

Eficiencia en sistemas de abastecimiento urbano

Miguel Ortiz Gómez

mortiz@facsa.com

Jefe Departamento Técnico
Área de abastecimiento

Facsa^f
ciclo integral del agua

29 de mayo 2018





www.iagua.es

20/01/14

Josefina Maestu: "Hasta un 30% de los costes de operación de las empresas del agua corresponden a la energía"

Twitter

Seguir @iÁgua

Share

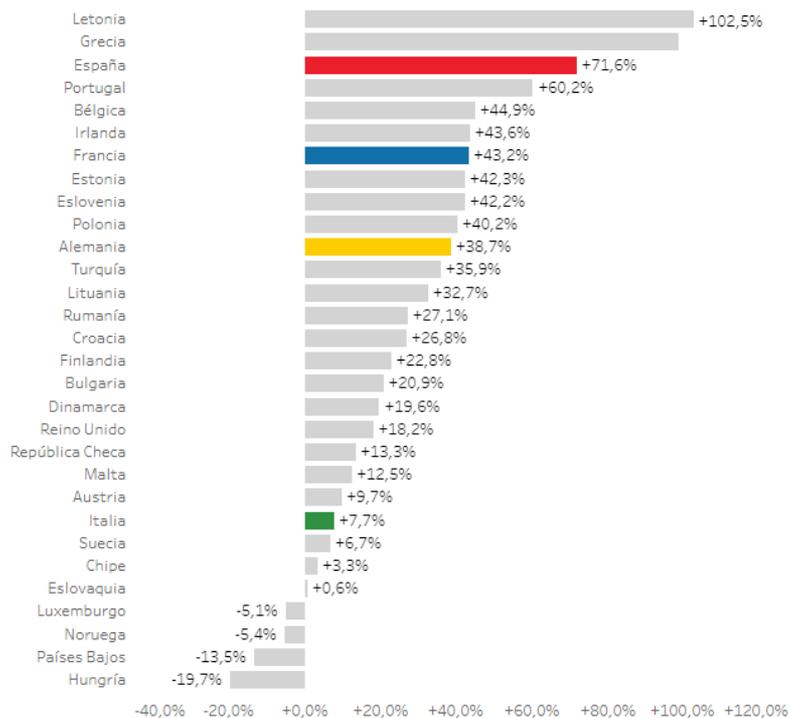
3



Directora de la oficina de Naciones Unidas para la Década del Agua

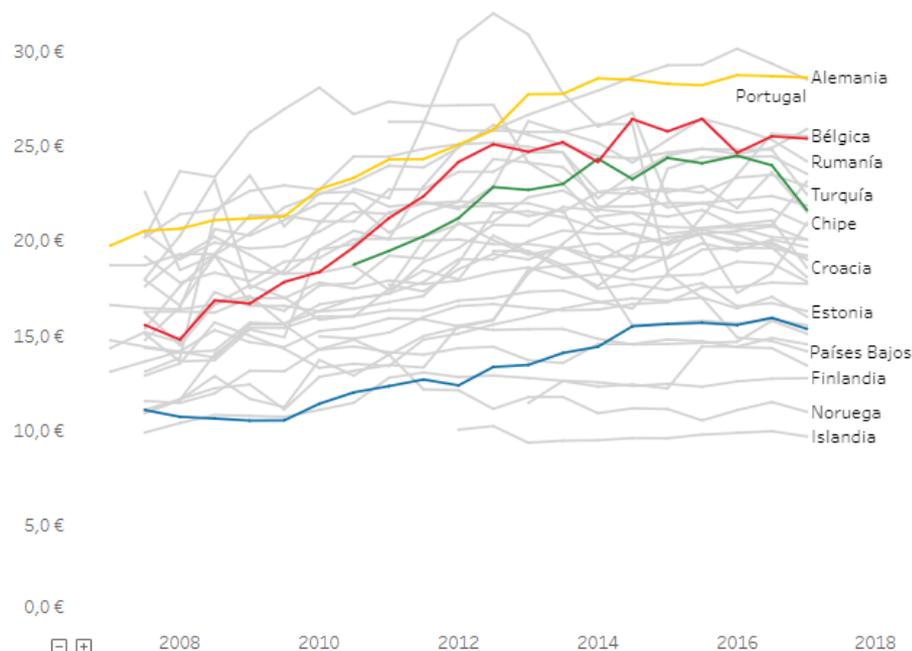
Así cambió el precio de la electricidad entre 2008 y 2017 en los países europeos

