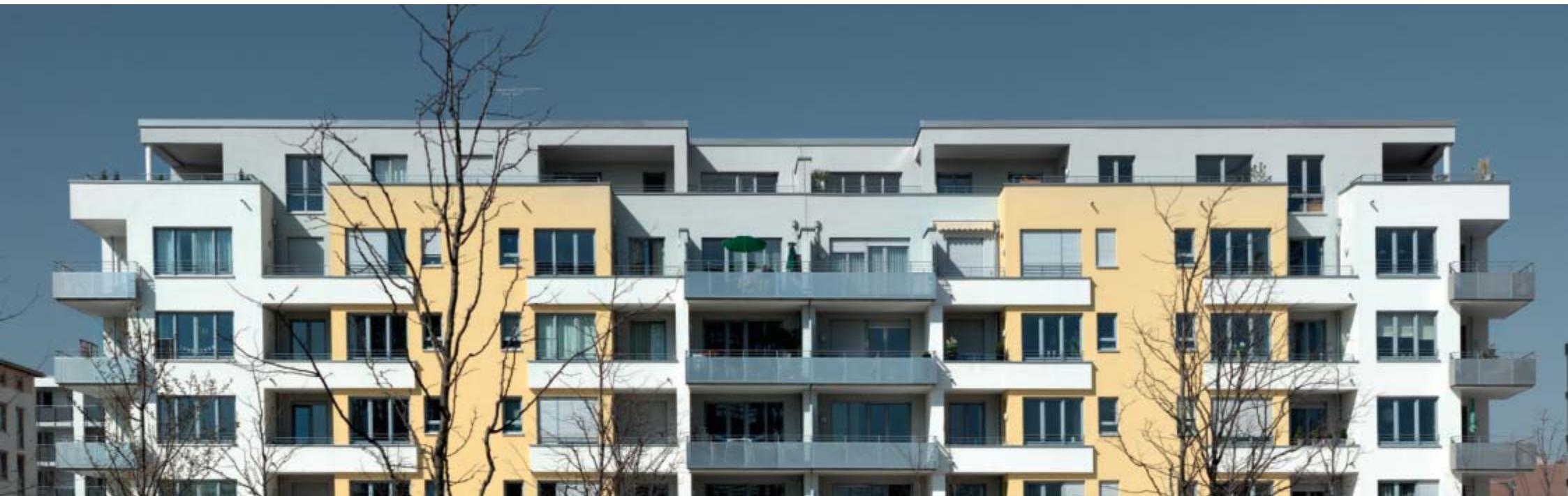


# wilo



## Instalaciones de bombeo a caudal variable

**JORNADA SOBRE ACTUACIONES DE MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN  
INSTALACIONES TÉRMICAS DE EDIFICIOS**

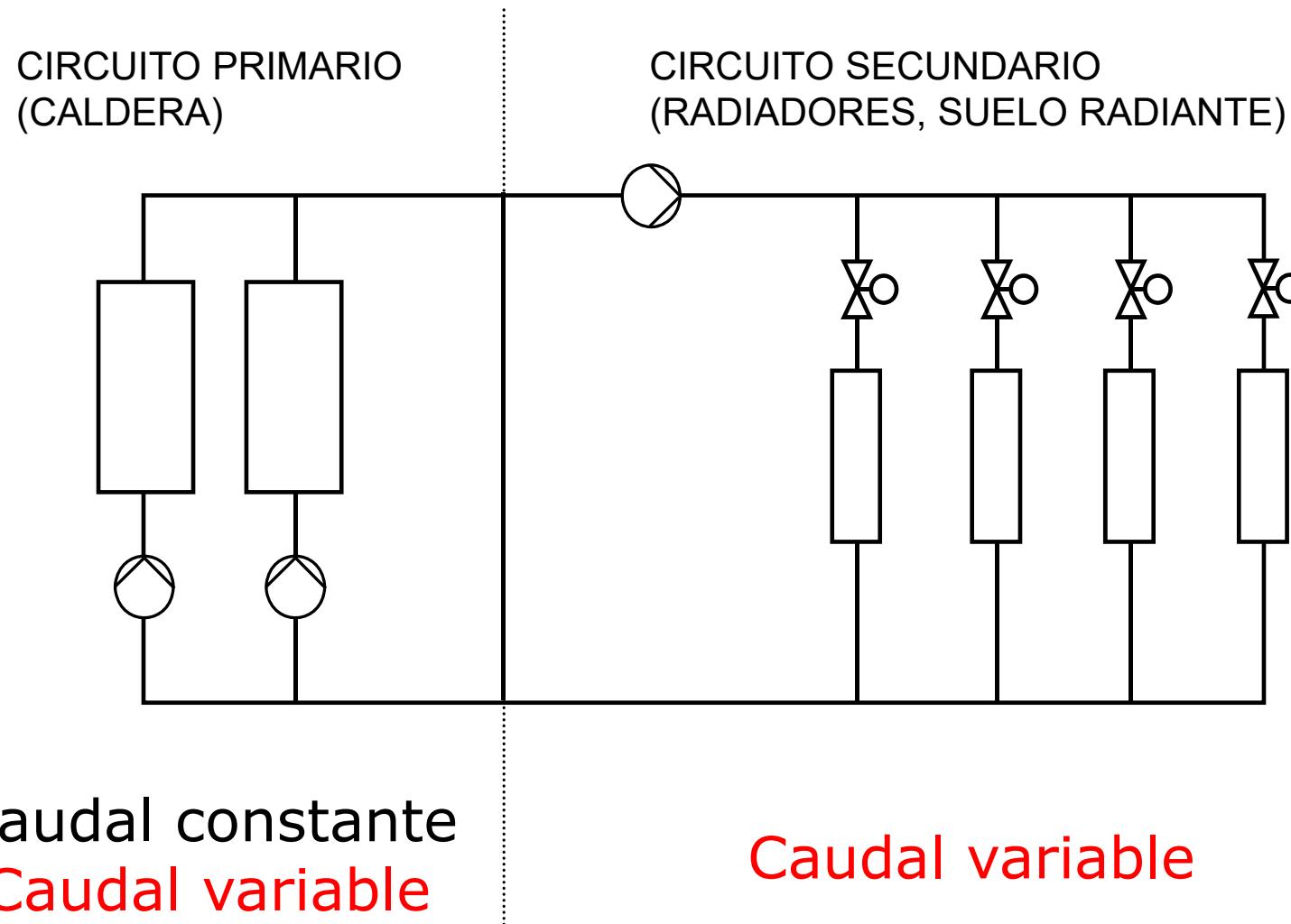
Christian Keller, Director Técnico, Wilo Ibérica, S.A.

## Adecuación de la instalación de calefacción a la contabilización de consumos de calefacción

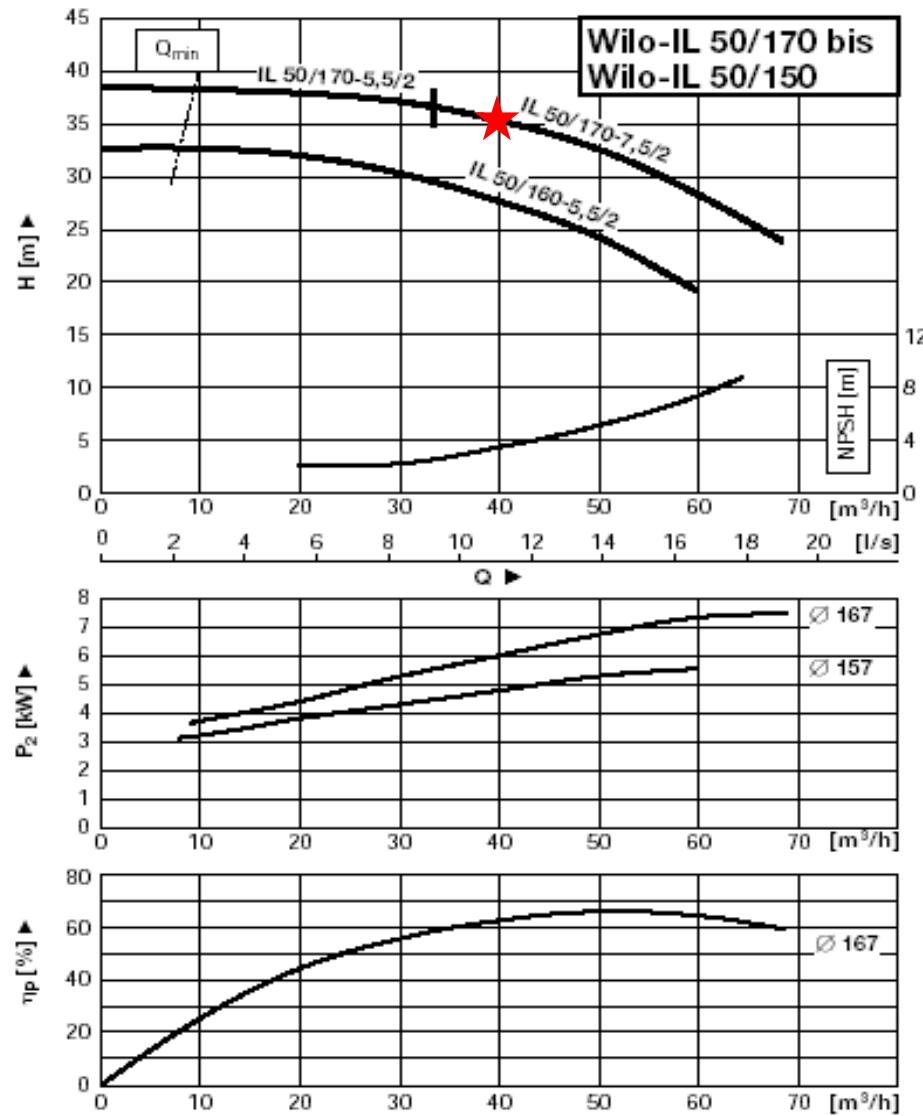
1. Instalación de válvulas con cabezal termostático en los radiadores
2. Equilibrado hidráulico
3. Adaptación de la instalación a caudal variable
4. Control de la presión diferencial en las válvulas con cabezal termostático



## Sistema de calefacción con circuitos primario y secundario



## Consumo energético de bombas hidráulicas - Potencia absorbida $P_1$



$$P_1 = \frac{\rho \times Q \times H}{367 \times \eta_H \times \eta_M}$$

$\rho$  = Densidad en  $\text{kg}/\text{dm}^3$

$Q$  = Caudal en  $\text{m}^3/\text{h}$

$H$  = Altura en m.c.a.

$\eta_H$  = Rendimiento hidráulico

$\eta_M$  = Rendimiento del motor

### Ejemplo:

$\rho$  = 1 (agua)

$Q$  = 40  $\text{m}^3/\text{h}$

$H$  = 35 m.c.a.

