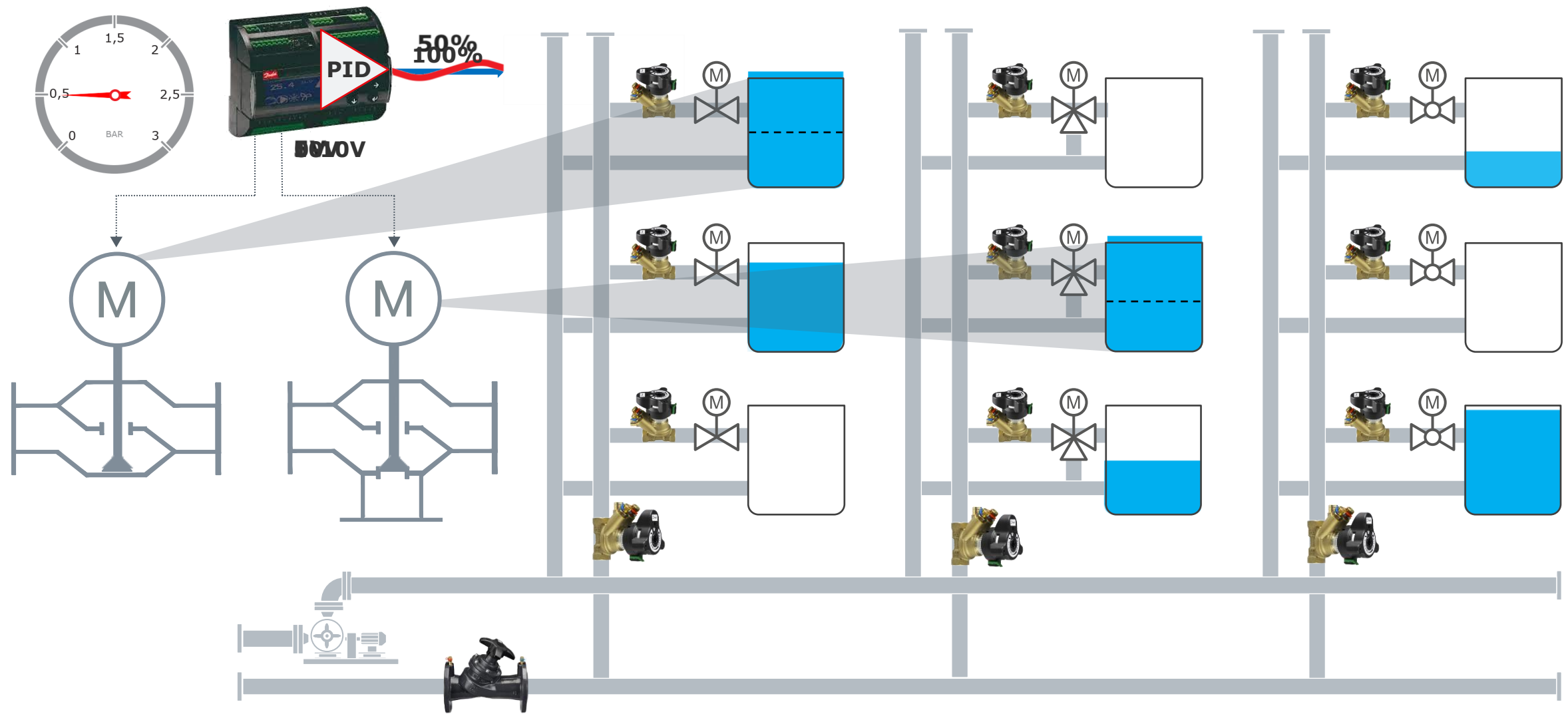


Lazo cerrado de control de temperatura

componentes

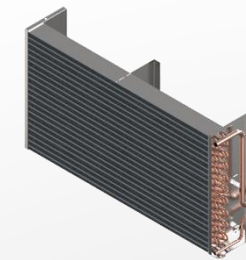
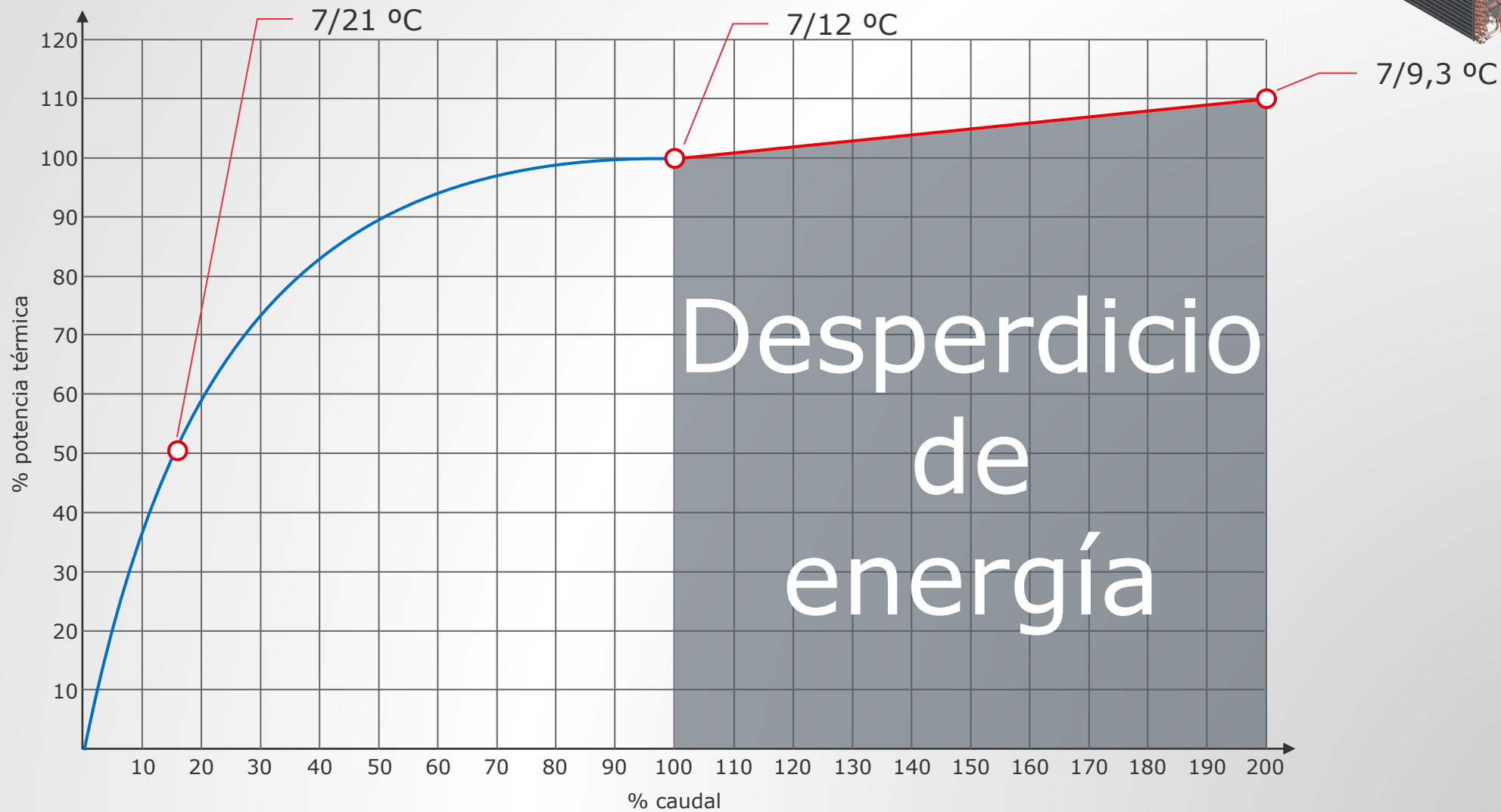


Operación en la vida real
el controlador intenta estabilizar



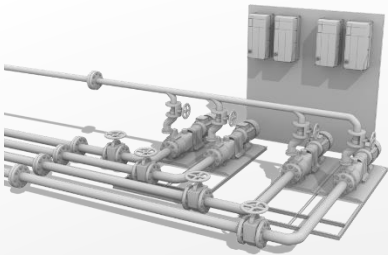
Operación en la vida real

impacto ocasionado por un ΔT bajo



Operación en la vida real

impacto ocasionado por un ΔT bajo



Calefacción

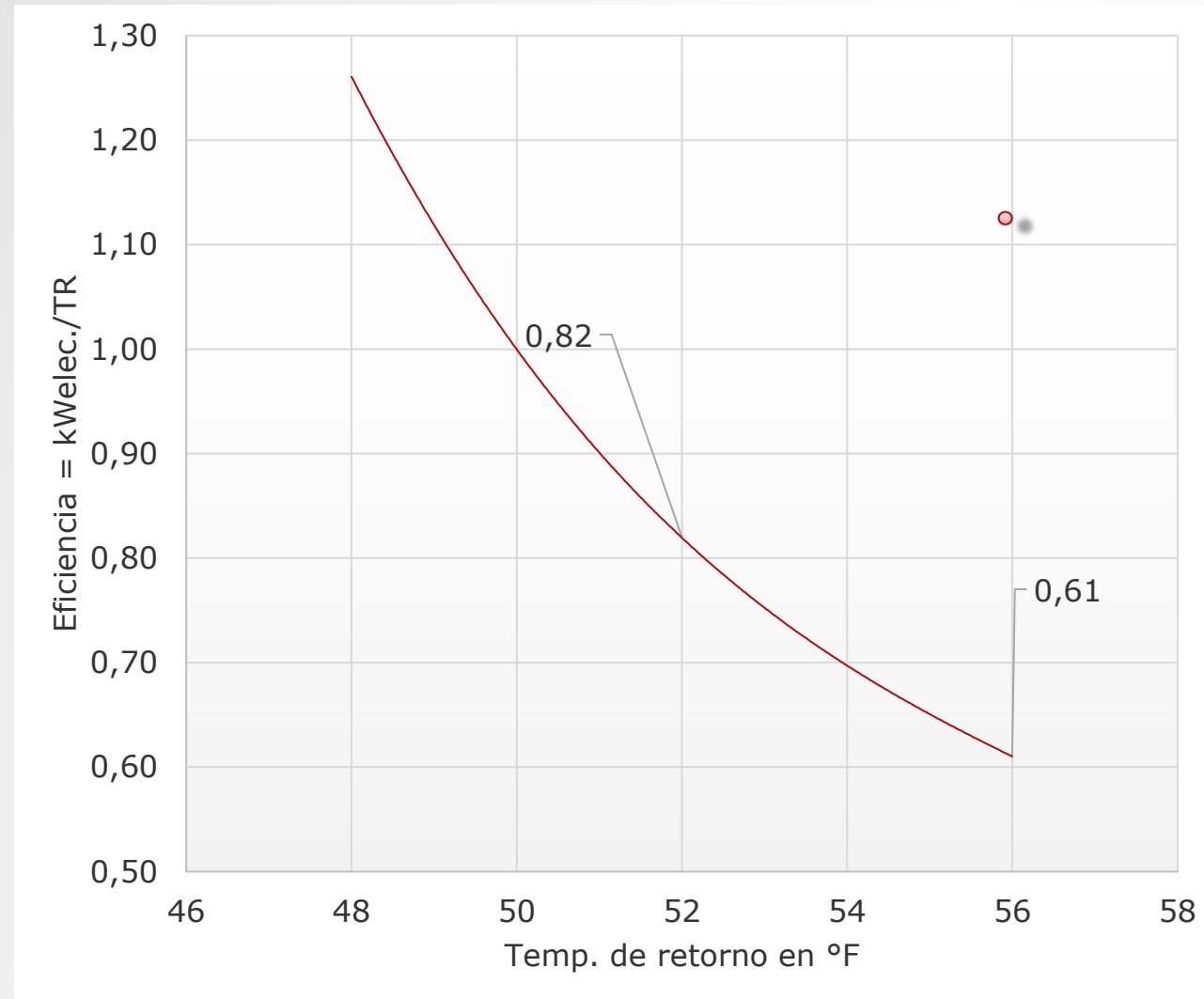
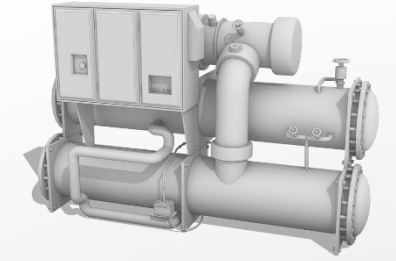
Temperatura impulsión	Temperatura retorno	ΔT	Bombeo
°C	°C	°C	$l/h/kW$
60	45	15	57,47
60	46	14	61,57
60	47	13	66,31
60	48	12	71,84
60	49	11	78,37
60	50	10	86,21