En rojo, **España**, en amarillo, **Alemania**, en azul, **Francia** y en verde, **Italia**. En euros por kWh a paridad de poder adquisitivo (PPP)



Así evolucionó el precio de la luz en los países europeos durante la crisis

En rojo, **España**, en amarillo, **Alemania**, en azul, **Francia** y en verde, **Italia**. En euros por kWh a paridad de poder adquisitivo (PPP)



Energía: coste importante de operación abastecimiento urbano-bombeo



Precios crecientes energía eléctrica



Necesidad uso eficiente de energía

***Cada m³ ahorrado en el abastecimiento
es un ahorro de energía***



- Eficiencia en redes de distribución
 - Indicadores
 - Gestión de la presión: sectorización, bombeo a red, VRP
 - Control activo de fugas: Sistemas de detección fugas
 - Rapidez de respuesta
- Eficiencia en sistemas de bombeo
 - Bomba sumergible
 - Bombeo a red (Efipump)



AGUA ~~NO~~ CONTABILIZADA



\$ 141
Billones
De dólares al año

Se estima que este es el costo total causado por agua no contabilizada para las empresas proveedoras del servicio, según estudio del Banco Mundial.

- Indicadores porcentuales (%)
 - Ejemplos:
 - $R_{to\ red} = Q_{controlado} / Q_{suministrado}$
 - $R_{to\ global} = Q_{controlado} / Q_{captado}$
- Indicadores relativos
 - Permiten realizar comparaciones
 - M^3 pérdidas/ km/día
 - Índice de Fugas Estructurales (IFE)
- Q min nocturno

IFE

- Relaciona el nivel real de pérdidas con el estado óptimo del sistema.
- Se centra en el punto débil del sistema: las pérdidas en las acometidas

$$IFE = \frac{VIF}{UMF}$$

- IFE: Índice de fugas estructurales
- VIF: Indicador Técnico del volumen Incontrolado Fugado
- UMF: Umbral mínimo de fugas