$\eta_H$  = 0,62

$\eta_M$  = 0,87

$P_1$  = 7,07 kW

## Bombas de caudal variable - ¿para qué?

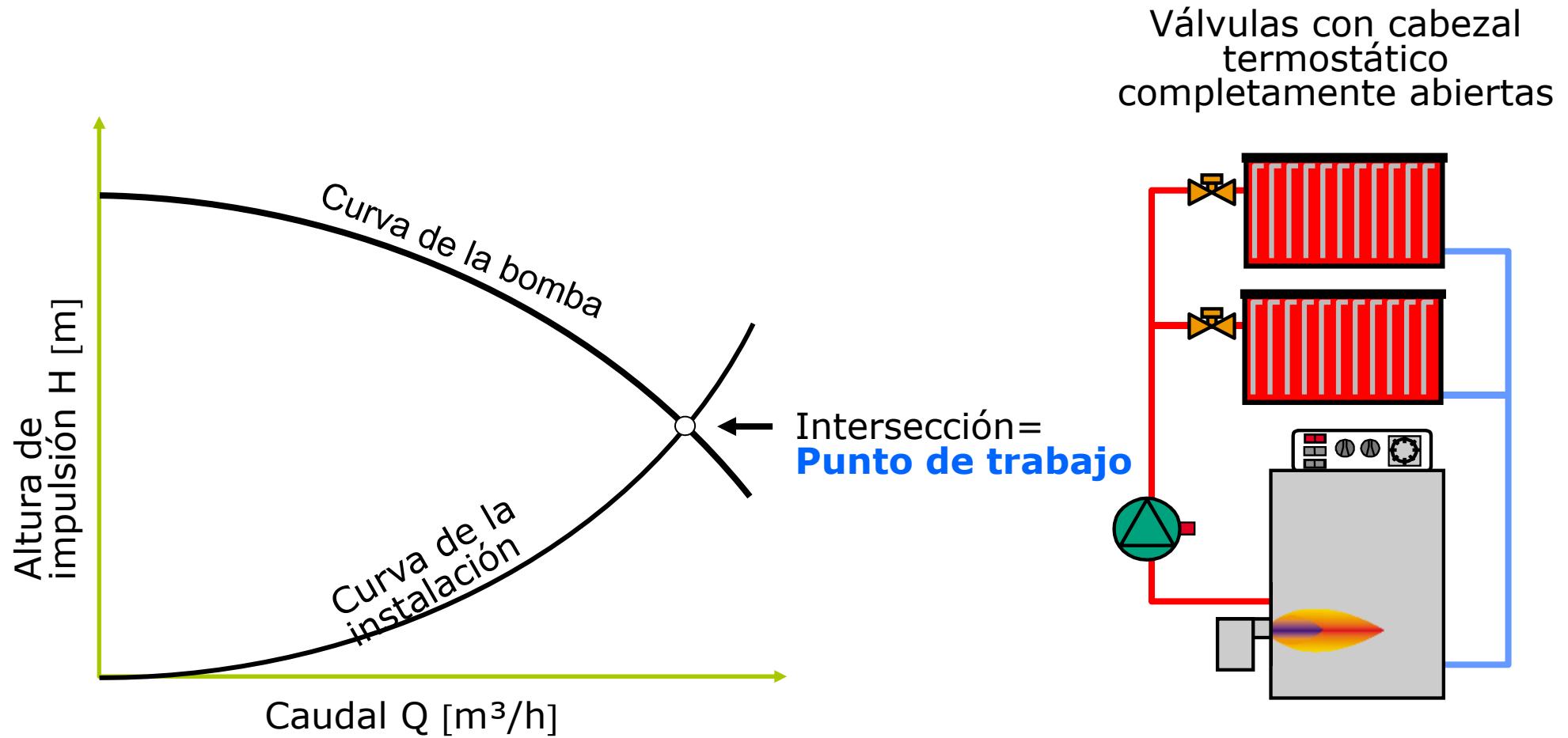


2 % del tiempo de  
funcionamiento



98 % del tiempo de  
funcionamiento

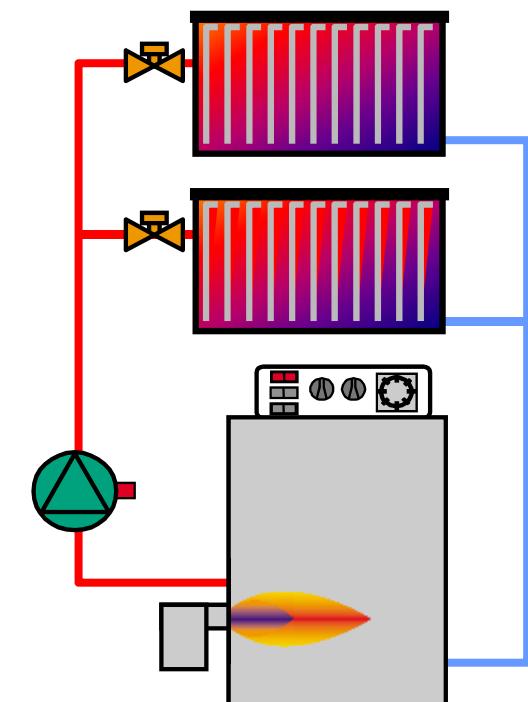
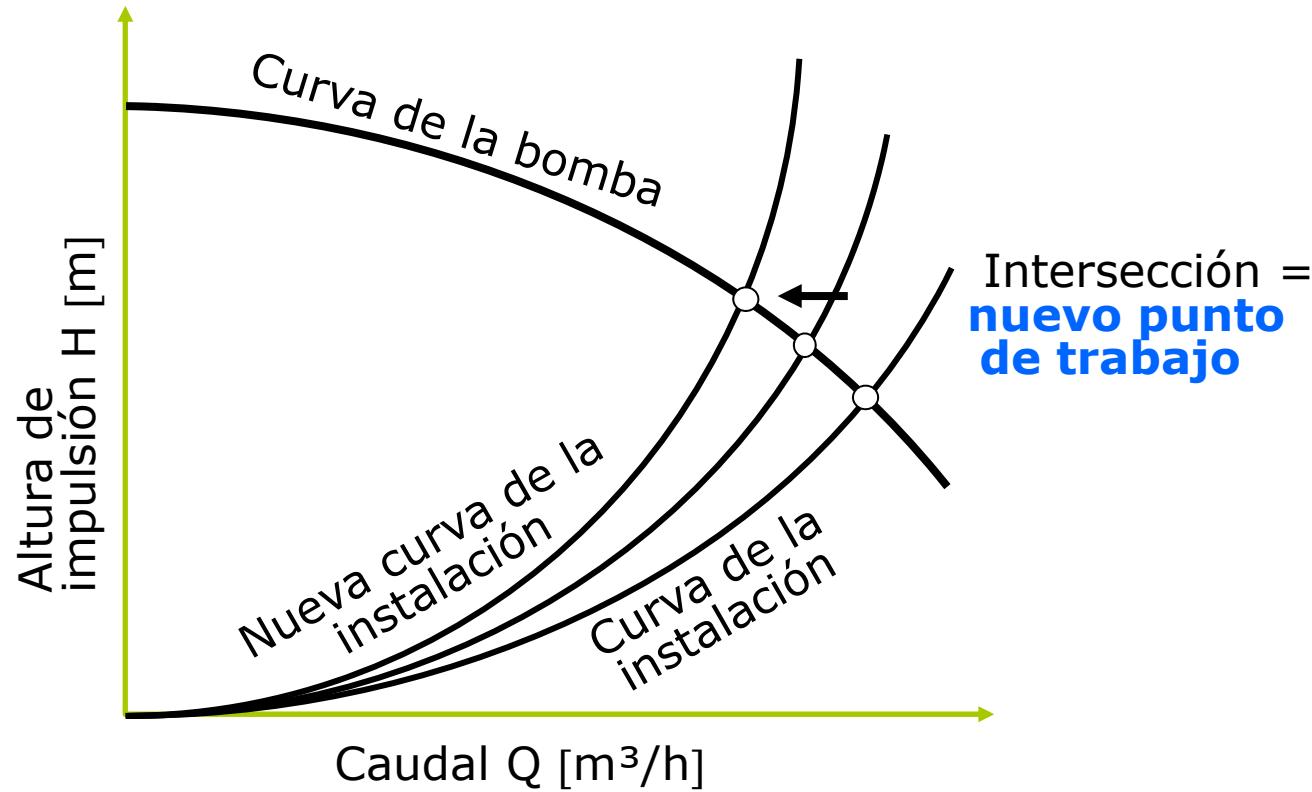
## Bombas de velocidad fija en instalaciones de caudal variable



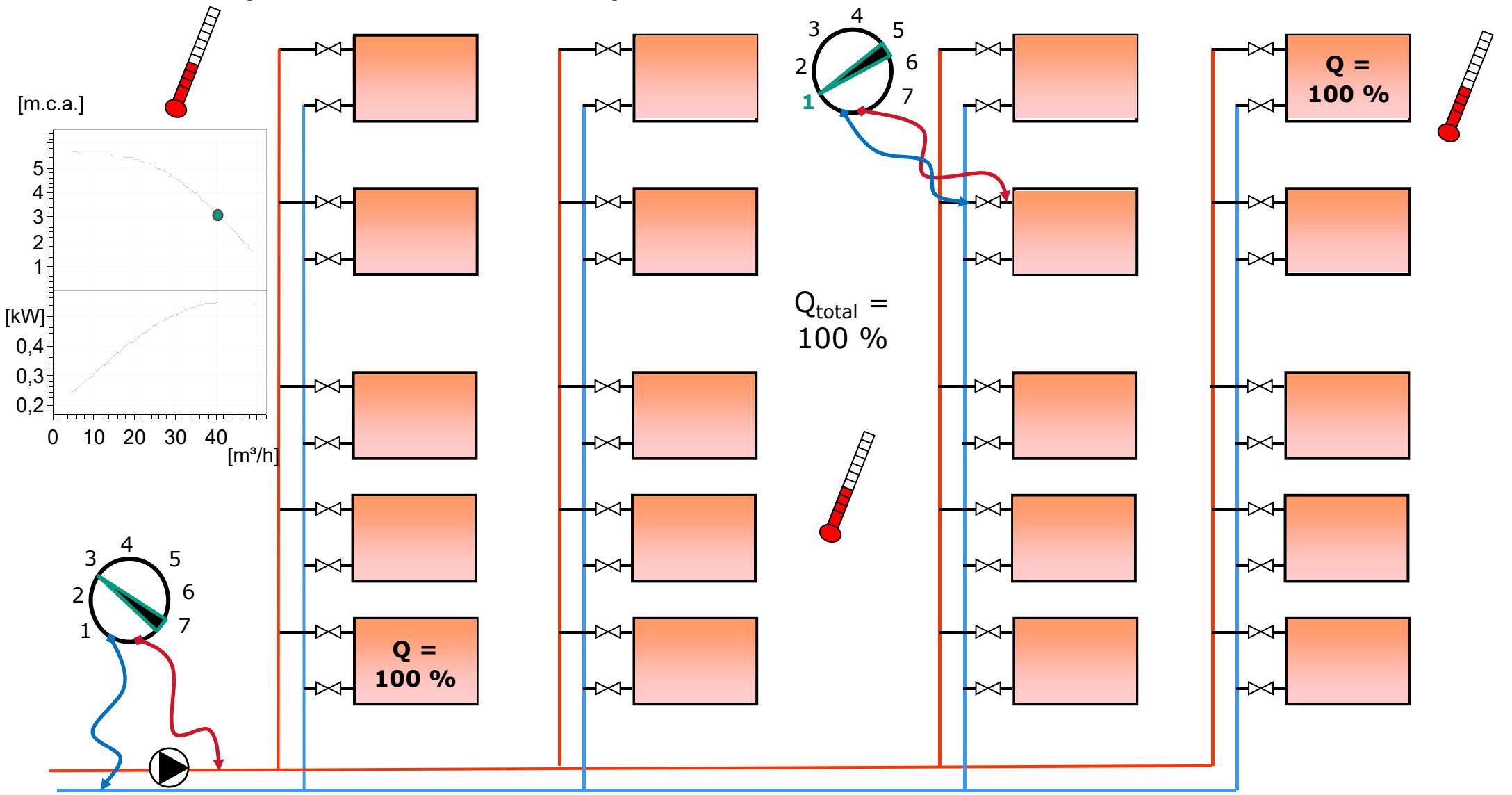
## Bombas de velocidad fija en instalaciones de caudal variable

La altura de impulsión de la bomba aumenta con una mayor resistencia en la instalación