Refrigeración

Temperatura impulsión	Temperatura retorno	ΔT	Bombeo
°C	°C	°C	$l/h/kW$
7	14	7	123,15
7	13	6	143,68
7	12	5	172,41
7	11	4	215,52
7	10	3	287,35
7	9	2	431

Operación en la vida real

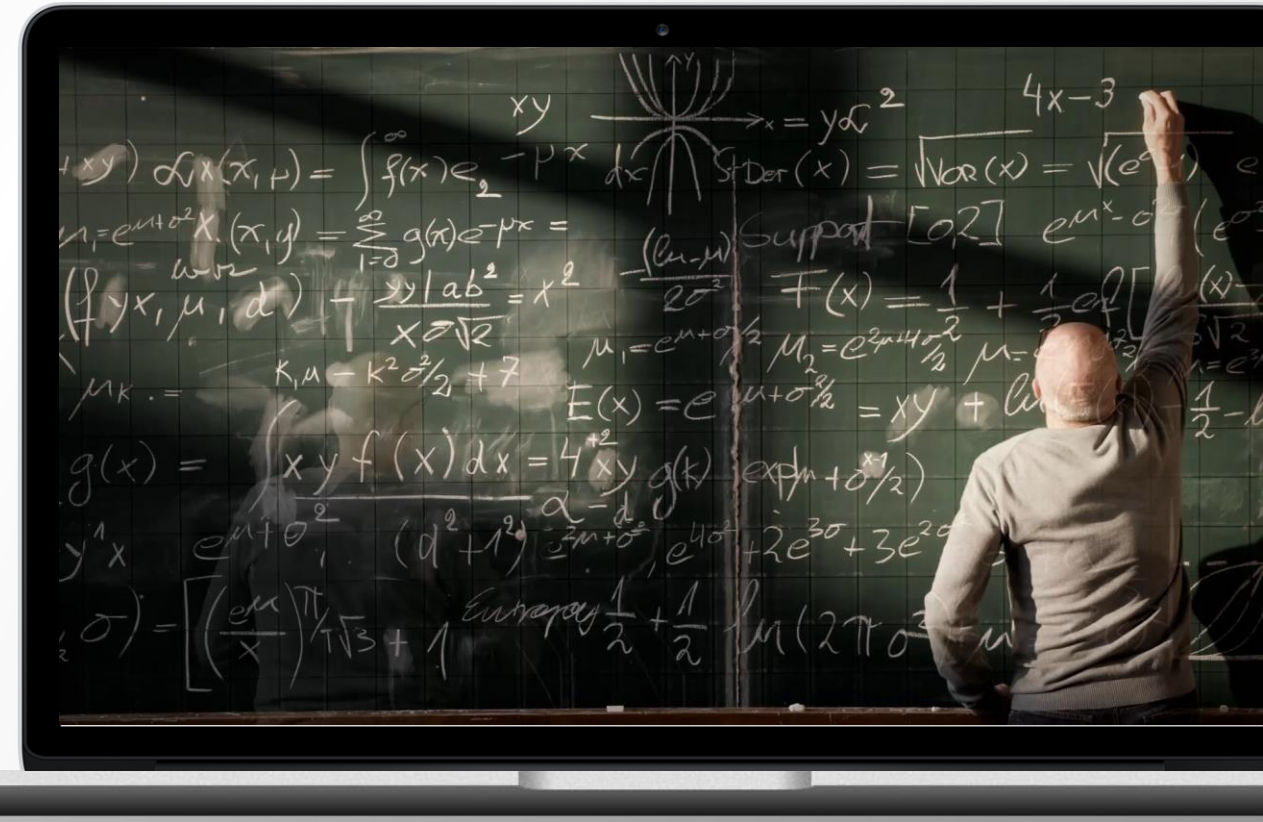
impacto ocasionado por un ΔT bajo



Conclusiones de usar válvulas de equilibrado y control tradicionales



- Indispensable conocer el **q** y **Δp** del equipo terminal, así como la **Δp** del ramal.
- Hacer selección por **k_v** .
- Se debe de llevar a cabo el **comisionamiento** en válvulas de equilibrado manual.
- Indispensable el cálculo de **autoridad** con actuadores modulantes.
- Sin cálculo de autoridad:
 - Baterías con **sobre caudal**
 - Baterías con **falta de caudal**
 - Síndrome de **ΔT bajo**



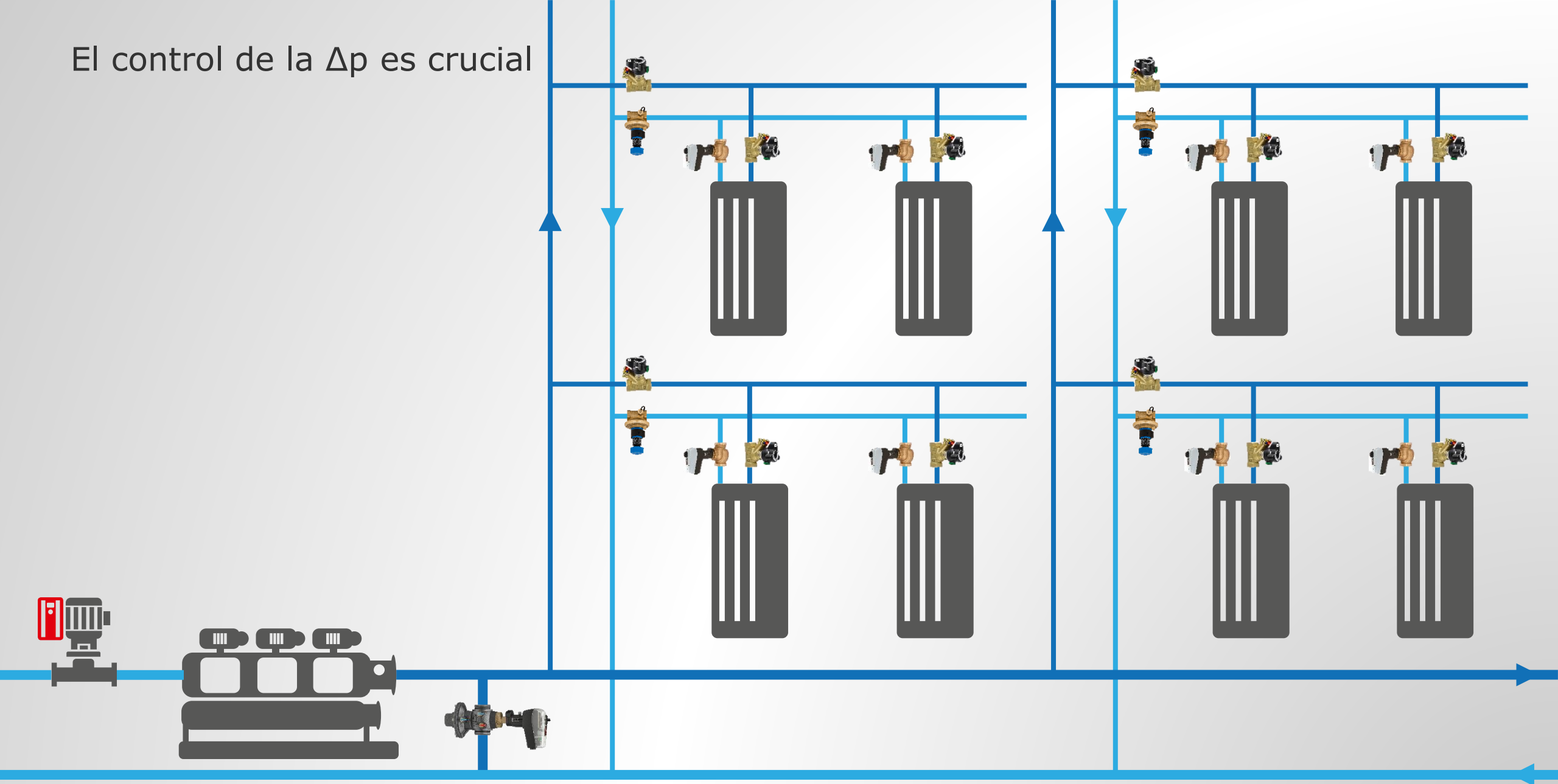
1. Normativa aplicable.
2. Conceptos básicos.
3. Tipos de válvulas de equilibrado y control hidráulico.
4. Principios de equilibrado y control hidráulico: selección de válvulas.
5. Introducción a la teoría de control de temperatura en HVAC.

6. El control de la Δp es crucial.

7. Válvula independiente de la presión PICV.
8. Ventajas de usar una PICV.
9. Soluciones Danfoss para edificios comerciales y no residenciales.