IFE

- VIF: Indicador Técnico del volumen Incontrolado Fugado

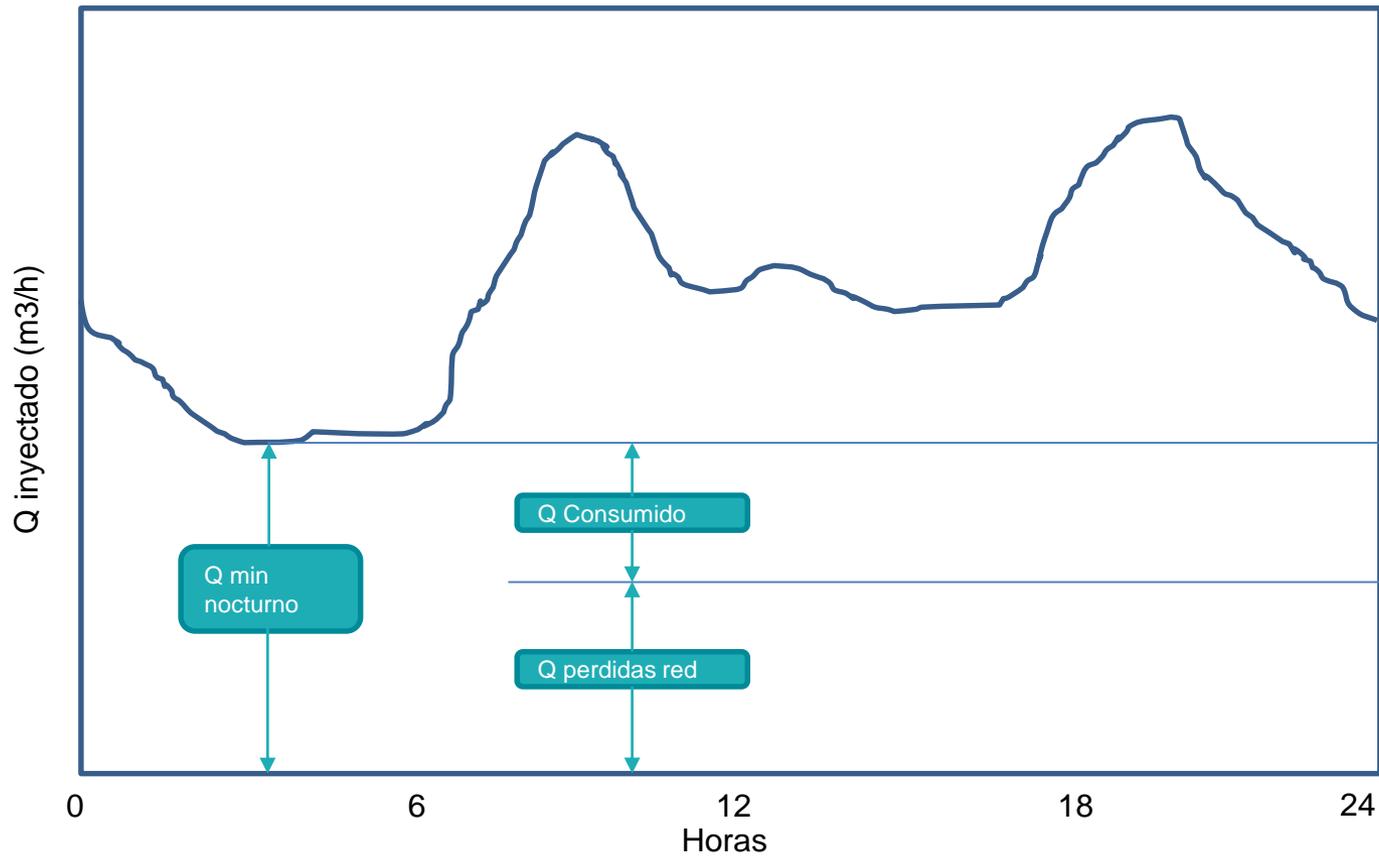
$$VIF = \frac{Vif}{(dia)N^{\circ} acometidas}$$

- UMF: Umbral mínimo de fugas

$$UMF = \frac{(ALt + BNa + CLa)p}{Na}$$

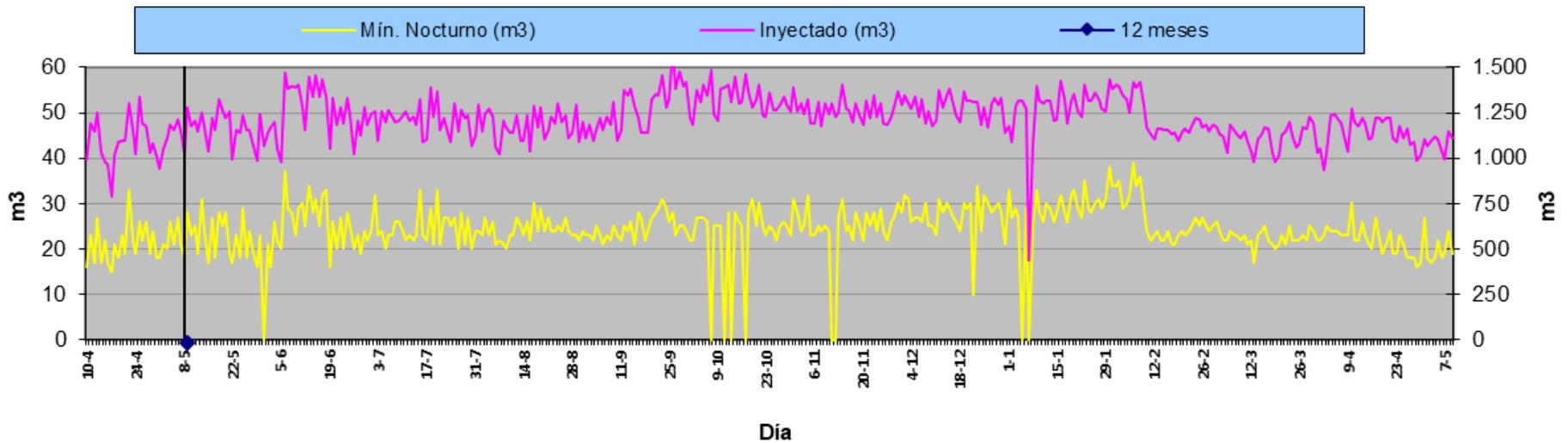
- » Lt: longitud total tuberías red distribución (km)
- » Na: número de acometidas
- » La: suma de las longitudes de todas las acometidas (km)
- » p: presión media del sistema (mca)
- » A,B y C: constantes que ponderan el parámetro que acompañan