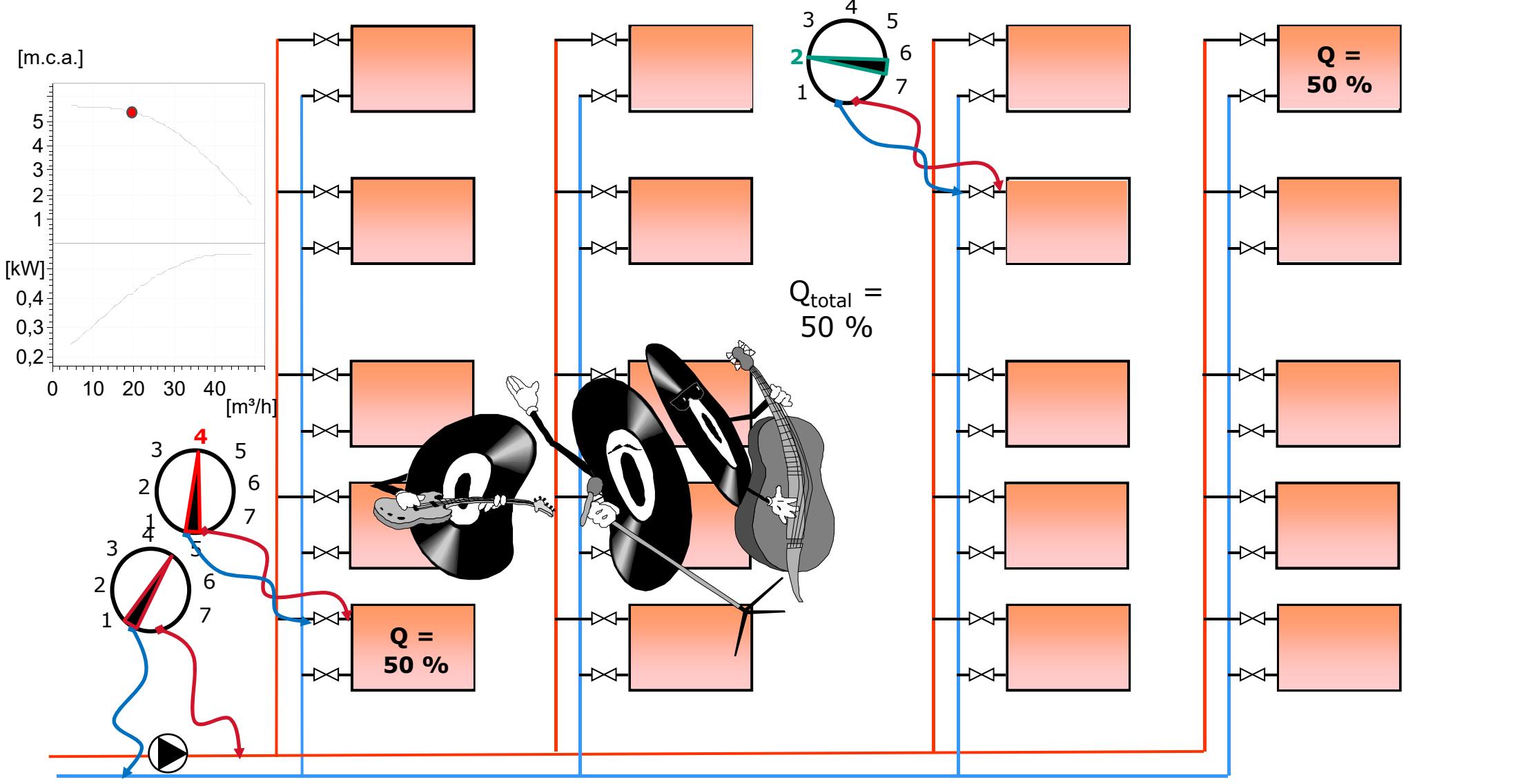
Válvulas parcialmente cerradas



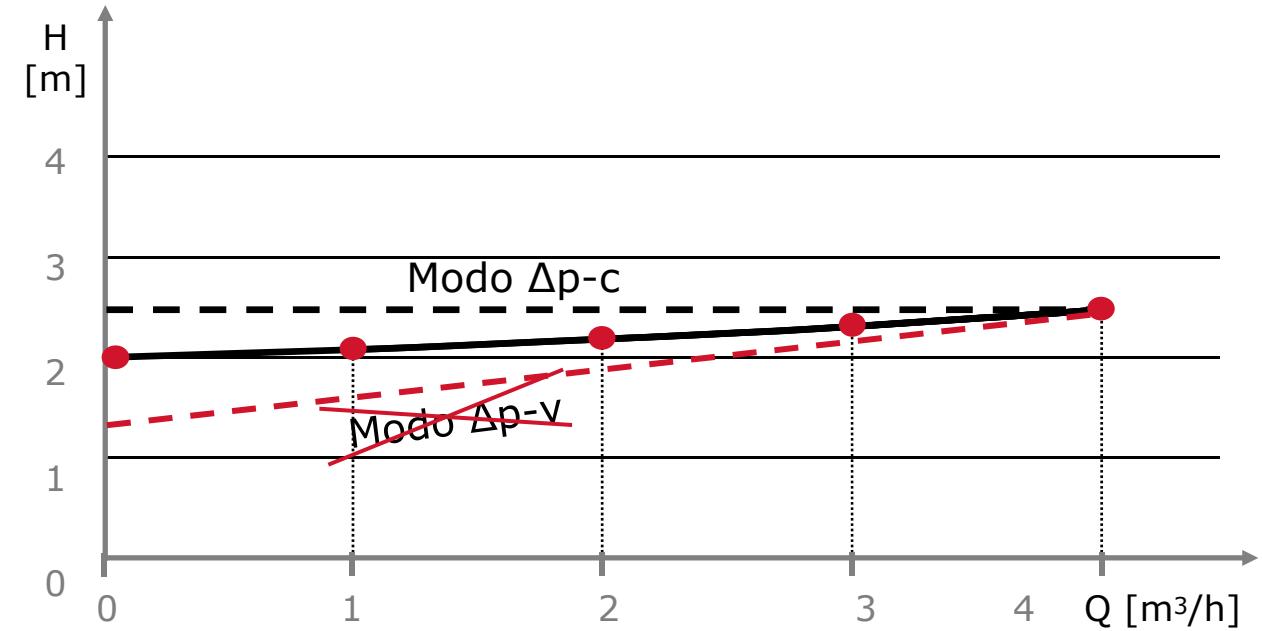
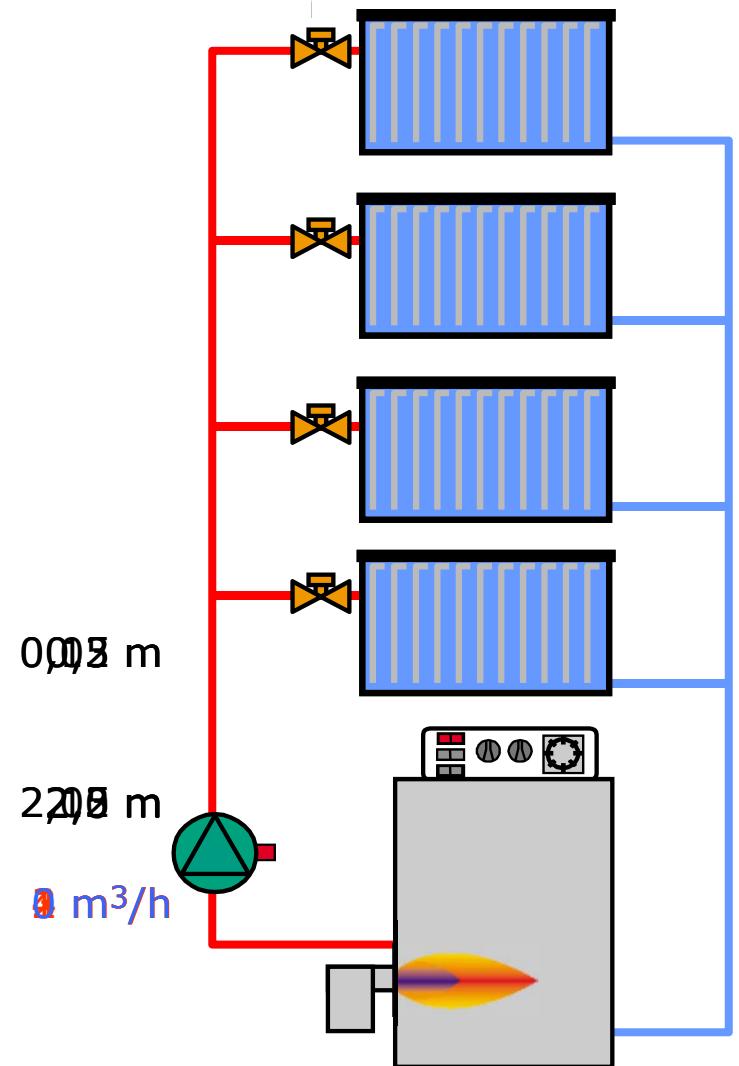
## Instalación con válvulas con cabezal termostático y con equilibrado hidráulico, 100% de caudal, bomba de velocidad constante



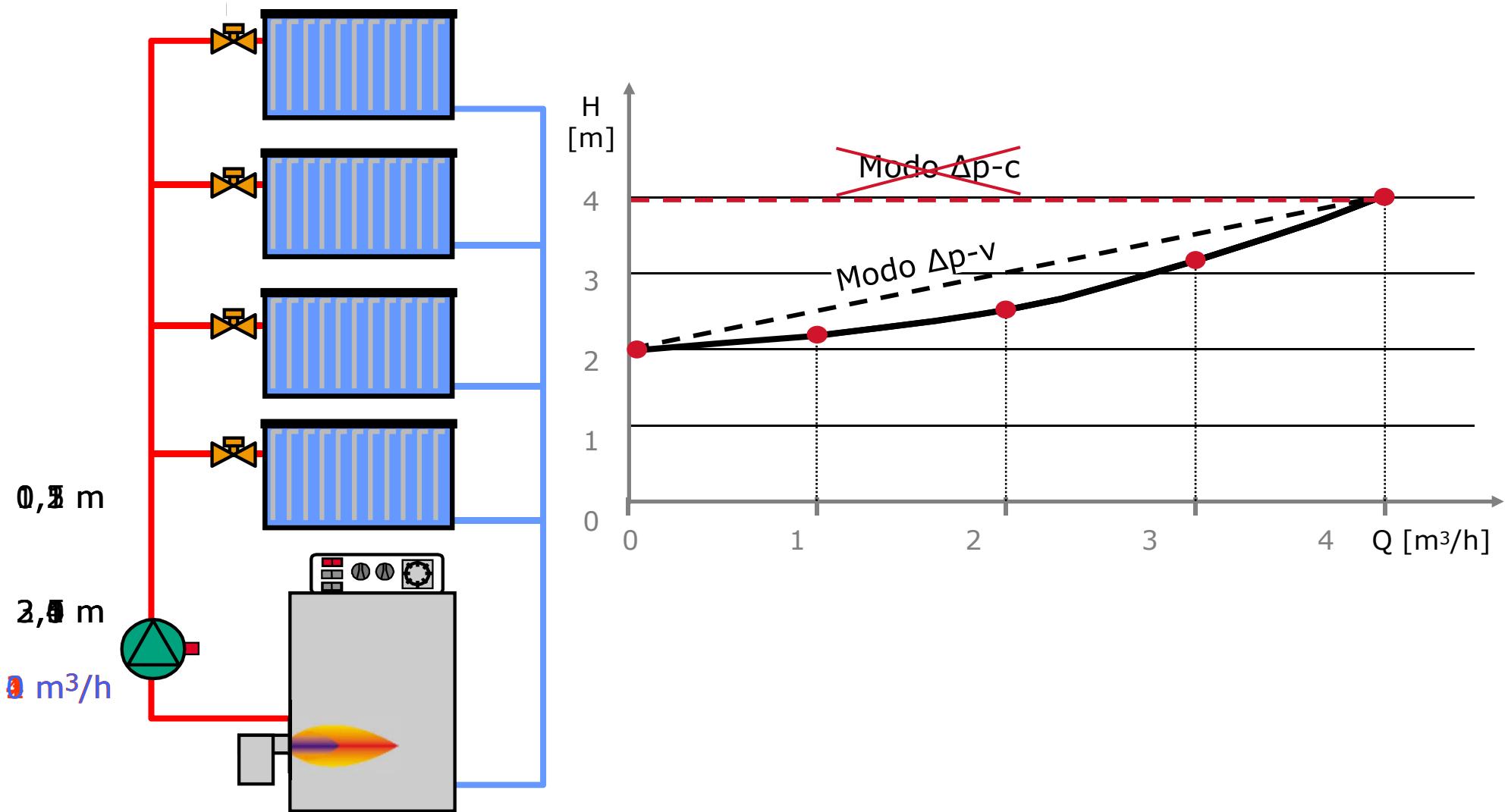
## Instalación con válvulas con cabezal termostático, 50% de carga, bomba de velocidad constante



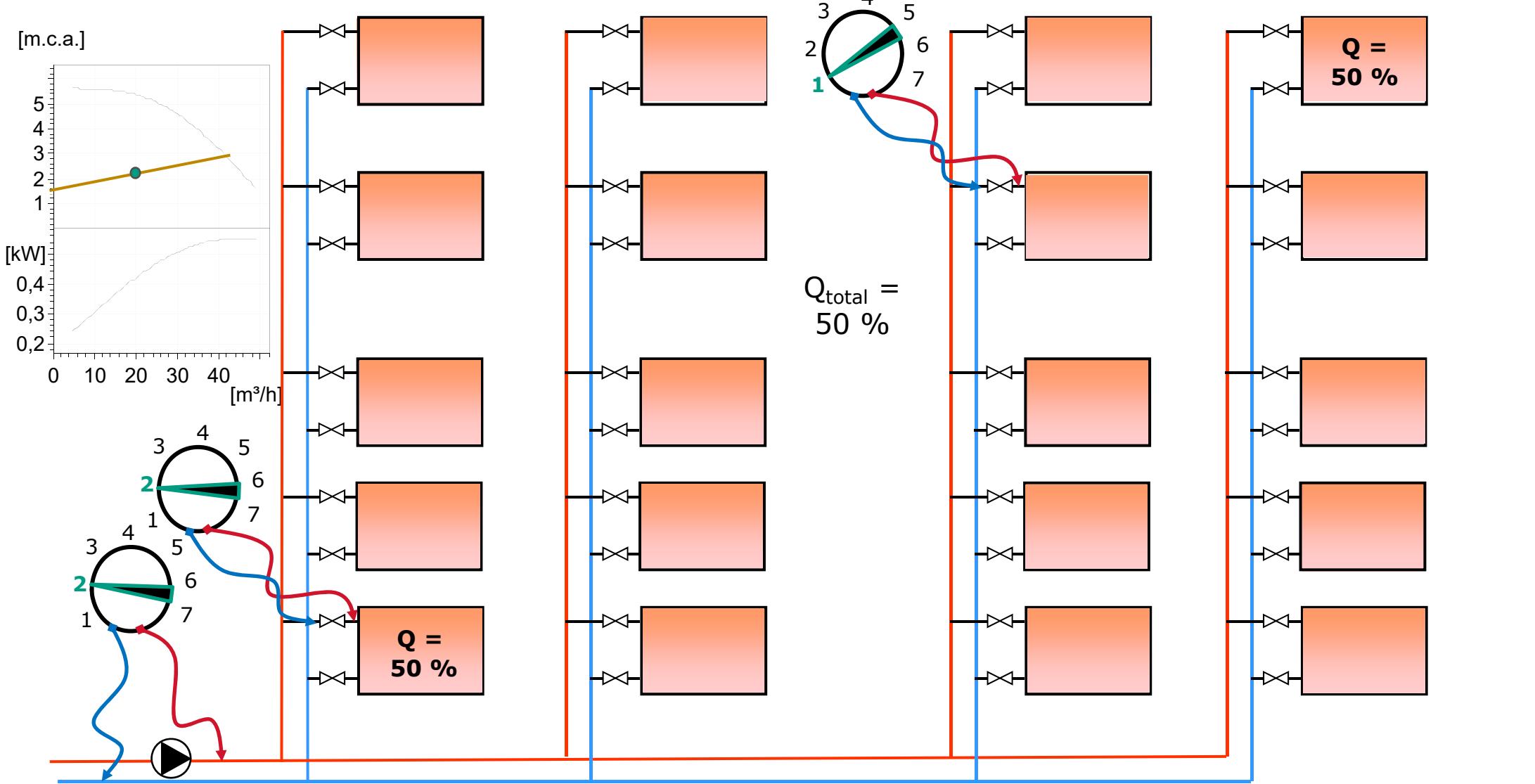
## Bombas electrónicas, modo de regulación $\Delta p$ constante