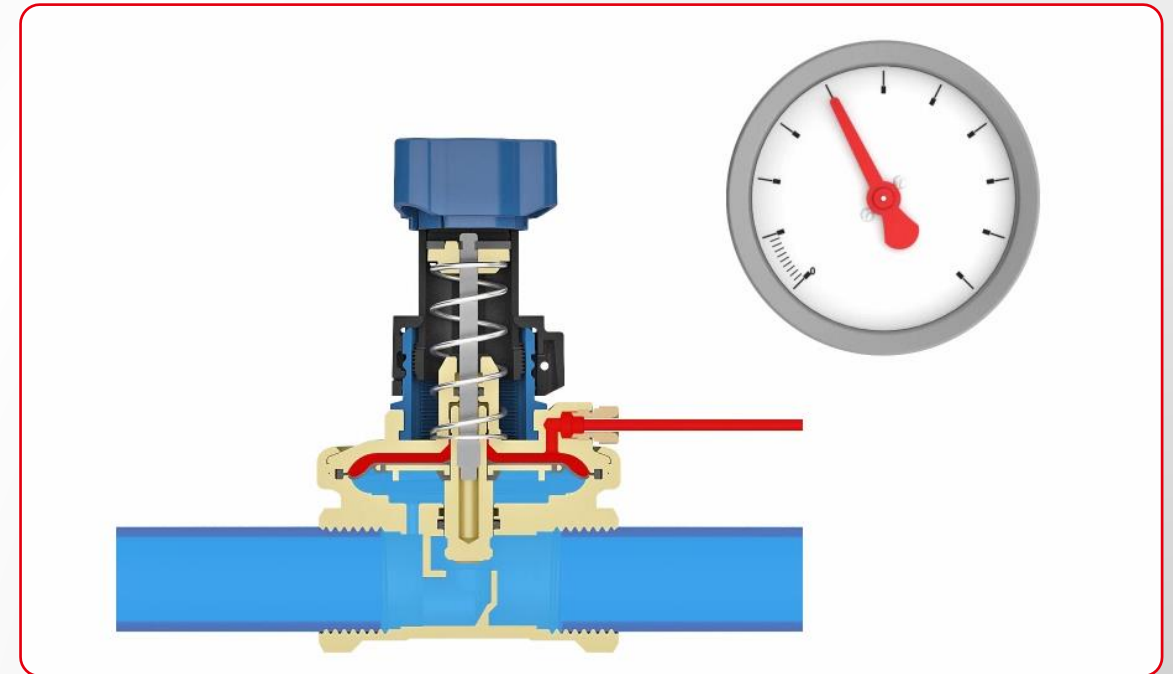
El control de la Δp es crucial



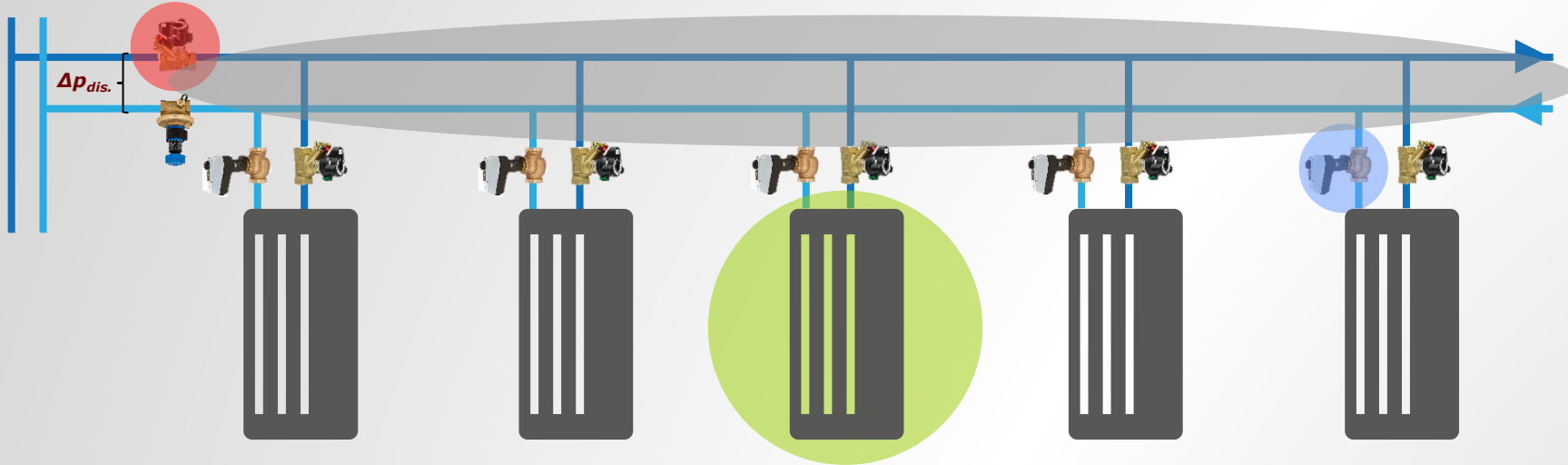
Operación de una válvula de control de Δp DPCV

Una DPCV está construido por:

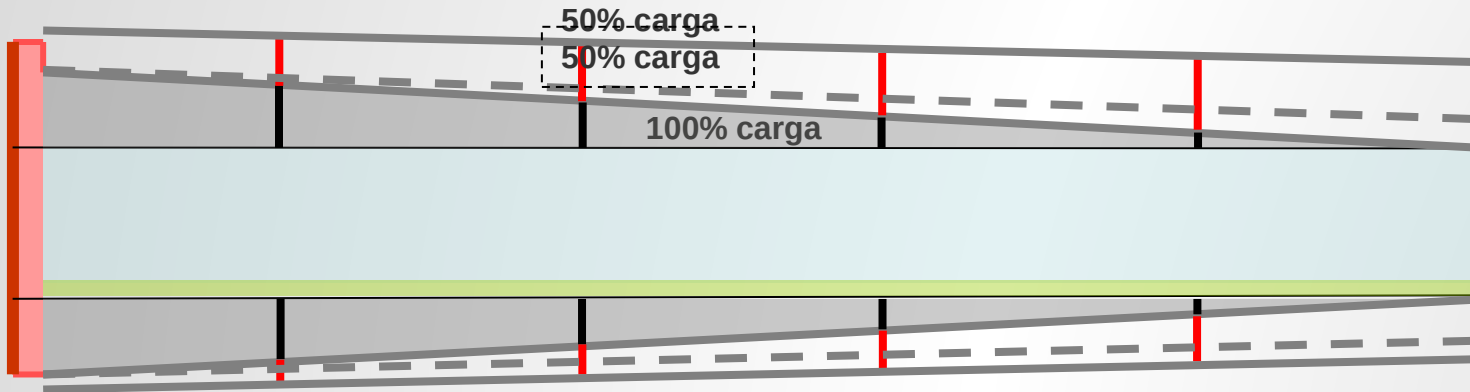
- **Cuerpo de la válvula;** consiste de un cono y asiento.
- **Unidad de control;** consiste de un diafragma, una unidad de ajuste con un resorte y una conexión para un tubo de impulsión, incorporado al cuerpo de la válvula se cuenta con un tubo capilar.



Dimensionamiento de una válvula de control de Δp DPCV



$\Delta p_{disponible}$	= 50 kPa
$q_{tubería}$	= 2,1 m ³ /h
Δp_{cv}	= 9 kPa
$\Delta p_{batería}$	= 1 kPa
$\Delta p_{tubería}$	= 7 kPa
Δp_{MBV}	= 3 kPa



Dimensionamiento de una válvula de control de Δp DPCV

1. Determinar el ajuste de ΔP requerido en la válvula de control de presión diferencial.

$$\Delta p_{DPCV} = \Delta p_{disponible} - (\Delta p_{cv} + \Delta p_{batería} + \Delta p_{tubería} + \Delta p_{MBV})$$

$$\Delta p_{DPCV} = 50 - (9 + 1 + 7 + 3) = \mathbf{30\ kPa}$$

$\Delta p_{disponible}$	= 50 kPa
$q_{tubería}$	= 2,1 m³/h
Δp_{cv}	= 9 kPa
$\Delta p_{batería}$	= 1 kPa
$\Delta p_{tubería}$	= 7 kPa
Δp_{MBV}	= 3 kPa

DN	K _{vs}	Rango de Ajuste de Δp (kPa)	
15	1,6	5-25	20-60
20	2,5		
25	4,0		
32	6,3		
40	10,0		
50	16,0		

Datos de K_{vs} de válvulas ASV-PV

Dimensionamiento de una válvula de control de Δp DPCV

1. Determinar el ajuste de ΔP requerido en la válvula de control de presión diferencial.

$$\Delta p_{DPCV} = \Delta p_{disponible} - (\Delta p_{cv} + \Delta p_{batería} + \Delta p_{tubería} + \Delta p_{MBV})$$

$$\Delta p_{DPCV} = 50 - (9 + 1 + 7 + 3) = \mathbf{30\ kPa}$$

2. Calcular el tamaño de la válvula requerida.

$$K_v = \frac{q}{\sqrt{\Delta p}} = \frac{2,1}{\sqrt{0,3}} = \mathbf{3,83\ m^3/h}$$

$\Delta p_{disponible}$	= 50 kPa
$q_{tubería}$	= 2,1 m³/h
Δp_{cv}	= 9 kPa
$\Delta p_{batería}$	= 1 kPa
$\Delta p_{tubería}$	= 7 kPa
Δp_{MBV}	= 3 kPa

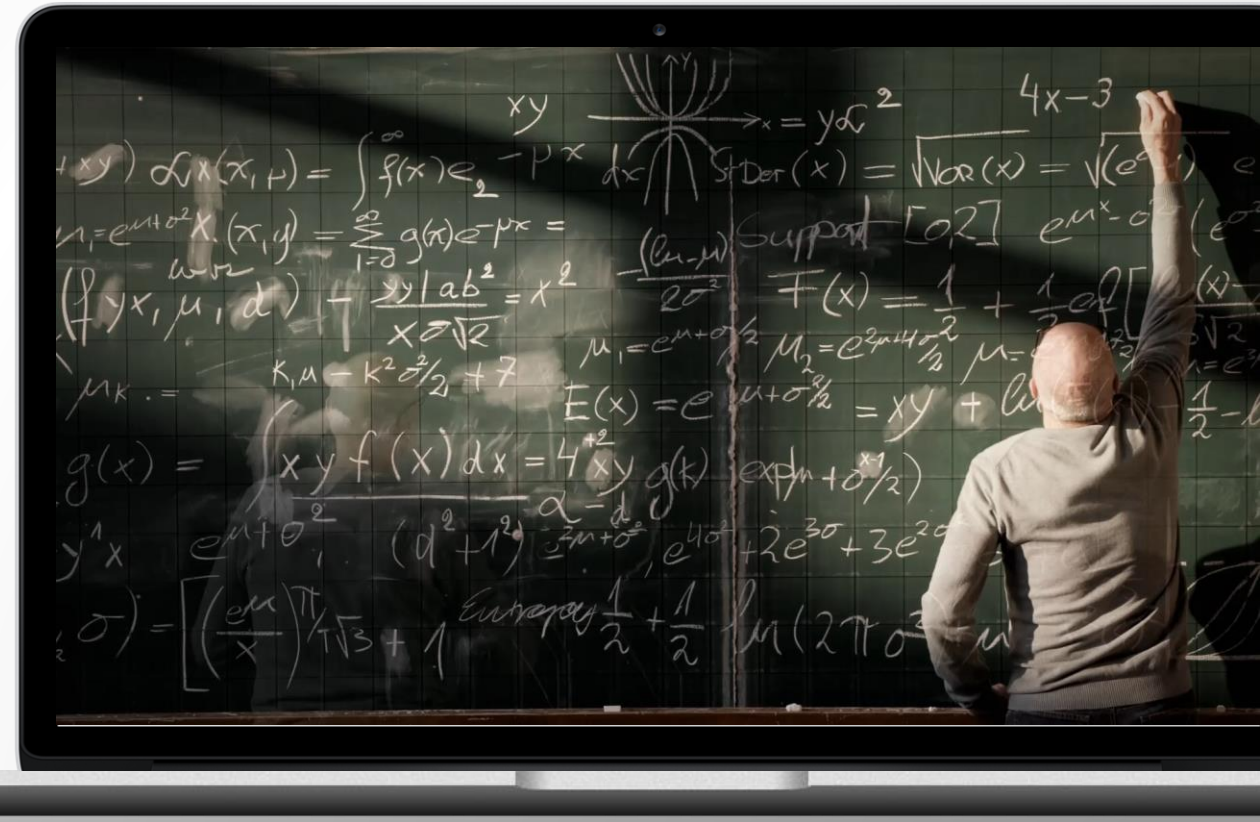
DN	K _{vs}	Rango de Ajuste de Δp (kPa)	
15	1,6	5-25	20-60
20	2,5		
25	4,0		
32	6,3		
40	10,0		
50	16,0		

Datos de K_{vs} de válvulas ASV-PV

Conclusiones de usar DPCV



- Es importante tener **información** de los **datos técnicos** requeridos para un correcto dimensionamiento del DPCV.
- Se requiere dimensionar la válvula de equilibrado y de control por **k_v** .
- Para las válvulas de control, es indispensable el cálculo de **autoridad** con actuadores modulantes.
- Se requiere **personal especializado** para el comisionamiento del sistema.
- La **inversión inicial** es **alta**, debido a que se requieren utilizar **1 DPCV** en cada ramal y **1 MBV** y **1 CV** en cada equipo terminal.