Q min nocturno

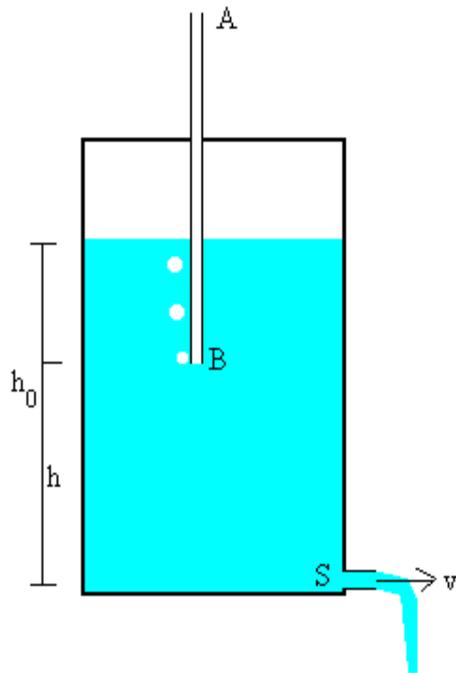


Q min nocturno

Últimos 395 días



Variables para minimizar la pérdidas reales

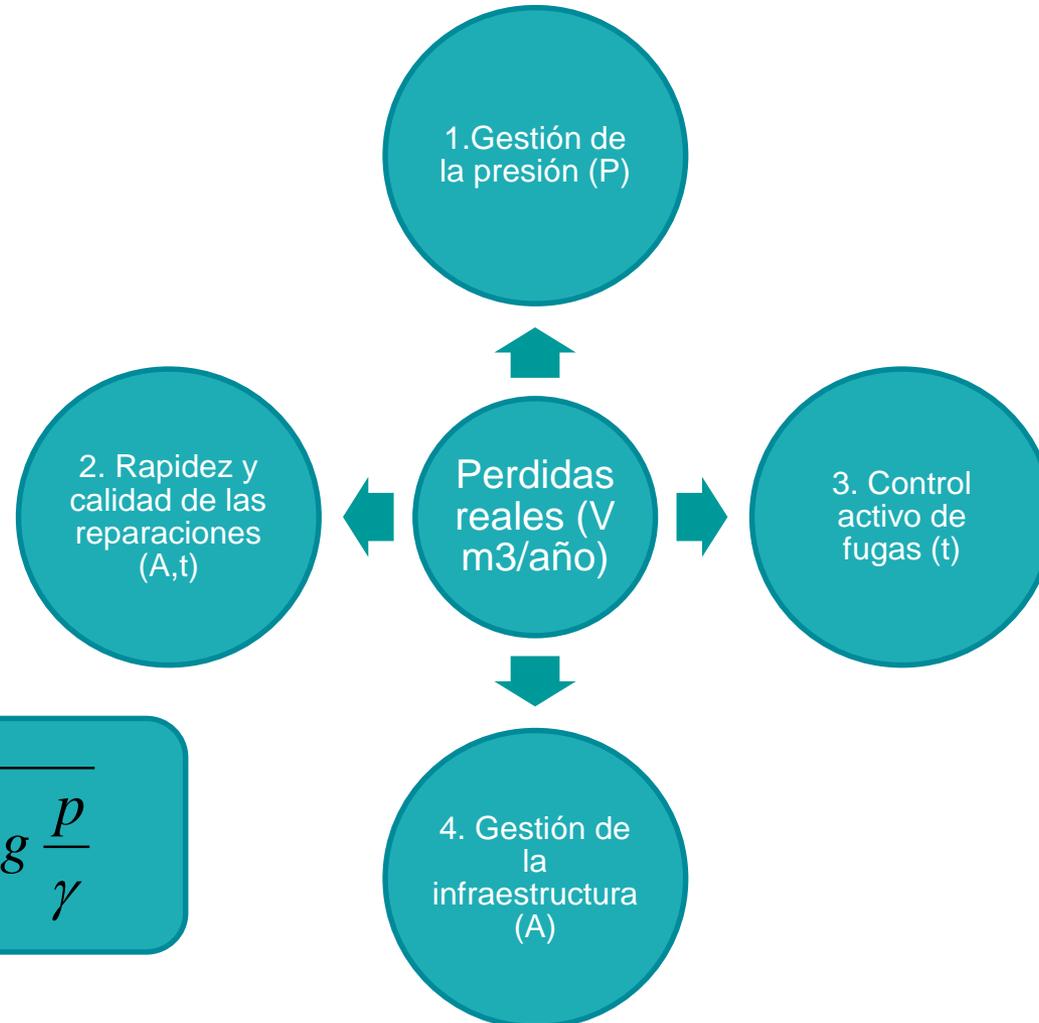