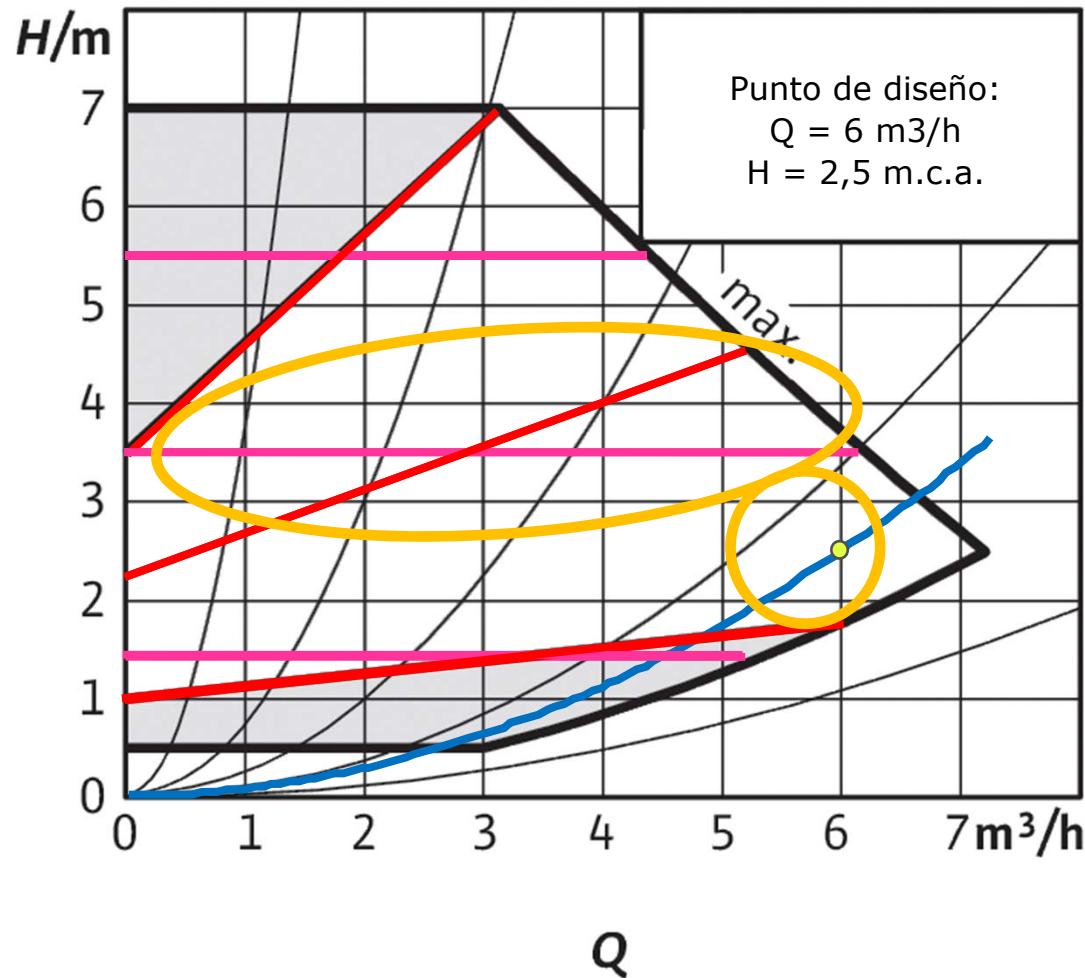
## Bombas electrónicas, modo de regulación $\Delta p$ variable



# Instalación con válvulas con cabezal termostático y con equilibrado hidráulico, 50% de caudal, bomba de velocidad variable



## Campo de funcionamiento de una bomba de velocidad variable



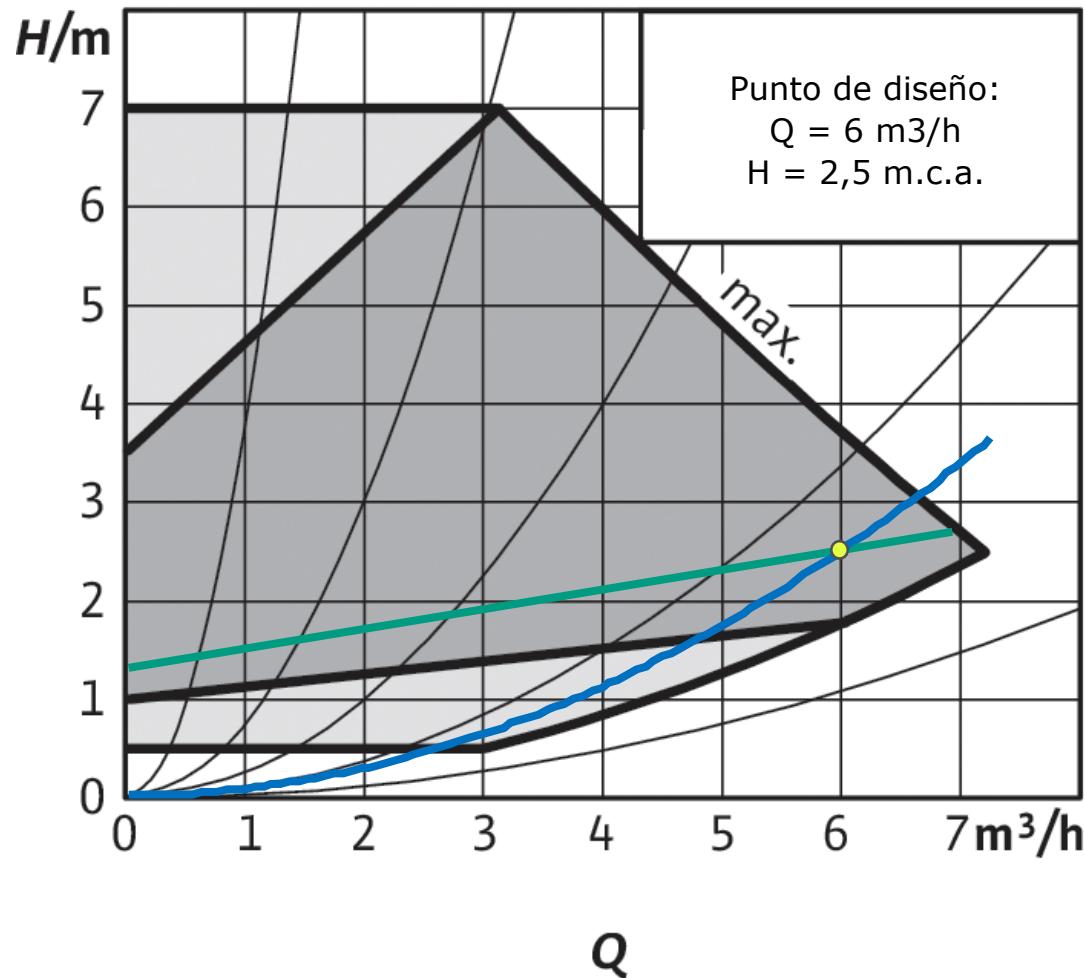
Con curvas de regulación de la presión diferencial **discretas** el riesgo es elevado que ninguna curva seleccionable se adapte a las condiciones de la instalación.

Con curvas de regulación demasiado bajas se produce un caudal insuficiente durante el funcionamiento con carga nominal

Con curvas de regulación demasiado altas se pueden producir ruidos en cualquier situación de carga



## Campo de funcionamiento de una bomba de velocidad variable



Las bombas con curvas de regulación **continuas** de la presión diferencial permiten la adaptación de la curva de regulación a cualquier consigna.

Las bombas con regulación continua se adaptan mejor a las variaciones en la carga de la instalación y reducen el riesgo de ruidos o caudales insuficientes



## LCC – Coste del ciclo de vida

### PUMP LIFE CYCLE COSTS:

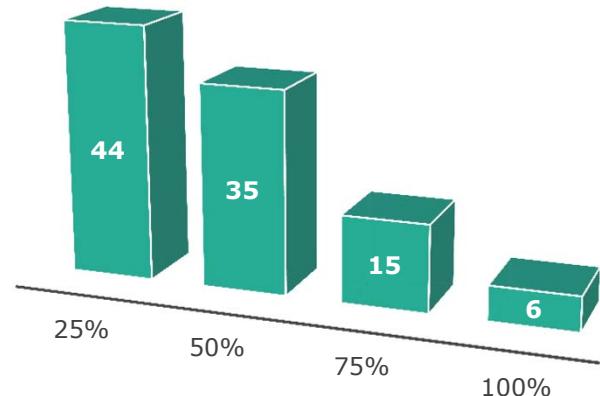
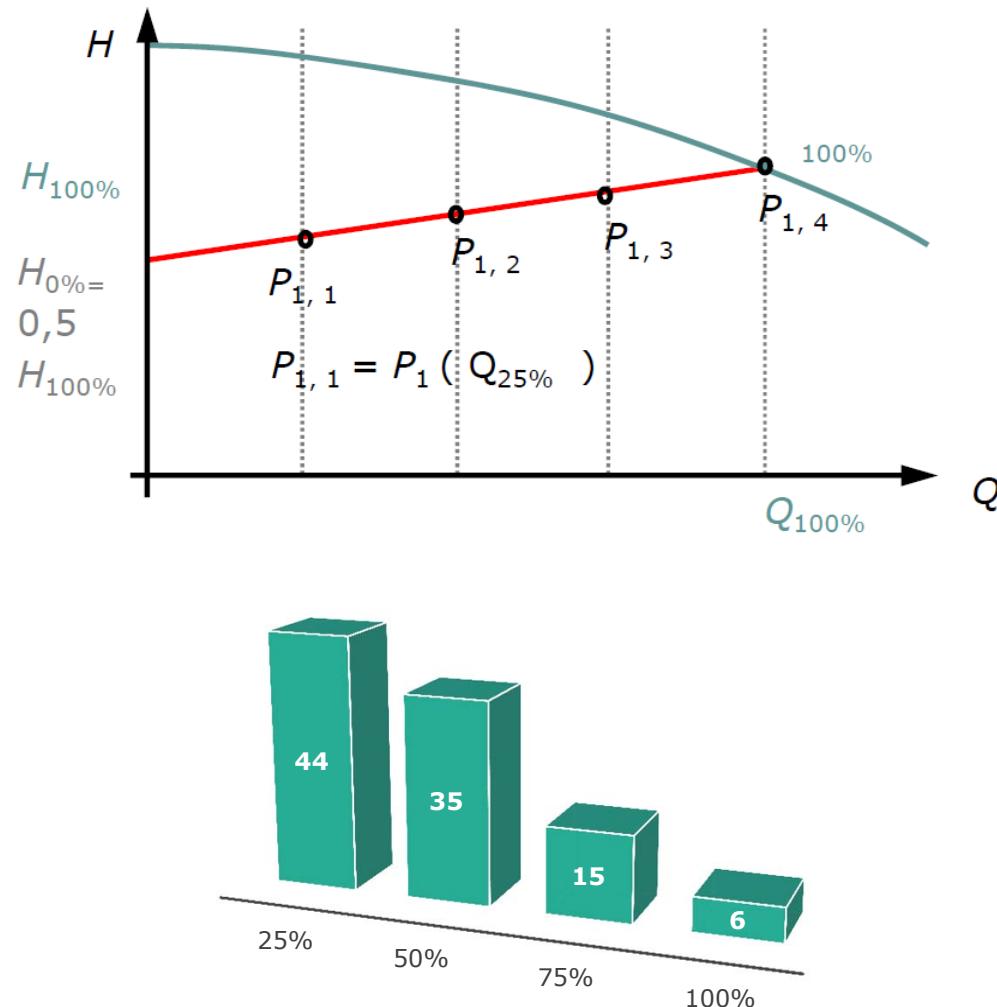
A GUIDE TO LCC ANALYSIS

LCC = Life Cycle Cost (Coste del ciclo de vida)