1. Normativa aplicable.
2. Conceptos básicos.
3. Tipos de válvulas de equilibrado y control hidráulico.
4. Principios de equilibrado y control hidráulico: selección de válvulas.
5. Introducción a la teoría de control de temperatura en HVAC.
6. El control de la Δp es crucial.

7. Válvula independiente de la presión PICV.

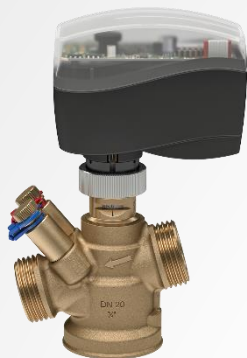
8. Ventajas de usar una PICV.
9. Soluciones Danfoss para edificios comerciales y no residenciales.



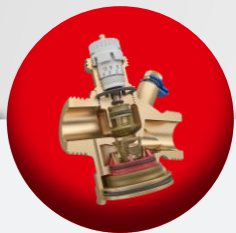
Válvula independiente de la presión, solución 3 en 1



Válvula independiente de la presión, solución 3 en 1



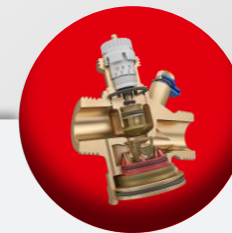
Pressure
Independent
Control
Valve



Válvula
de control

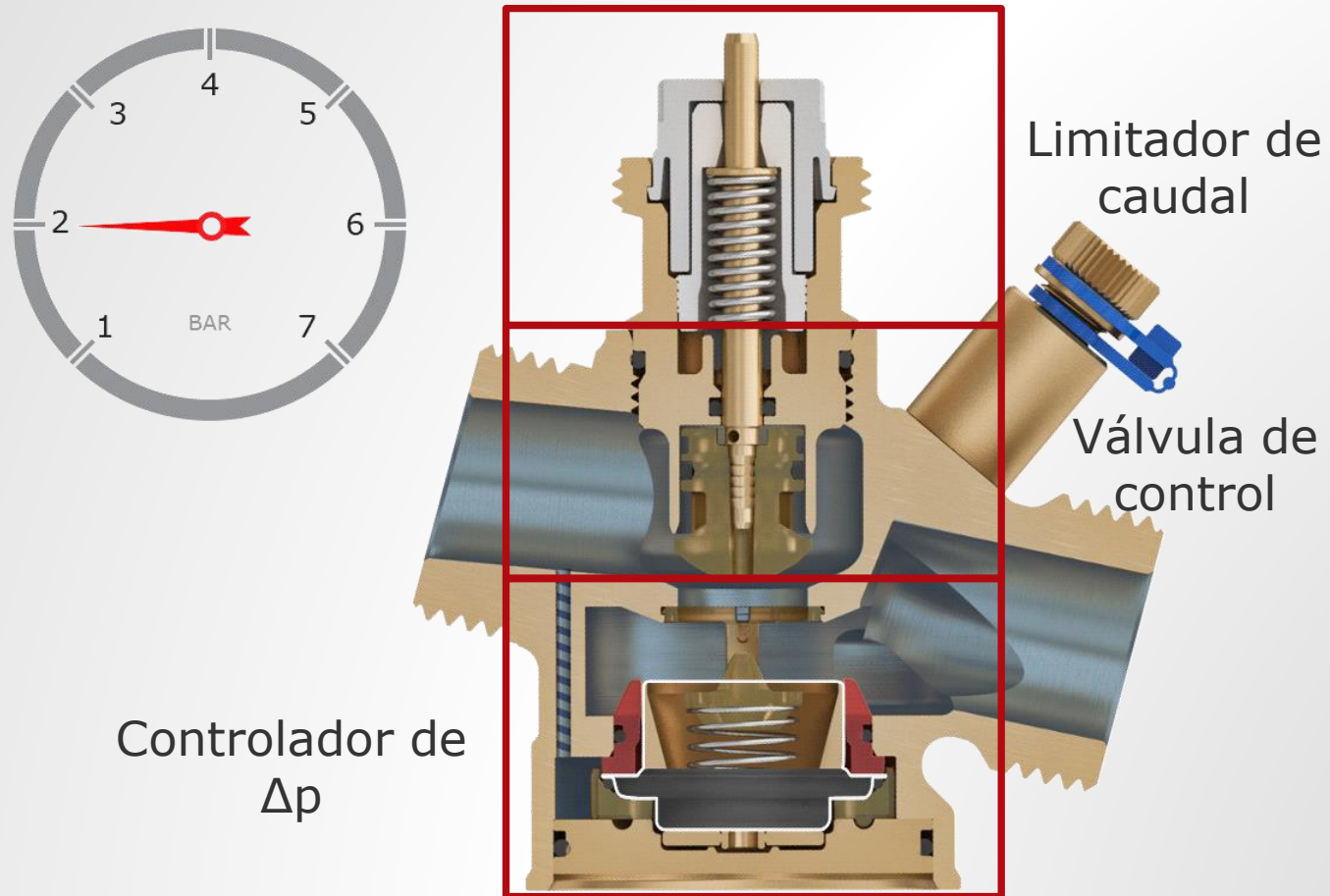


Limitador
de caudal

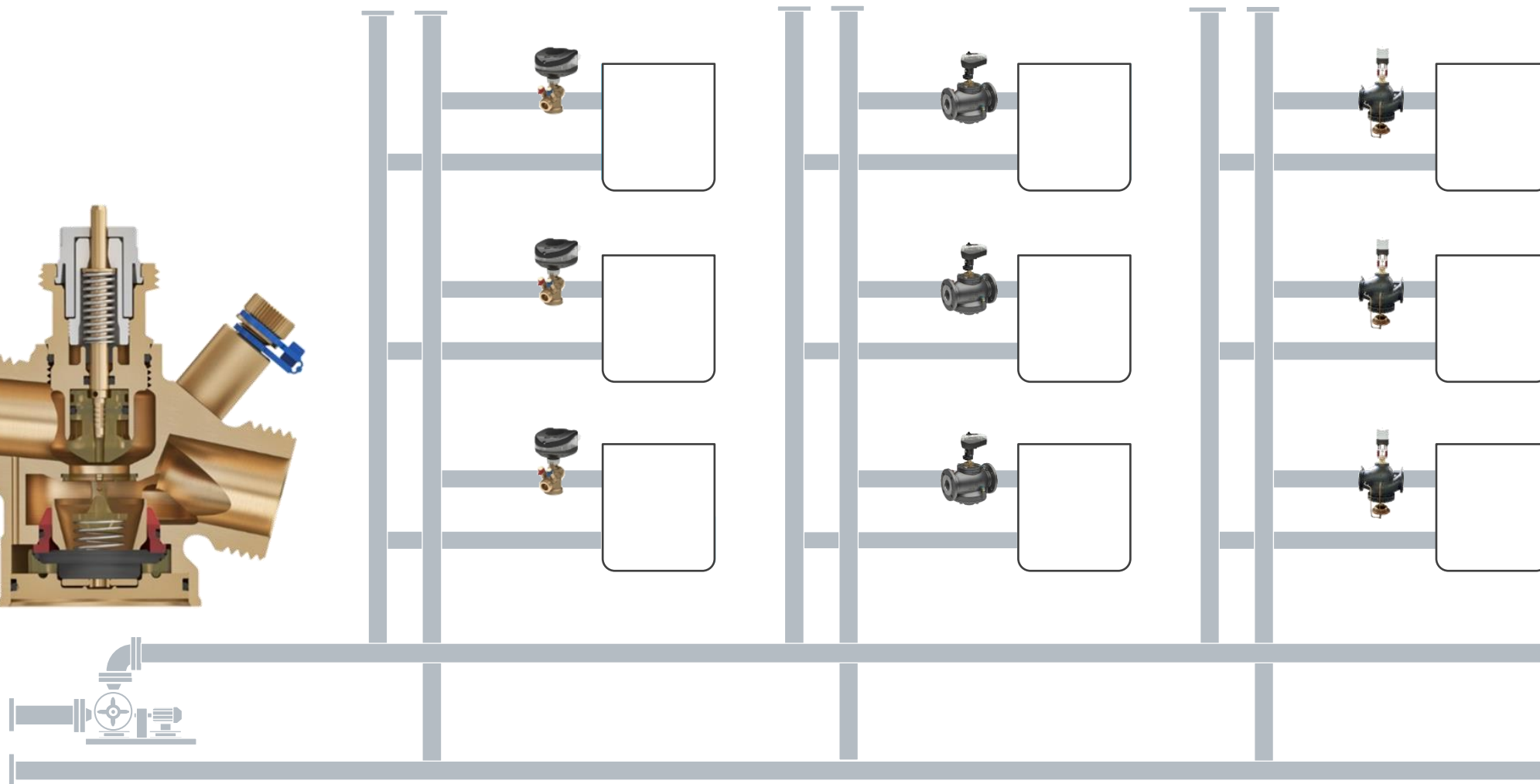
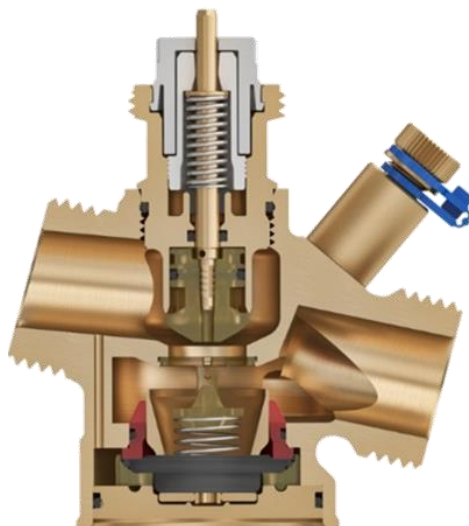