$$Q_f = A_f \sqrt{2g \frac{p}{\gamma}}$$

Descarga libre a través de un orificio

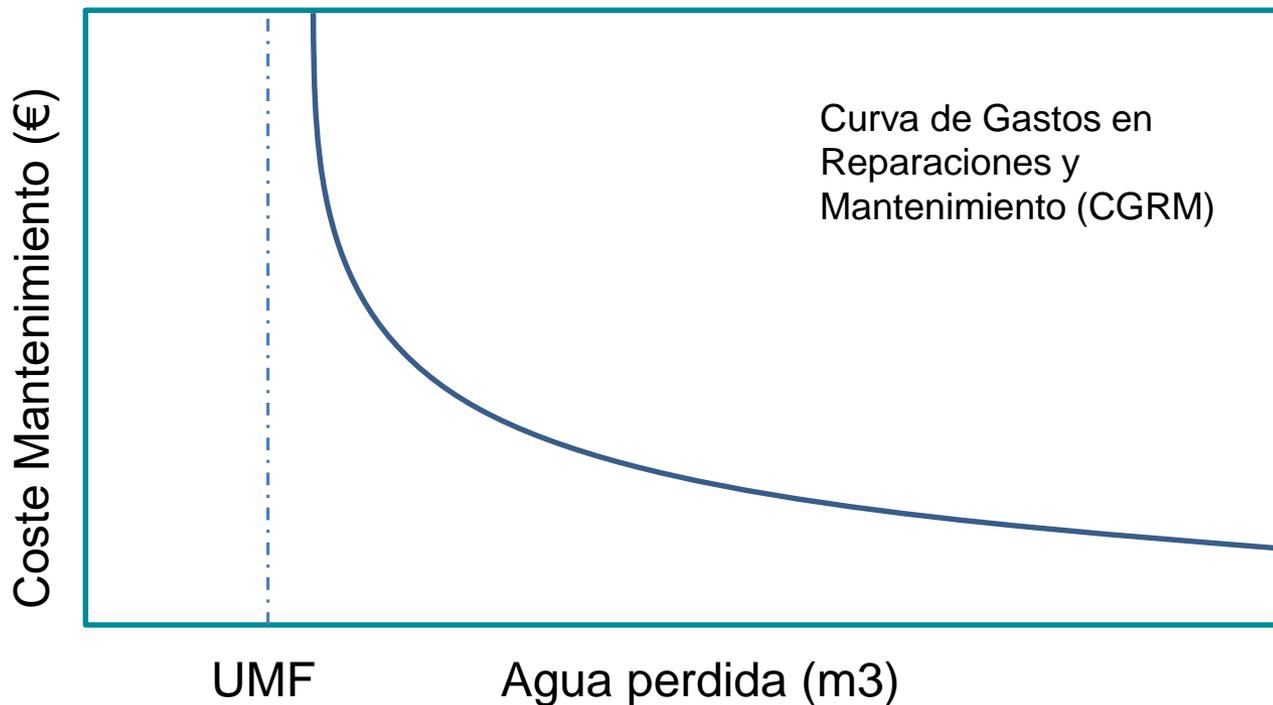
$$V_f = t A_f \sqrt{2g \frac{p}{\gamma}}$$