$$\text{LCC} = C_{ic} + C_{in} + C_e + C_o + C_m + C_s + C_{env} + C_d$$

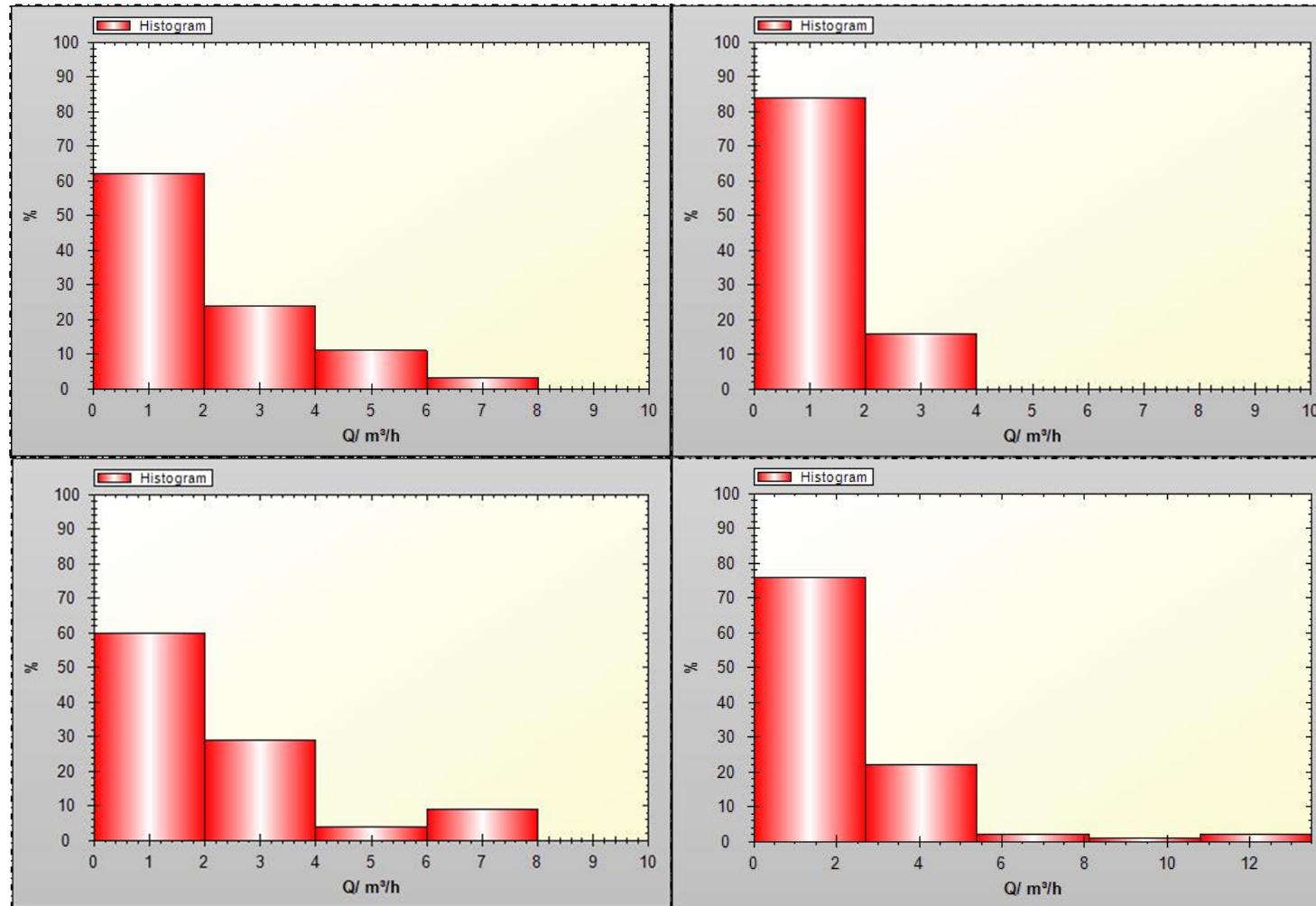
- **Coste de adquisición ( $C_{ic}$ )**
- Coste de instalación y puesta en marcha ( $C_{in}$ )
- **Consumo de energía ( $C_e$ )**
- Costes de control y supervisión ( $C_o$ )
- Costes de mantenimiento y reparación ( $C_m$ )
- Costes de períodos de parada ( $C_s$ )
- Efectos medioambientales ( $C_{env}$ )
- Costes de reciclaje ( $C_d$ )

## Perfiles de carga genéricos para instalaciones de calefacción

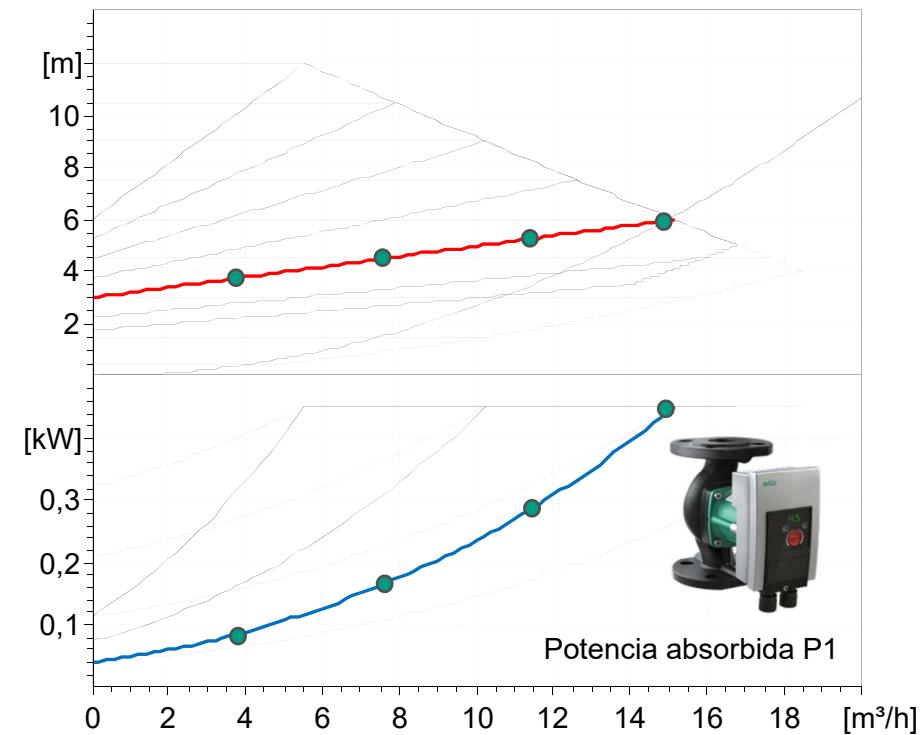
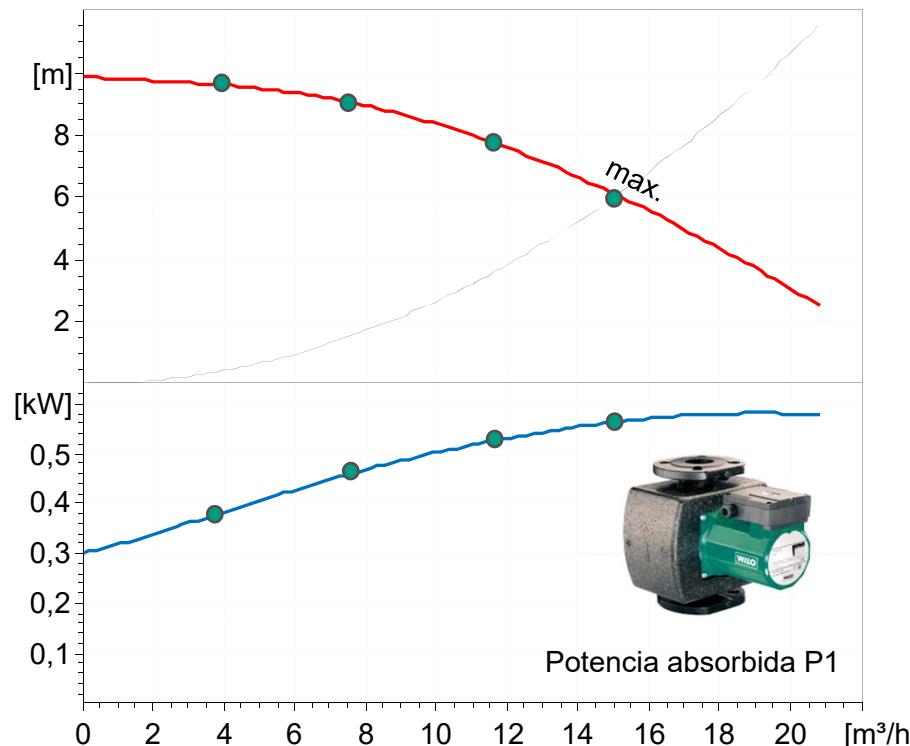


Circuladores de rotor húmedo

## Perfiles de carga reales obtenidas de bombas instaladas

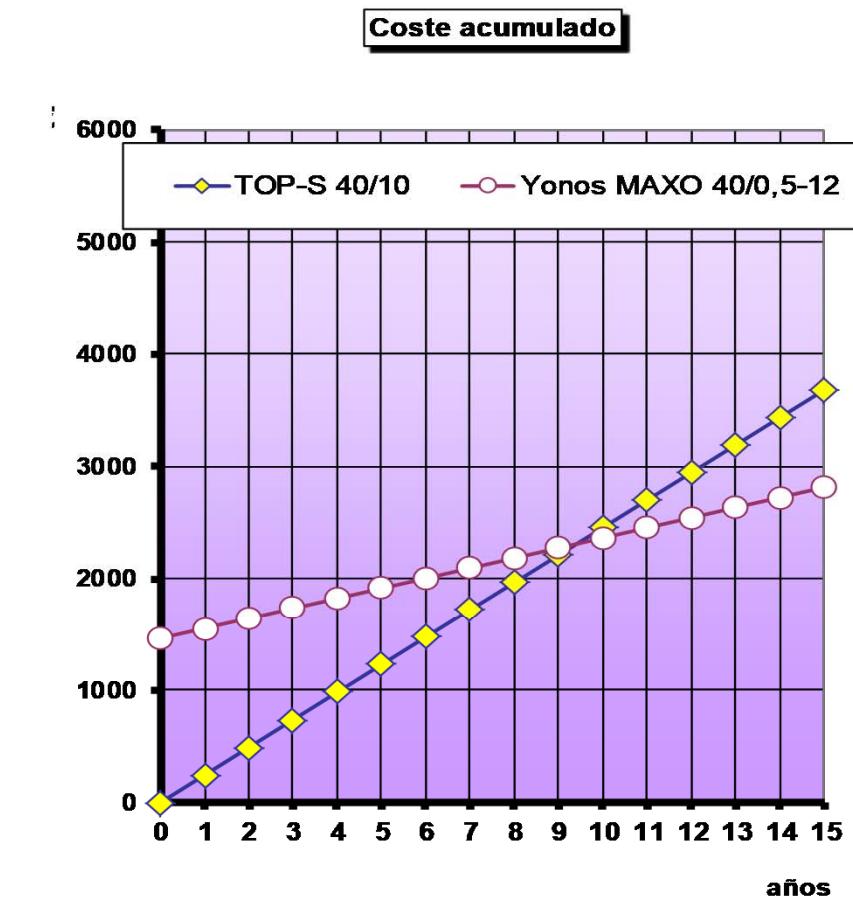
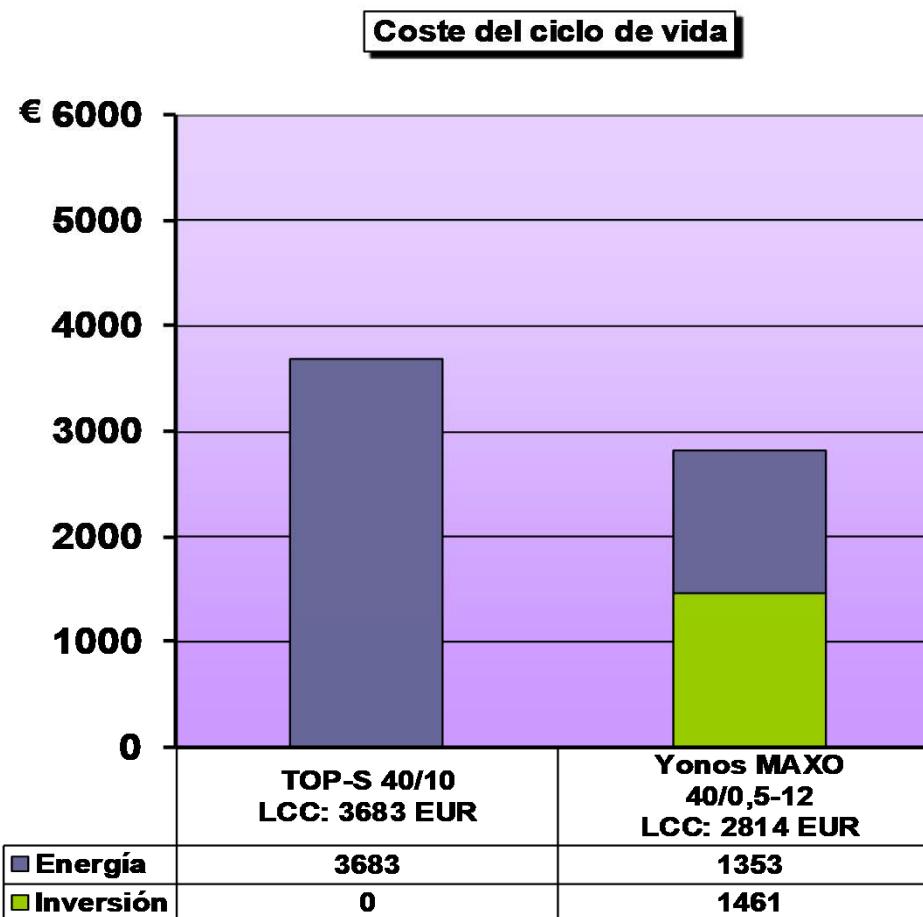