Controlador
de Δp

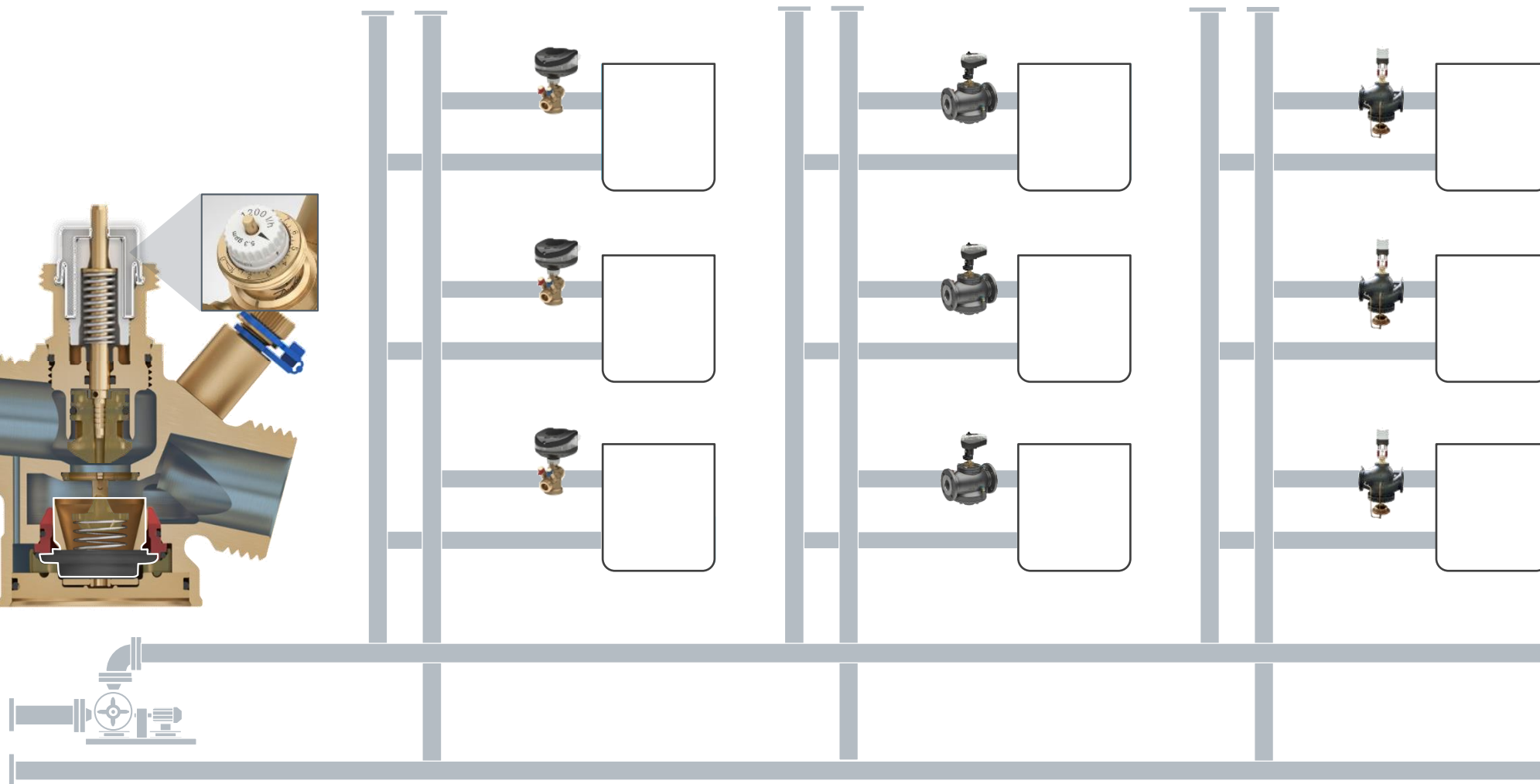
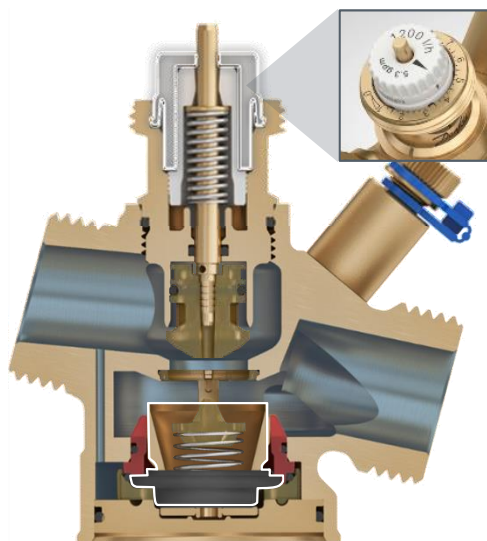
Válvula independiente de la presión, solución 3 en 1 PICV



Válvula PICV equilibrado y control sencillo

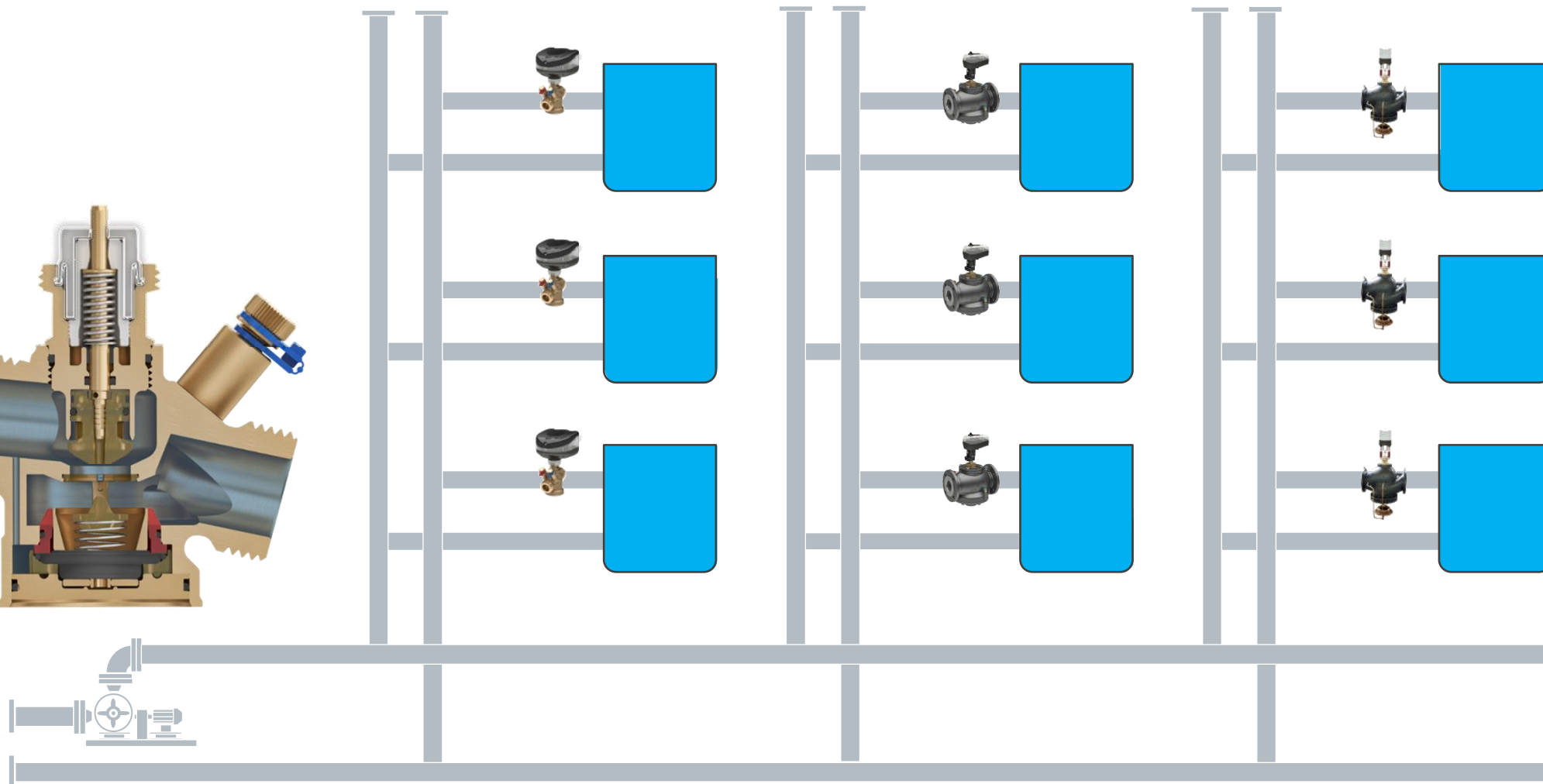
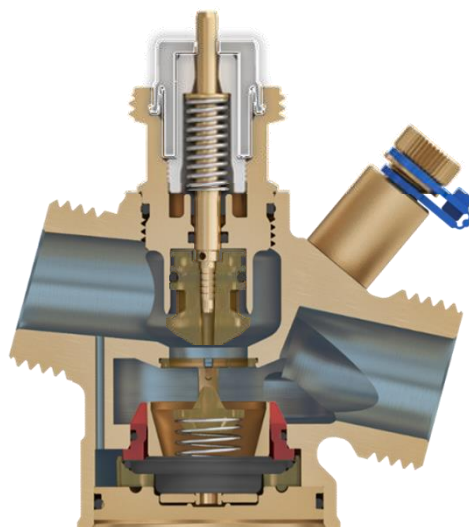