Variables para minimizar la perdidas reales



$$V_f = t A_f \sqrt{2g \frac{p}{\gamma}}$$

Costes mantenimiento vs pérdidas de agua



Considerar Índice natural de fugas (INAF): incremento de las fugas sin actuaciones sobre la red

Gestión presión

- Objetivo de la red: garantizar una presión mínima a lo largo del día en el punto mas critico del sistema.
 - Consecuencia:
 - Presiones mas altas durante la mayor parte del tiempo.
- Objetivo de la gestión de la presión: minimizar el exceso de presión en un sistema de distribución de agua para:
 - Reducir el caudal de fugas
 - Reducir la frecuencia de roturas
 - Indirectamente mejora energética

Gestión presión

- **Beneficios**

- Reducción de los caudales de fuga
- Reducción frecuencia roturas
- Reducción de algunos componentes del consumo
- Presión de suministro mas uniforme
- Reducción de costes energéticos



Gestión presión

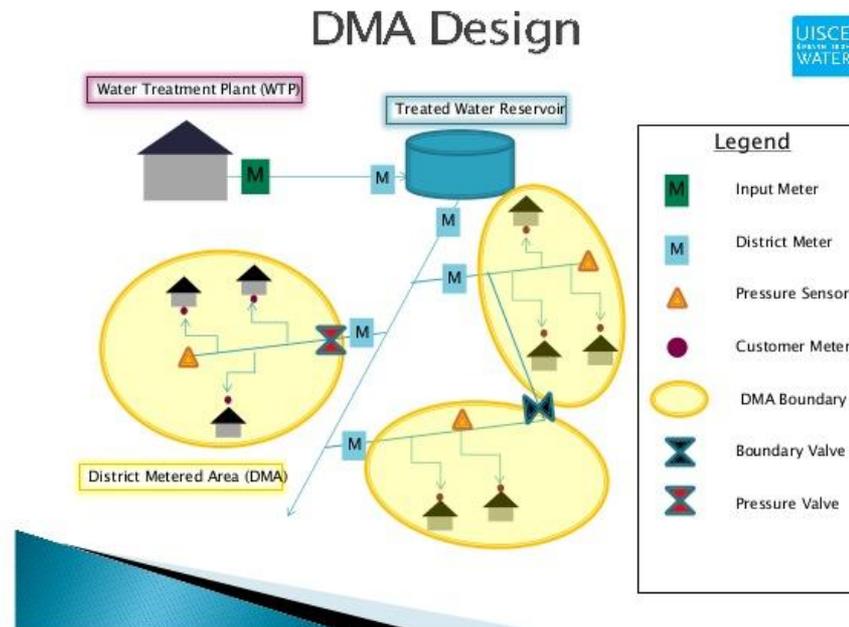
- Inconvenientes

- La reducción de presión dificulta la detección de fugas
- Nuevos elementos a mantener
- Reducción de consumo por la reducción de la presión puede implicar reducción del agua facturada.
- Problemas de calidad de agua por ramales ciegos por el cierre de válvulas de contorno- sectorización



Gestión presión- Sectorización

- Técnica de división de una red de distribución en varias subredes mas pequeñas.
- Objetivo: Control y gestión más eficiente de la red



Gestión presión- Sectorización

- **Costes**
 - Instalación de contadores, válvulas y nuevas tuberías
 - Diseños de los sectores
 - Puesta en funcionamiento
 - Mantenimiento
 - Operación: recopilación de datos y gestión de los contornos
 - Cambio de los procedimientos y adiestramiento del personal de operación que puede considerar los sectores una barrera a su trabajo

Gestión presión- Sectorización

- **Beneficios**
 - Capacidad para llevar a cabo una gestión de la presión
 - Mejorar el conocimiento de la red
 - Mejorar la gestión de la red para el control de incidentes y determinación de las causas de los problemas
 - Incrementar la eficiencia de la detección de fugas.