## Bomba de velocidad fija existente vs. bomba de alta eficiencia



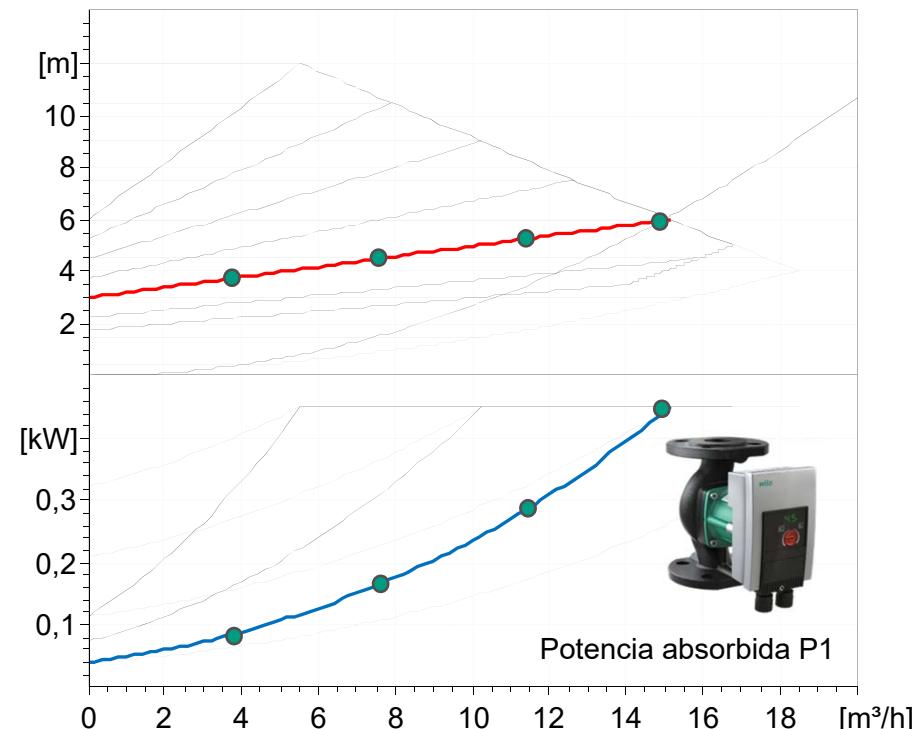
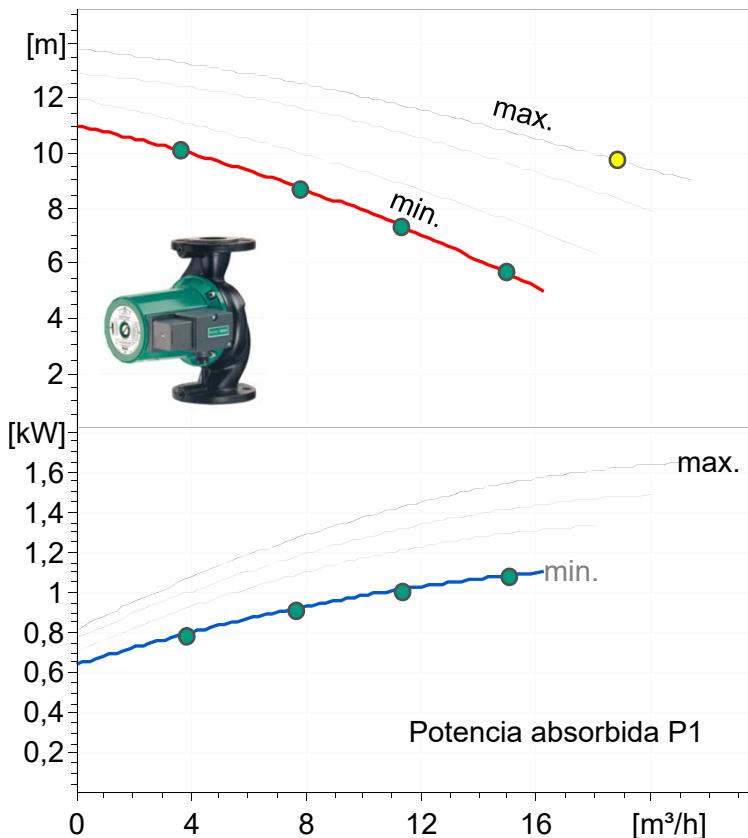
Ejemplo: Q = 15 m<sup>3</sup>/h    H = 6 m.c.a.    caudal variable    3240 h/a    0,17 €/kWh

## Coste del ciclo de vida – Sustitución preventiva



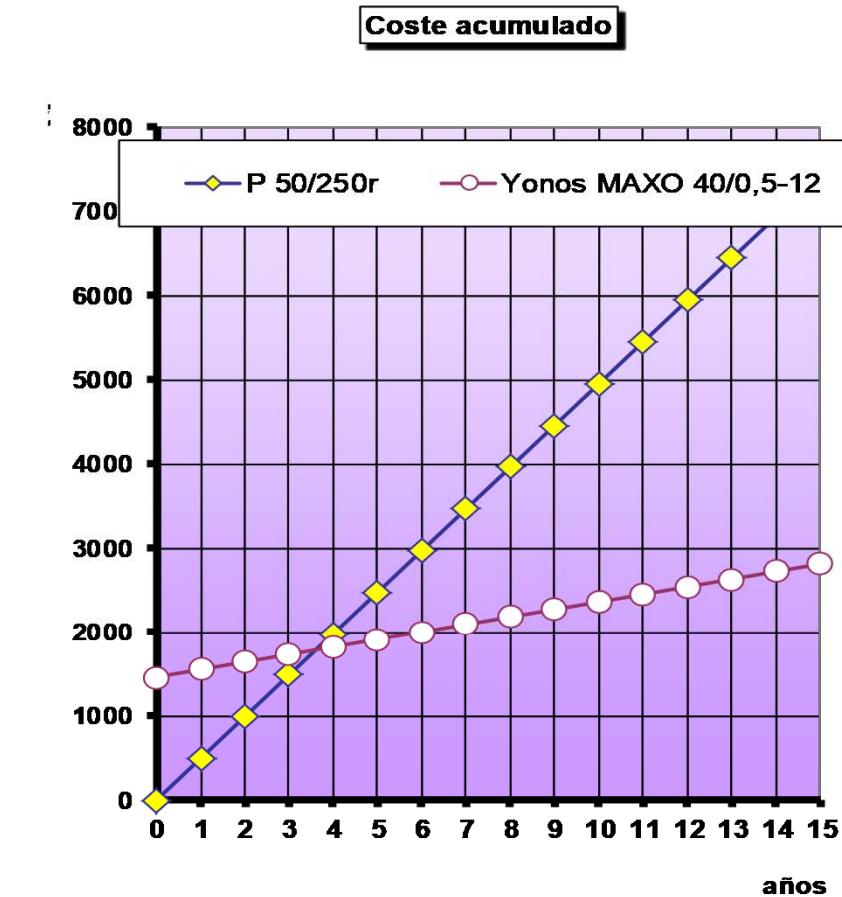
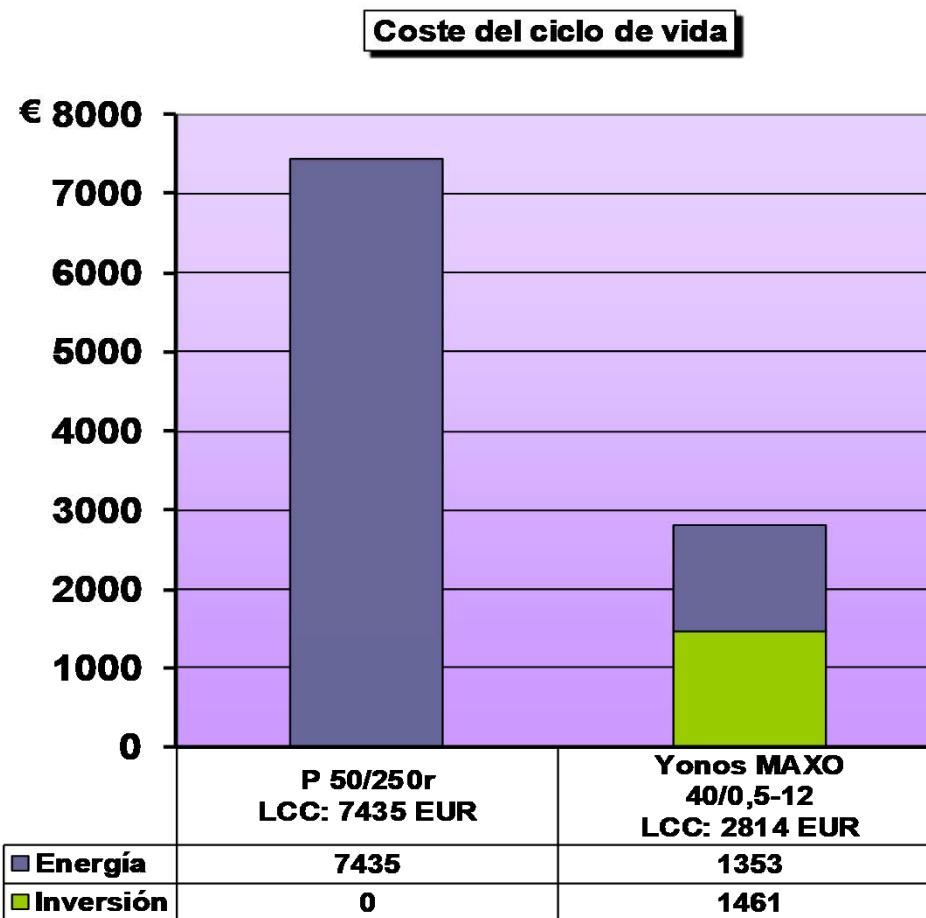
El consumo energético de una bomba convencional existente supera el coste de ciclo de vida de una bomba nueva de alta eficiencia

## Bomba de velocidad fija sobredimensionada existente vs. bomba electrónica de alta eficiencia



Ejemplo: Q = 15 m<sup>3</sup>/h    H = 6 m.c.a.    caudal variable    3240 h/a    0,17 €/kWh

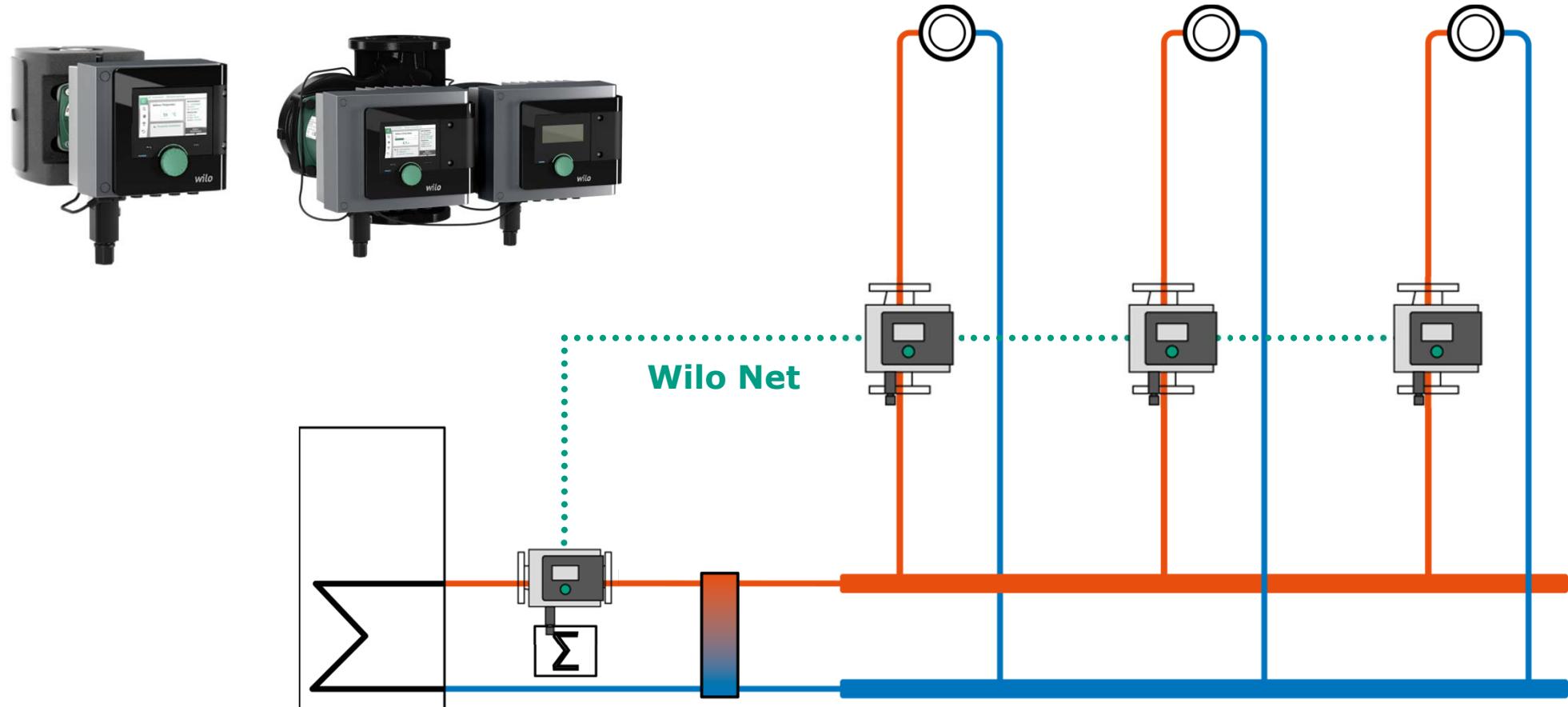
## Coste del ciclo de vida – Sustitución preventiva



El consumo energético de una bomba convencional existente supera el coste de ciclo de vida de una bomba nueva de alta eficiencia... **especialmente, si la antigua bomba estaba completamente sobredimensionada por falta de equilibrado hidráulico**

## Funciones de valor añadido en bombas *Smart* de última generación

### Multi-Flow Adaptation



El modo de control 'Multi-Flow Adaptation' permite sincronizar por ejemplo caudales entre circuitos primarios y secundarios