Válvula PICV equilibrado y control sencillo



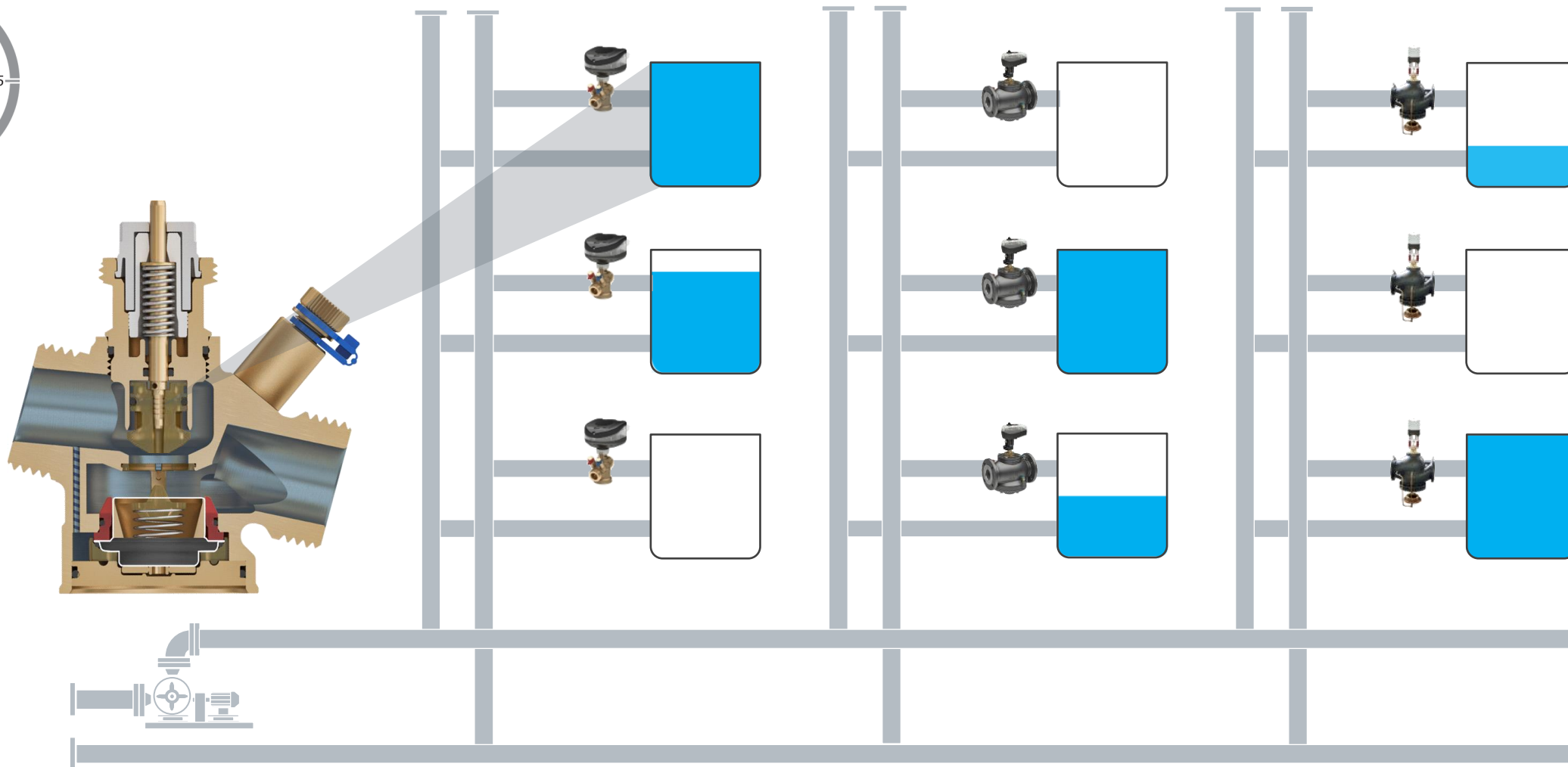
Válvula PICV

equilibrado y control sencillo

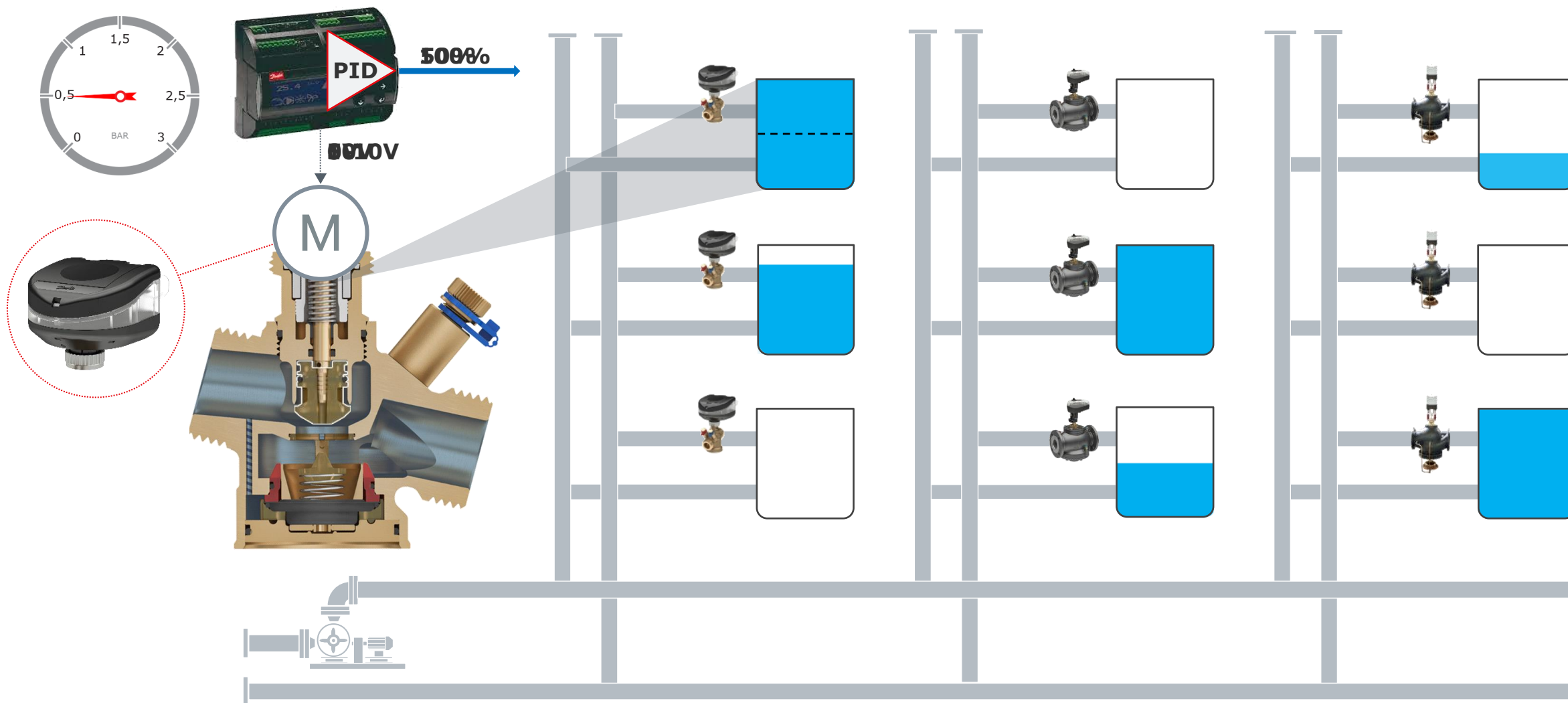


Válvula PICV

equilibrado y control sencillo

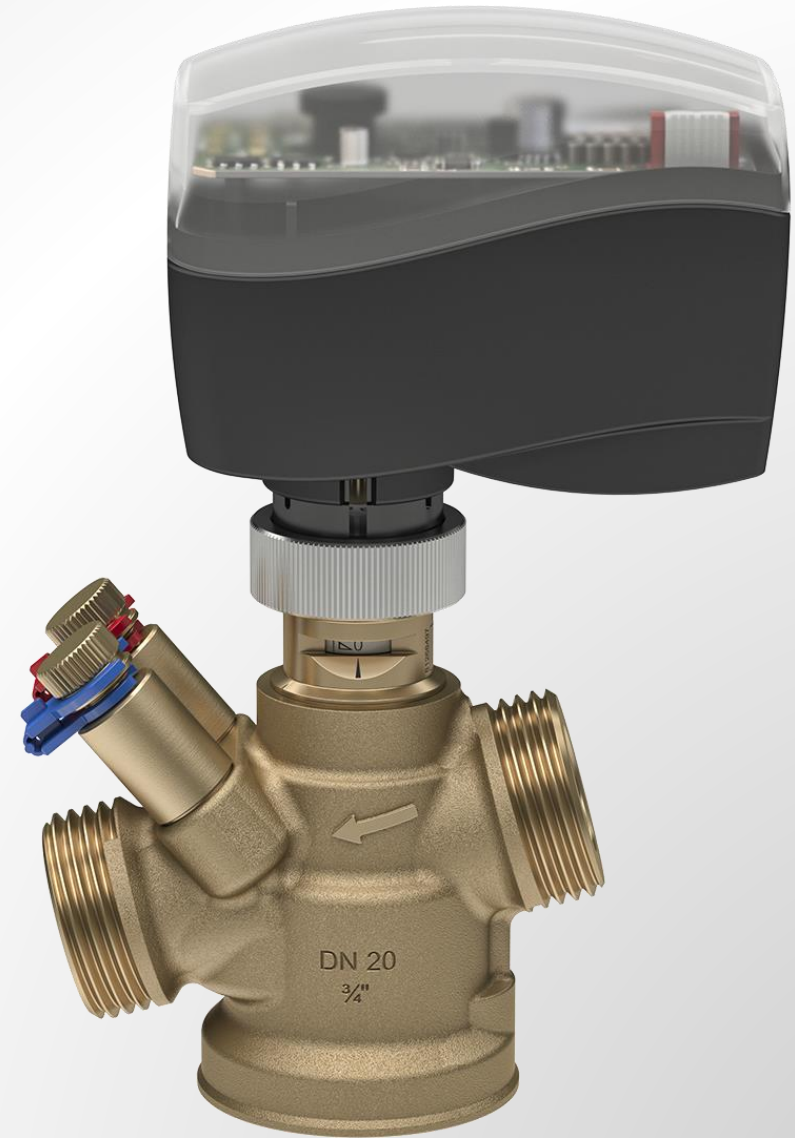


Válvula PICV equilibrado y control sencillo



Válvula PICV Danfoss modelo AB-QM fácil de dimensionar para los diseñadores

- Solo se requiere el **caudal** del equipo terminal.
- Factor de rango de **1000:1**.
- Tiene **autoridad** del **100%**.
- Es una válvula de control **lineal**.
(se puede cambiar a isoporcentual con el actuador).
- Selecciona el tipo de actuador a utilizar:
 - Todo/Nada
 - Modulante
 - Digital



1. Normativa aplicable.
2. Conceptos básicos.
3. Tipos de válvulas de equilibrado y control hidráulico.
4. Principios de equilibrado y control hidráulico: selección de válvulas.
5. Introducción a la teoría de control de temperatura en HVAC.
6. El control de la Δp es crucial.
7. Válvula independiente de la presión PICV.

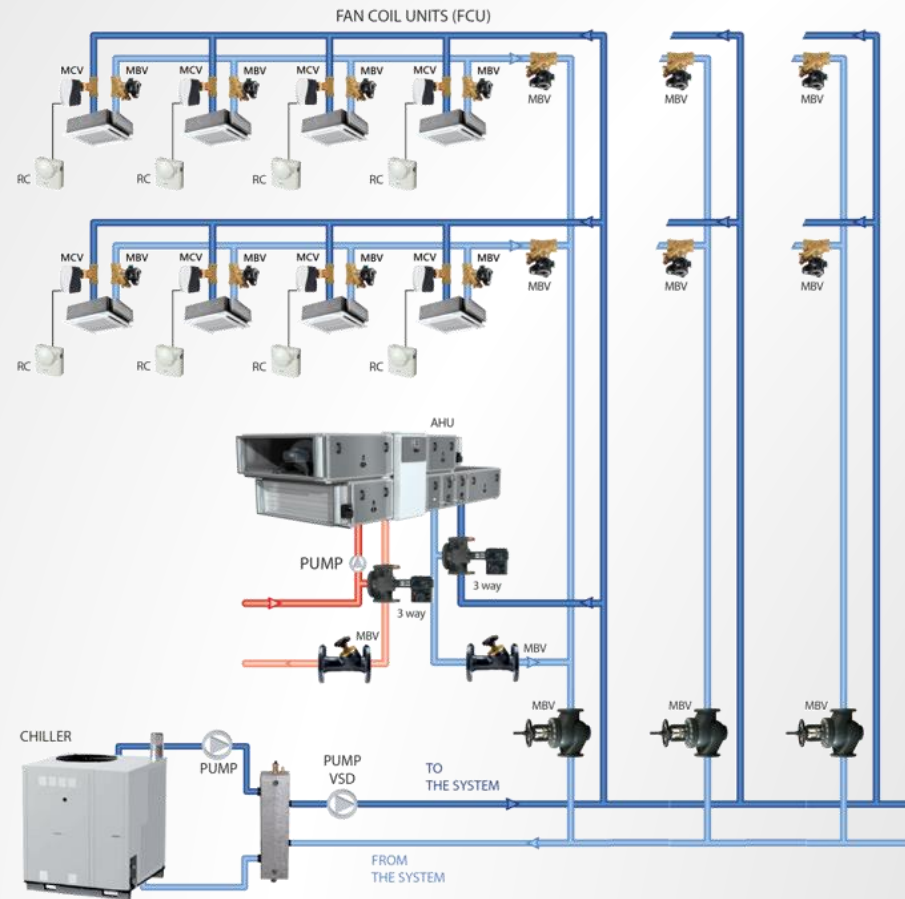
8. Ventajas de usar una PICV.