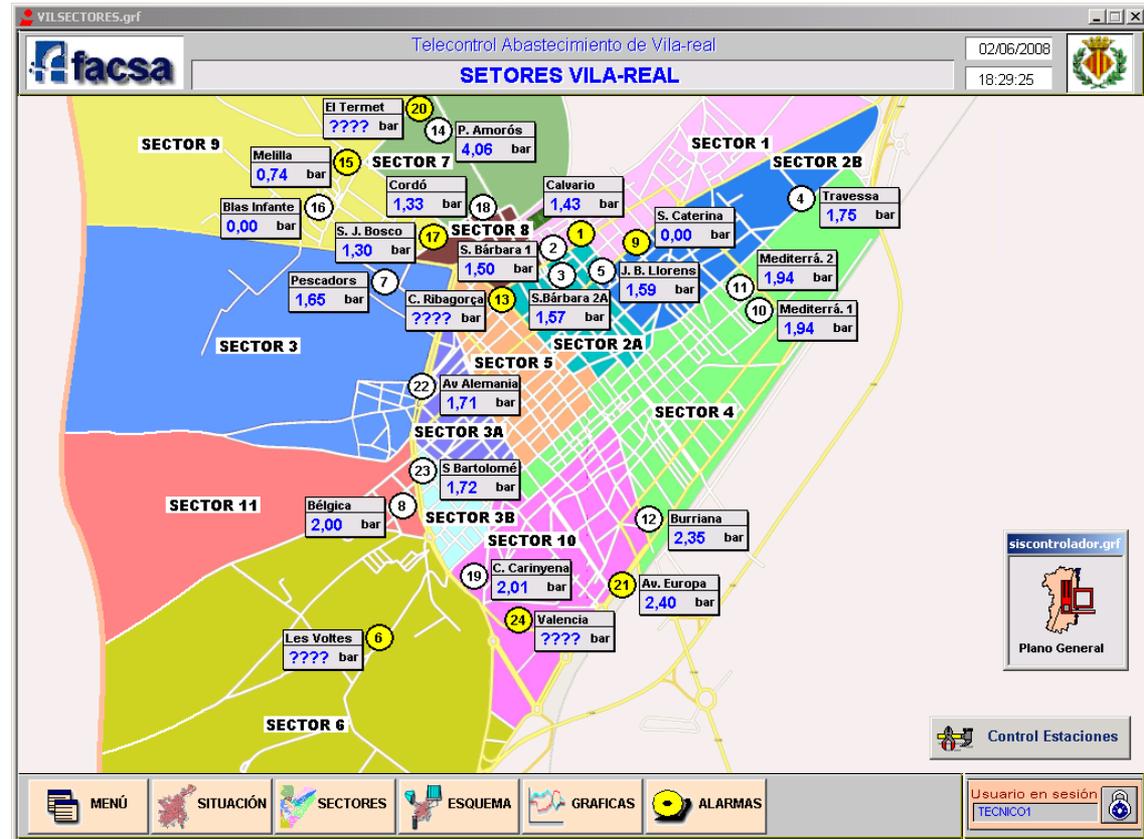


Gestión presión- Sectorización

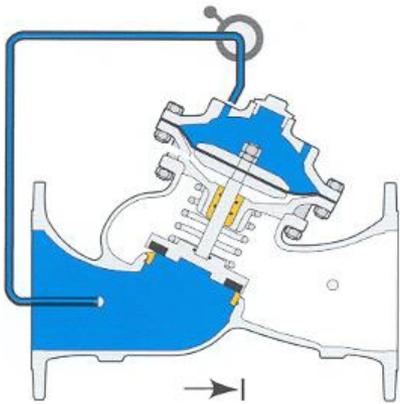
- Inconvenientes
 - Agrava problemas de suministro y operación
 - Puede afectar a la presión al introducir nuevos elementos como: válvulas, contadores y al cierre de algunas válvulas.
 - Aparición de ramales ciegos por el cierre de válvulas que puede afectar a la calidad del agua