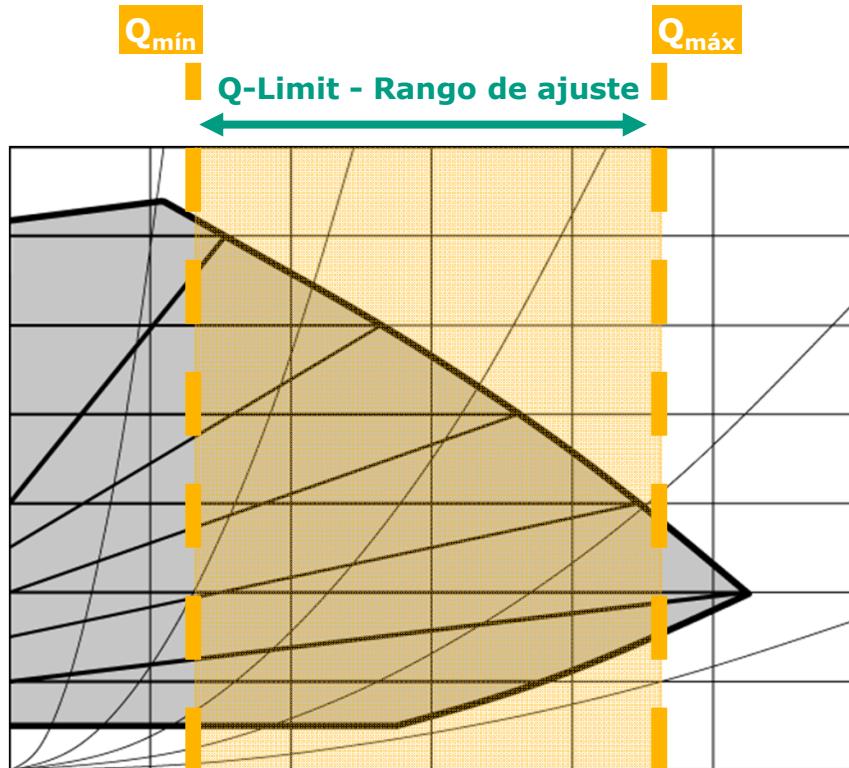
## Funciones de valor añadido en bombas *Smart* de última generación

### No-Flow-Stop



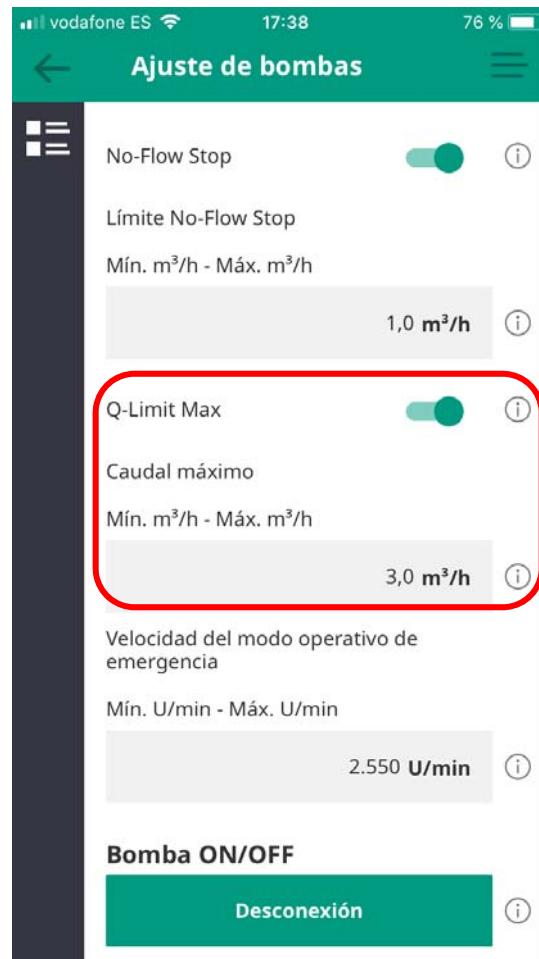
La opción 'No-Flow-Stop' permite parar las bombas en caso de quedar por debajo de un caudal mínimo requerido por las propias bombas u otros elementos de la instalación. De esta manera se pueden anular circuitos de baipás que podrían perjudicar la eficiencia térmica del circuito de generación.

## Funciones de valor añadido en bombas *Smart* de última generación



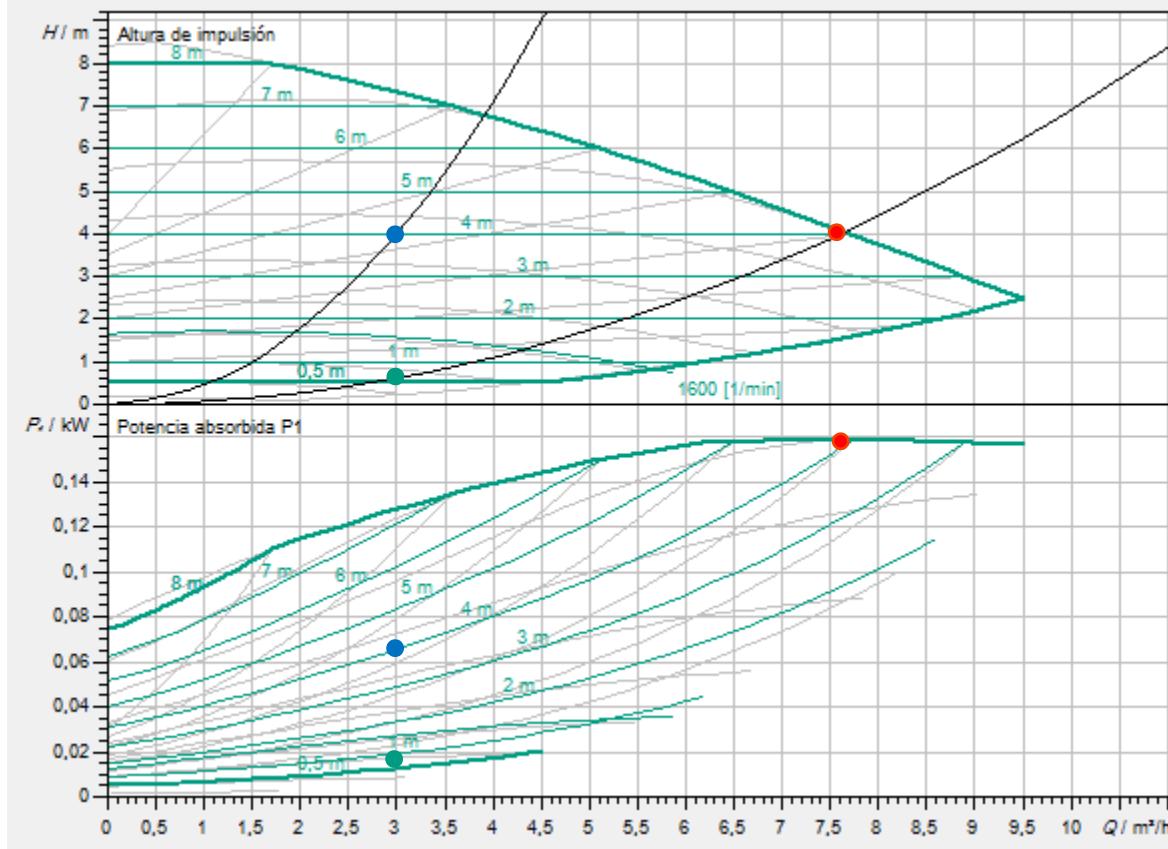
¡Podemos limitar el caudal máximo de la instalación directamente en la bomba sin necesidad de válvulas adicionales de ajuste, y con ahorros adicionales en el consumo de las bombas!

## Funciones de valor añadido en bombas Smart de última generación



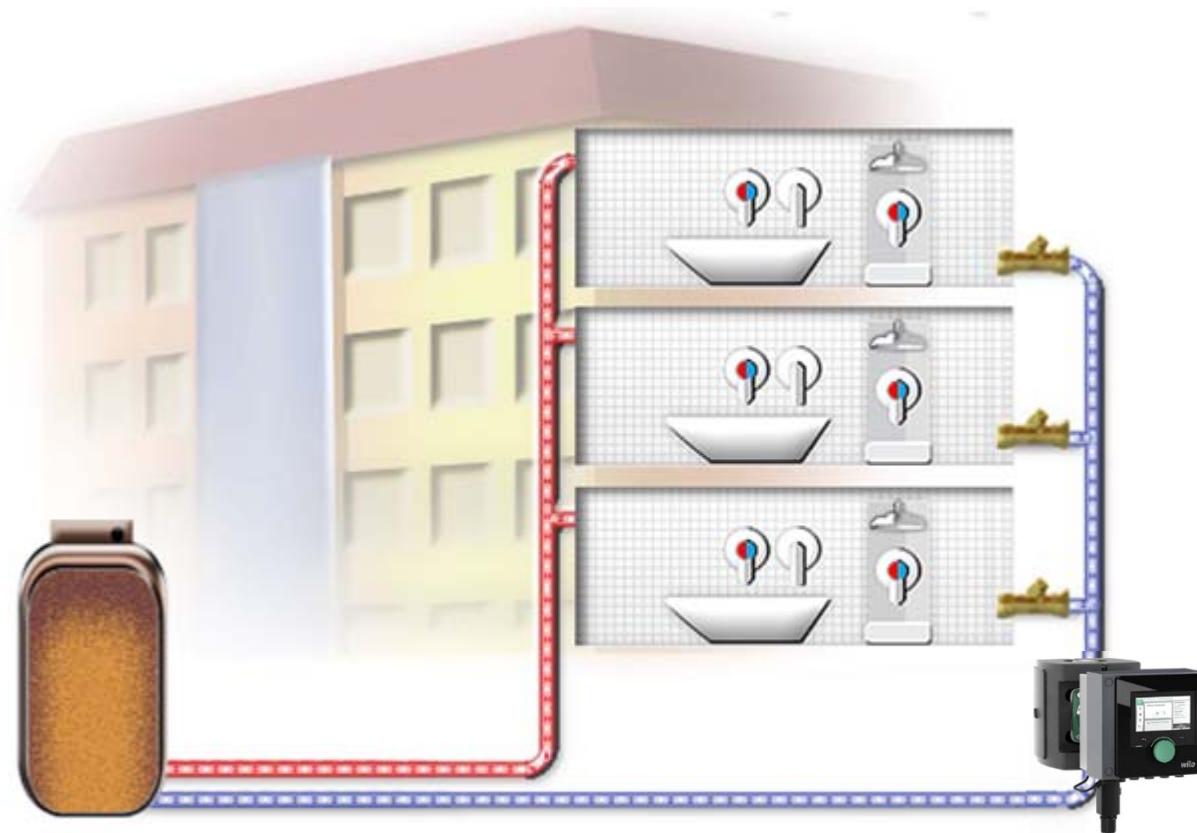
Comunicación directa con aplicaciones móviles vía Bluetooth,  
sin necesidad de interfaces adicionales

## Funciones de valor añadido en bombas Smart de última generación



La activación de la función Q-Limit consigue en este ejemplo un ahorro del 88% respecto a una bomba con la función desactivada

## Instalaciones de recirculación de ACS

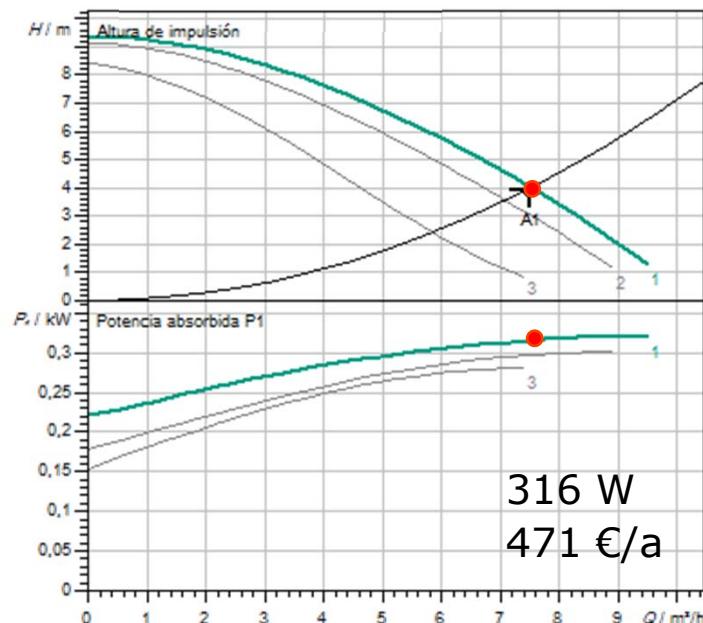


## Bombas de alta eficiencia en circuitos de recirculación de A.C.S.

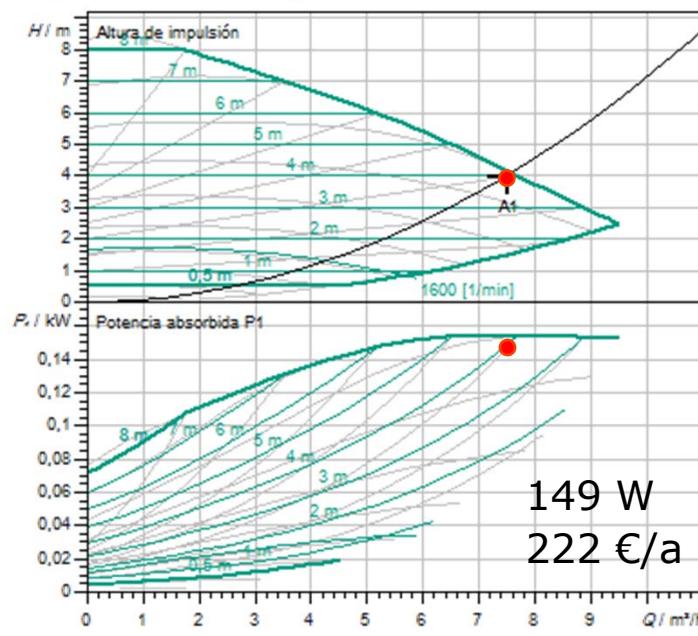
Los circuitos de recirculación de agua caliente sanitaria ofrecen un importante potencial de ahorro debido a sus elevadas horas de funcionamiento.