9. Soluciones Danfoss para edificios comerciales y no residenciales.



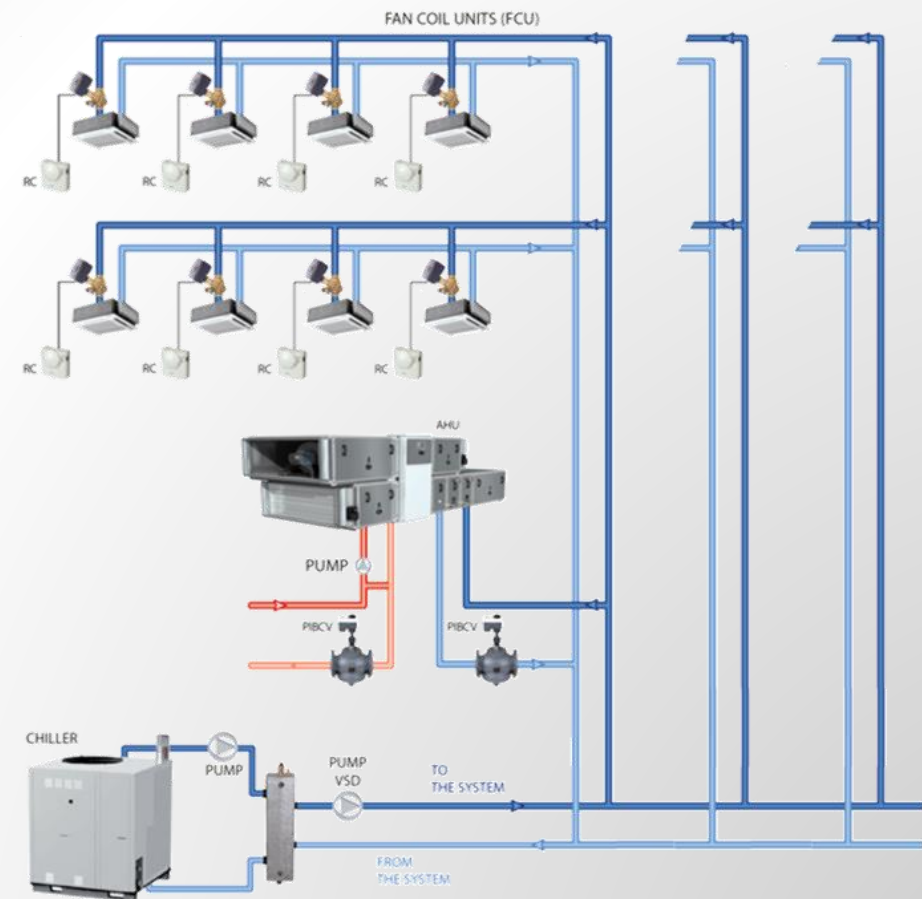
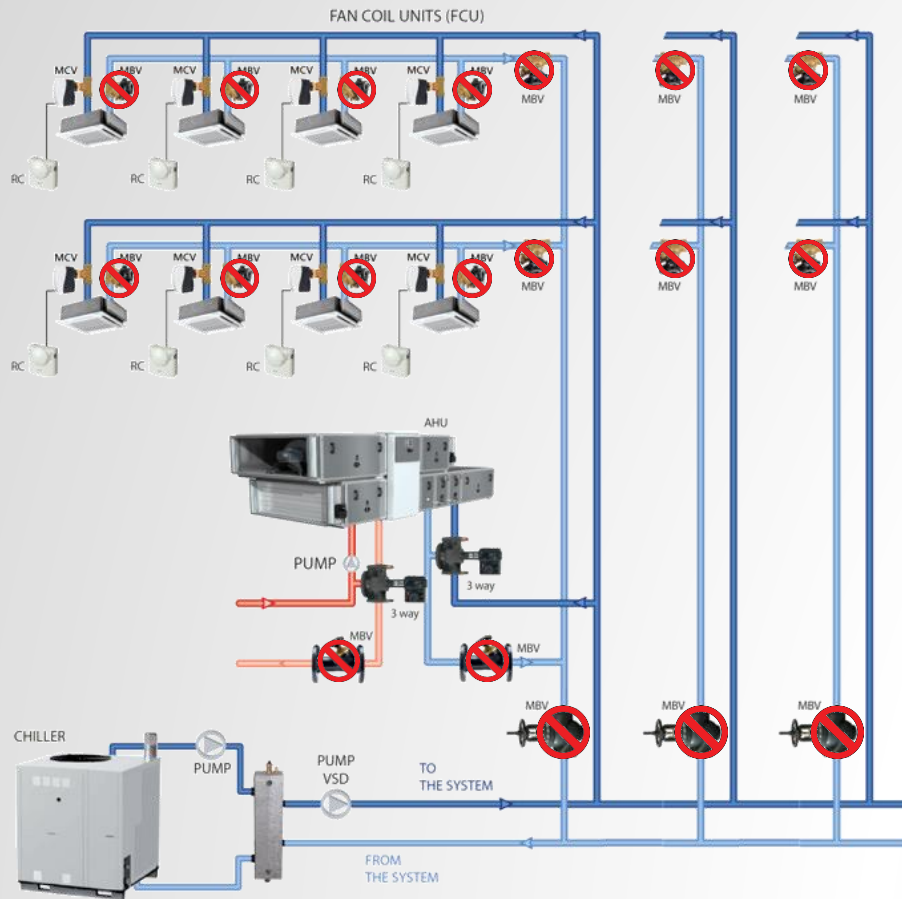
Ventajas de usar una PICV

reducción en la inversión inicial, menos componentes

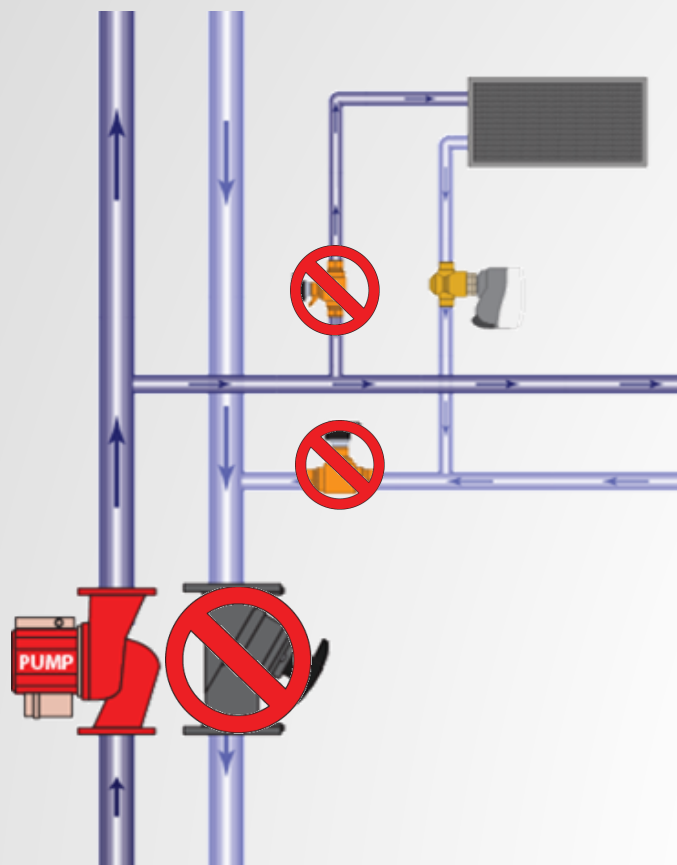


Ventajas de usar una PICV

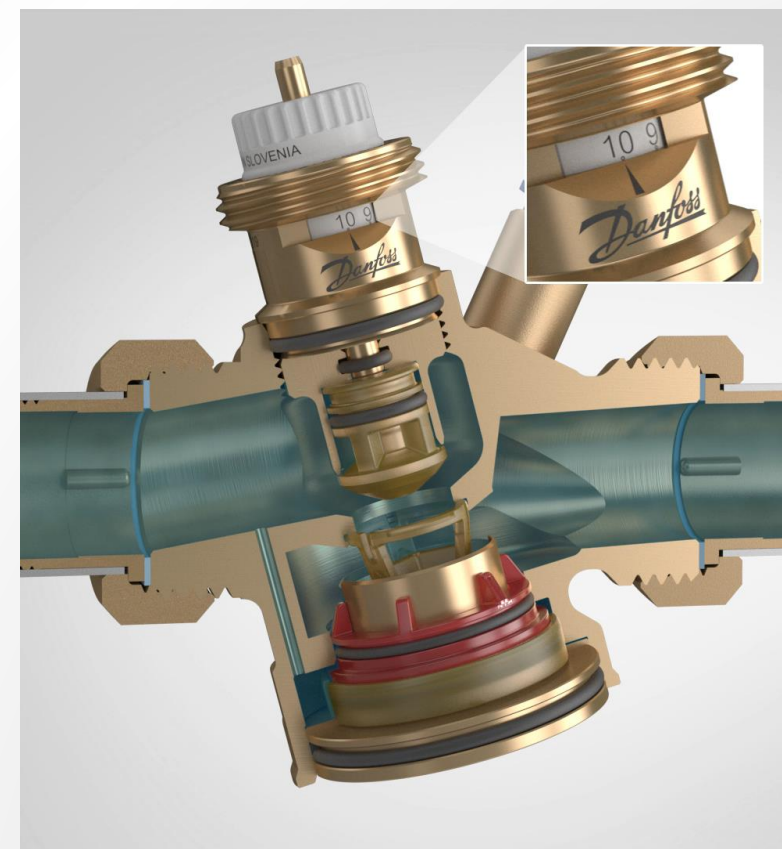
reducción en la inversión inicial, menos componentes



Ventajas de usar una PICV reducción en tiempo de instalación y comisionamiento



30 min. por válvula



Equilibrado sencillo

Ventajas de usar una PICV ayuda a evitar el síndrome de ΔT bajo



Calefacción

Temperatura impulsión	Temperatura retorno	ΔT	Bombeo
°C	°C	°C	$l/h/kW$
60	45	15	57,47
60	46	14	61,57
60	47	13	66,31
60	48	12	71,84
60	49	11	78,37
60	50	10	86,21

Refrigeración

Temperatura impulsión	Temperatura retorno	ΔT	Bombeo
°C	°C	°C	$l/h/kW$
7	14	7	123,15
7	13	6	143,68
7	12	5	172,41
7	11	4	215,52
7	10	3	287,35
7	9	2	431





1. Normativa aplicable.
2. Conceptos básicos.
3. Tipos de válvulas de equilibrado y control hidráulico.
4. Principios de equilibrado y control hidráulico: selección de válvulas.
5. Introducción a la teoría de control de temperatura en HVAC.
6. El control de la Δp es crucial.
7. Válvula independiente de la presión PICV.
8. Ventajas de usar una PICV.

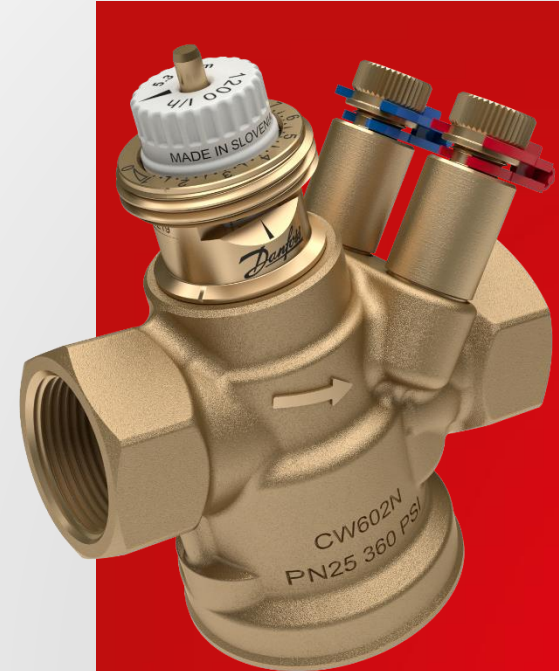
9. Soluciones Danfoss para edificios comerciales y no residenciales.