**PVP: 1488 €**

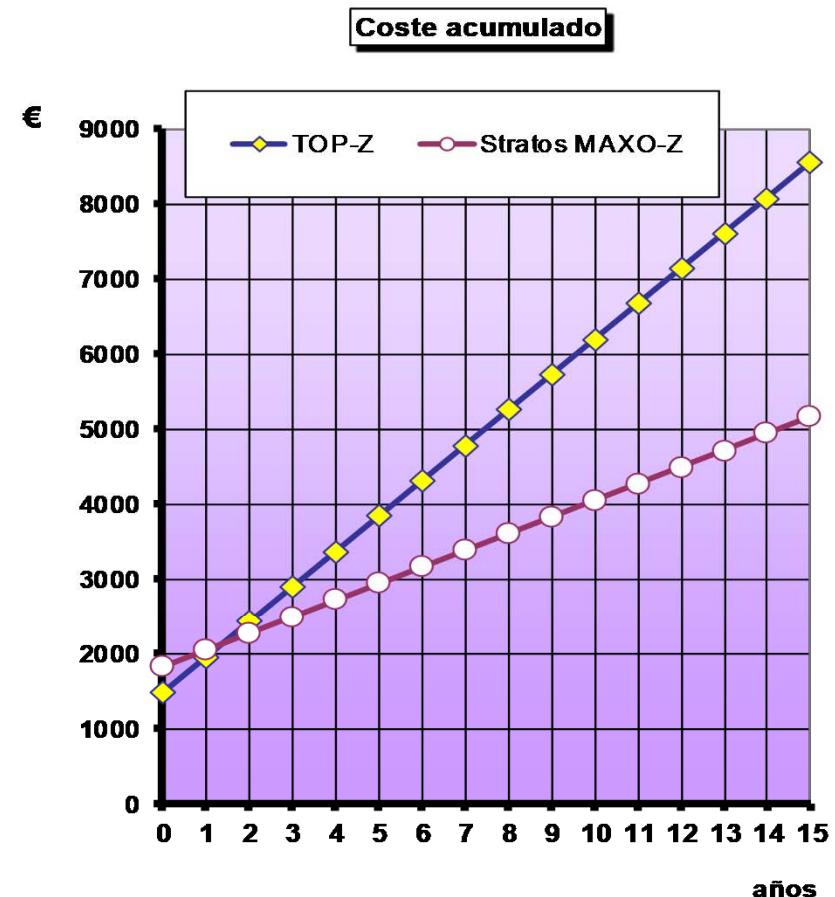
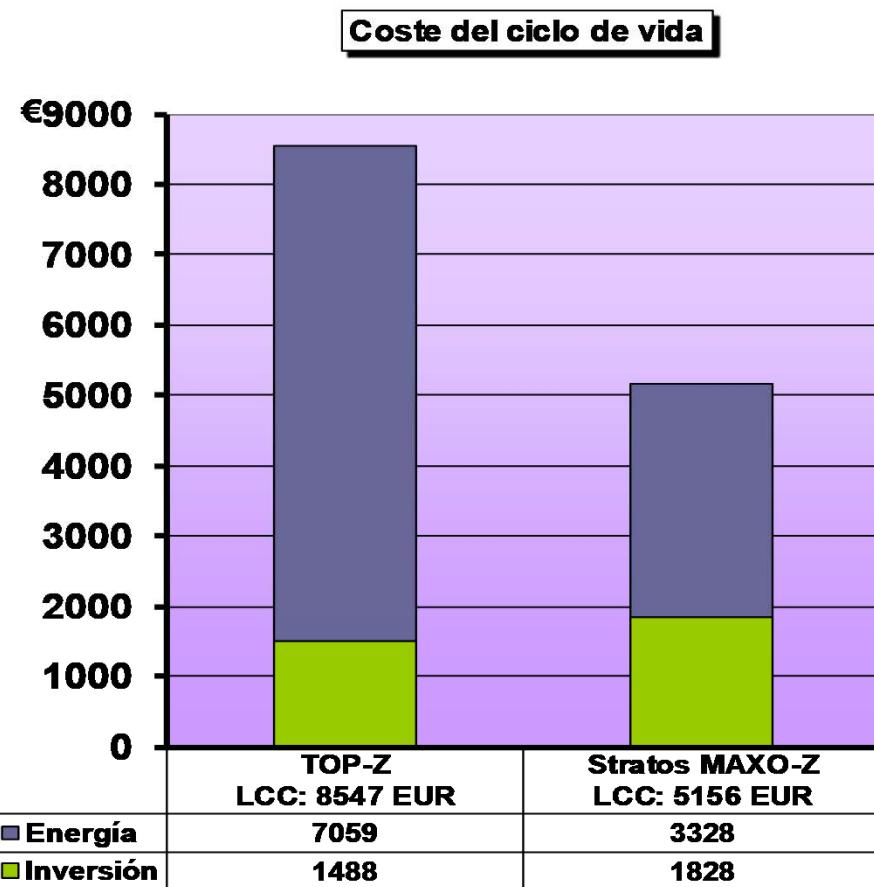


**PVP: 1828 €**



**Ejemplo: Q = 7,5 m<sup>3</sup>/h    H = 4 m.c.a.    8760 h/a    0,17 €/kWh**

## Coste del ciclo de vida



Plazo de amortización: < 2 años

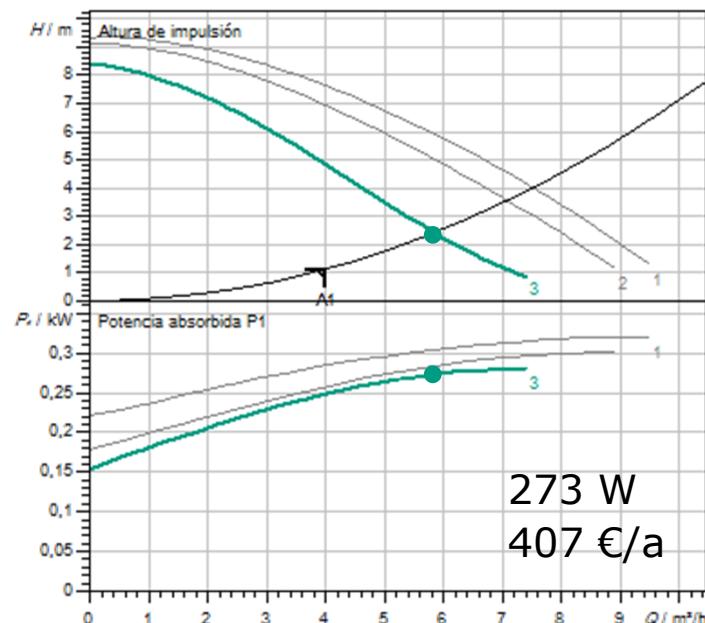
Ejemplo: Q = 7,5 m<sup>3</sup>/h H = 4 m.c.a. 8760 h/a 0,17 €/kWh

## Bombas de alta eficiencia en circuitos de recirculación de A.C.S.

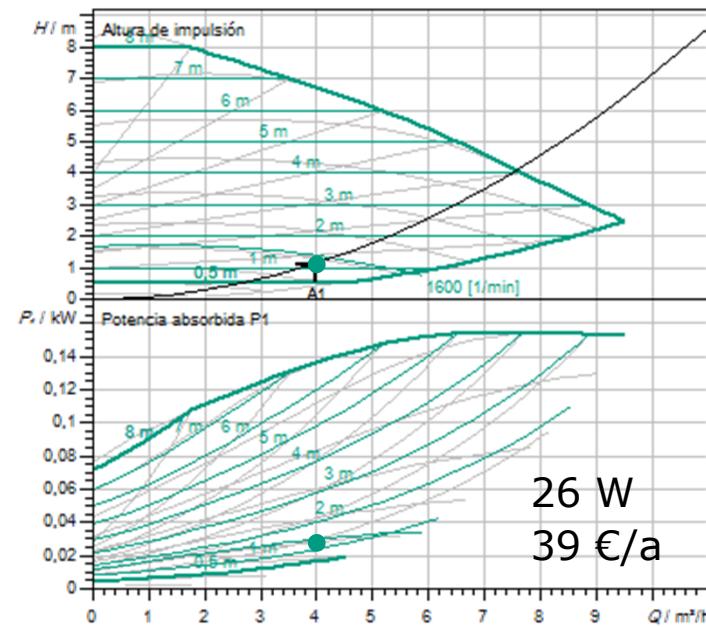
Debido a la selección a base de criterios empíricos, estas bombas suelen estar bastante sobredimensionadas, lo cual hace necesario correcciones en la puesta en marcha.



**PVP: 1488 €**

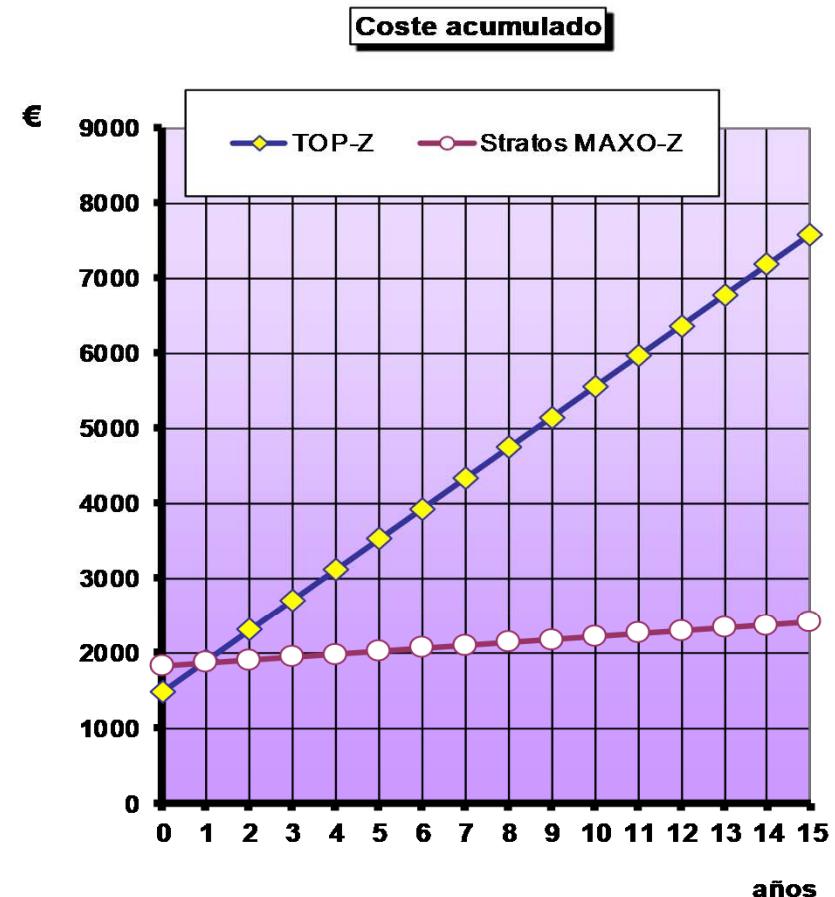
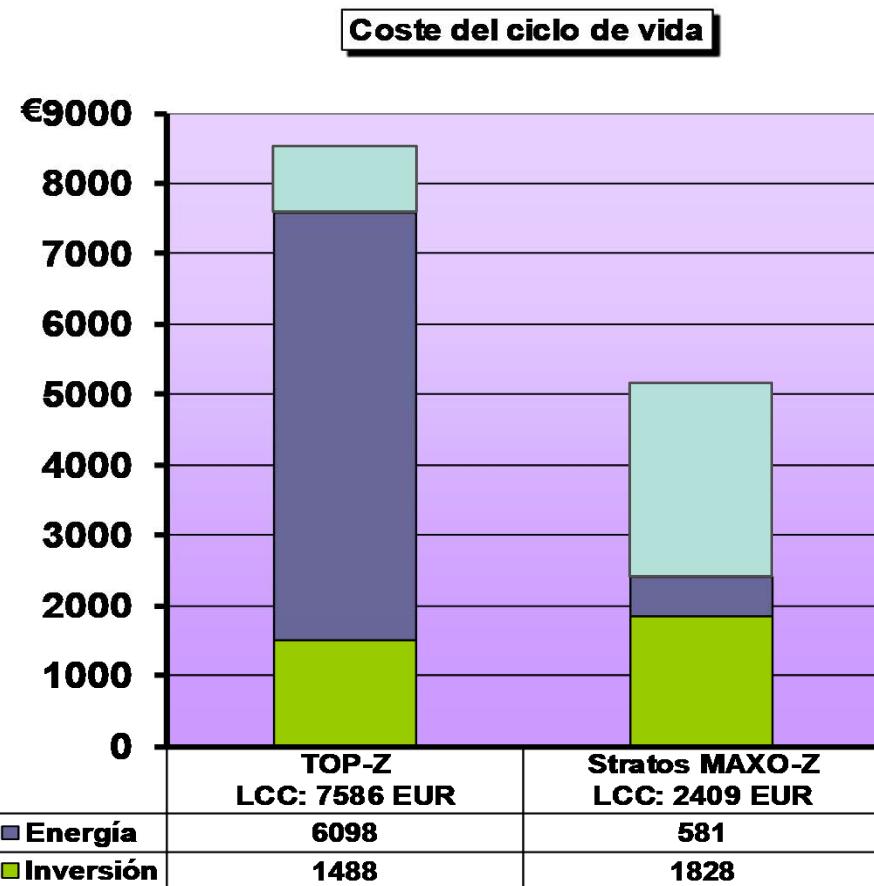


**PVP: 1828 €**



**Ejemplo: Q = 4 m<sup>3</sup>/h    H = 1,14 m.c.a.    8760 h/a    0,17 €/kWh**

## Coste del ciclo de vida



Plazo de amortización: < 1 año

Ejemplo: Q = 4 m<sup>3</sup>/h H = 1,14 m.c.a. 8760 h/a 0,17 €/kWh

**i Gracias por su atención !**