Soluciones Danfoss con válvulas PICV



AB-QM



Especificación & Instalación

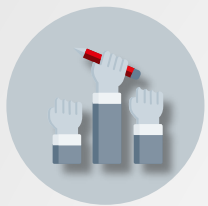
Ajuste de caudal del 10-100%

Con y sin tomas de medida

Mayor rango de caudal

Con rosca interna o externa

Un actuador para cada aplicación
(On/Off, modulante o digital)



Fiabilidad & Robustez

Presión Nominal PN25, DN 15-32

Resistente a la cal y a la obstrucción

Llenado y limpieza bidireccional

Garantía extendida para proyectos



Conectividad & Datos (NovoCon®)

Con comunicación BACnet o Modbus

Puesta en marcha remota

Mantenimiento predictivo

Gestión de energía activa

TCO & ROI

Menores costes de instalación

Fase de traspaso más corta

Óptimo control de temperatura

Mayor comodidad del usuario

Reduce costes de operación del
generador y bombeo

AB-QM 4.0



Solución todo en 1

AB-QM
Válvulas de corte
Filtro
Tomas de medida

Mantenimiento

Limpieza a contracorriente
Fácil limpieza y drenaje
Bypass
Comprobación de caudal y ΔP



Instalación sencilla

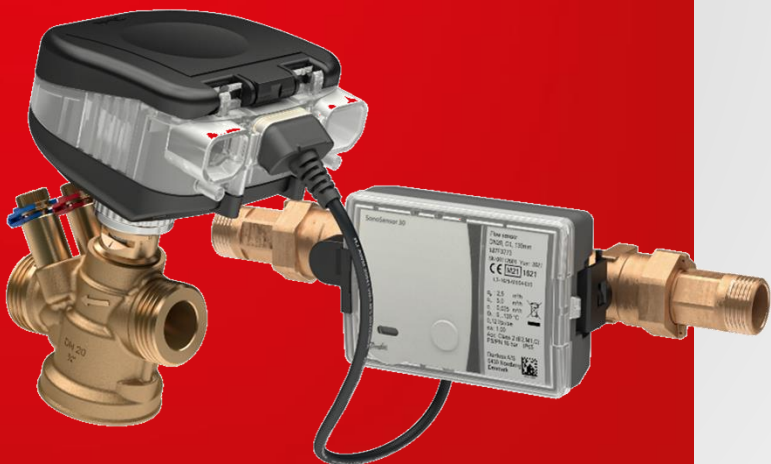
Compacto
1 solo componente
Presión nominal PN25
Aislamiento térmico

Ahorros en costes

Reducción en tiempo de instalación
Pruebas en situ más rápidas
Instalación libre de problemas



AB-QM Flexo, kit de montaje rápido



Actuador digital NovoCon®

Control preciso de caudal

Característica lineal a diferentes ΔP y cargas para un ajuste de caudal preciso

Se puede convertir en isoporcentual para una respuesta lineal del sistema

Posibilidad de medir energía/potencia con sensores de temperatura y contador ultrasónico con certificación MID



Actuador con comunicación

Protocolos de comunicación
BACnet MS/TP y Modbus RTU

Detección automática de
velocidad

Direccionamiento automático
MAC

Comunicación bidireccional con
el BMS

Dispositivo con E/S

Salidas analógicas

1x AO (0-10V)

Entradas analógicas

3x ΩI ($^{\circ}C/^{\circ}F/\Omega$), Pt1000, NTC 10k
t2, NTC 10k t3

1x AI (V/mA)



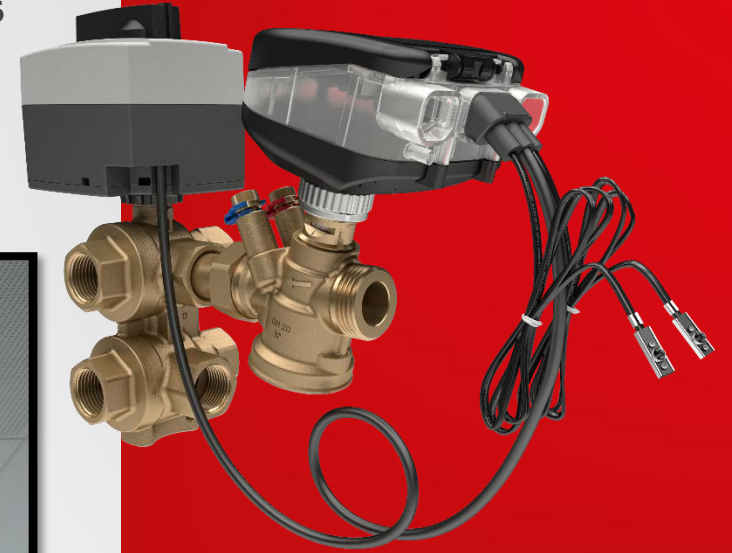
Gestor energético

Algoritmos avanzados de gestión
energética

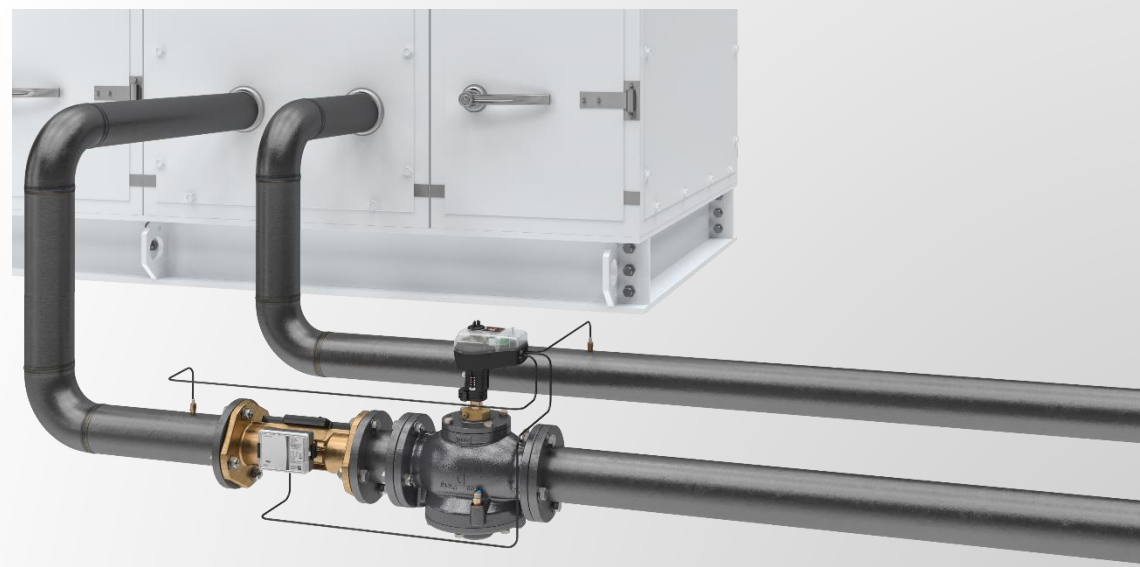
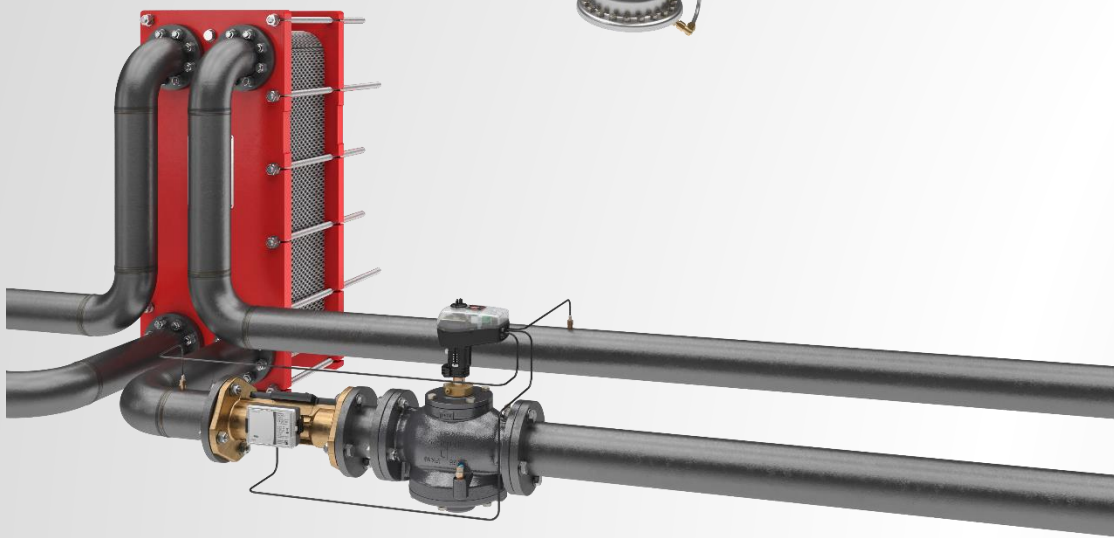
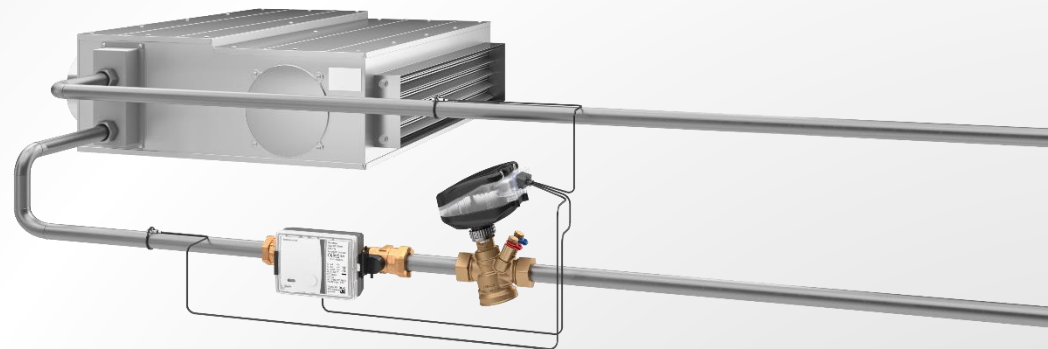
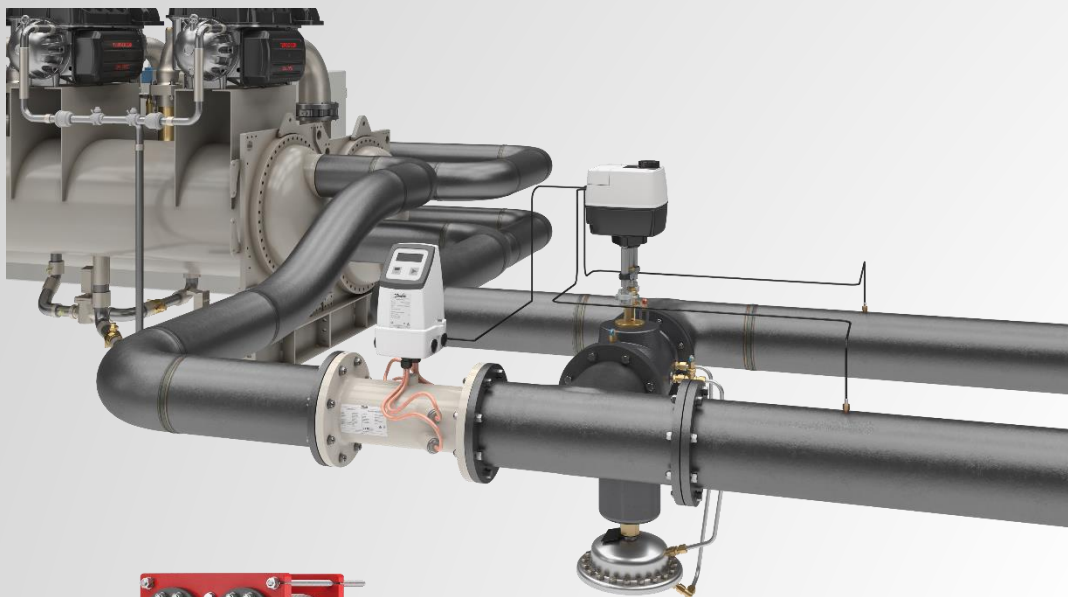
Posibilidad de comisionamiento
continuo

Controlador PID integrado

ChangeOver⁶



Una AB-QM para cada aplicación





ENGINEERING
TOMORROW