Gestión presión- Sectorización

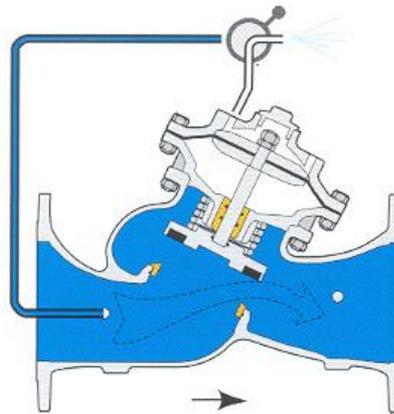


Gestión presión- Válvulas reductoras presión



Posición cerrada

La presión de la línea aplicada a la cámara superior genera una fuerza mayor que lleva a la válvula a la posición de cerrada y proporciona un cierre hermético a prueba de fugas.



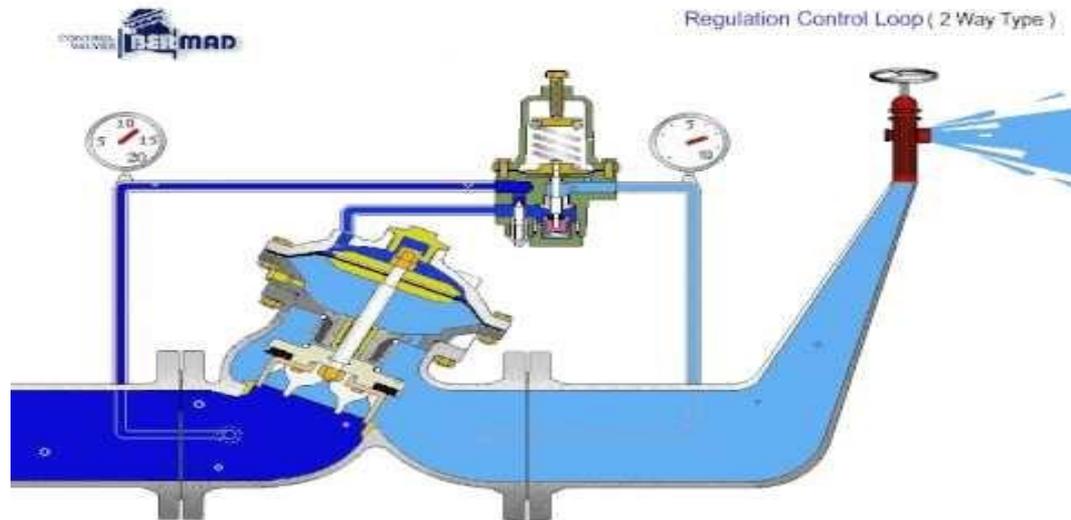
Posición abierta

La descarga de presión de la cámara superior a la atmósfera o a otra área de más baja presión hace que la presión de la línea que actúa sobre el disco de cierre lleve la válvula a la posición de abierta.

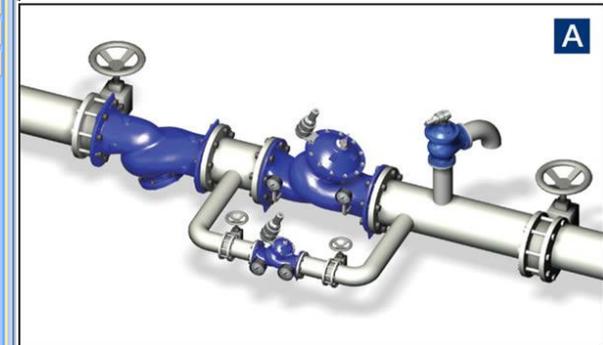
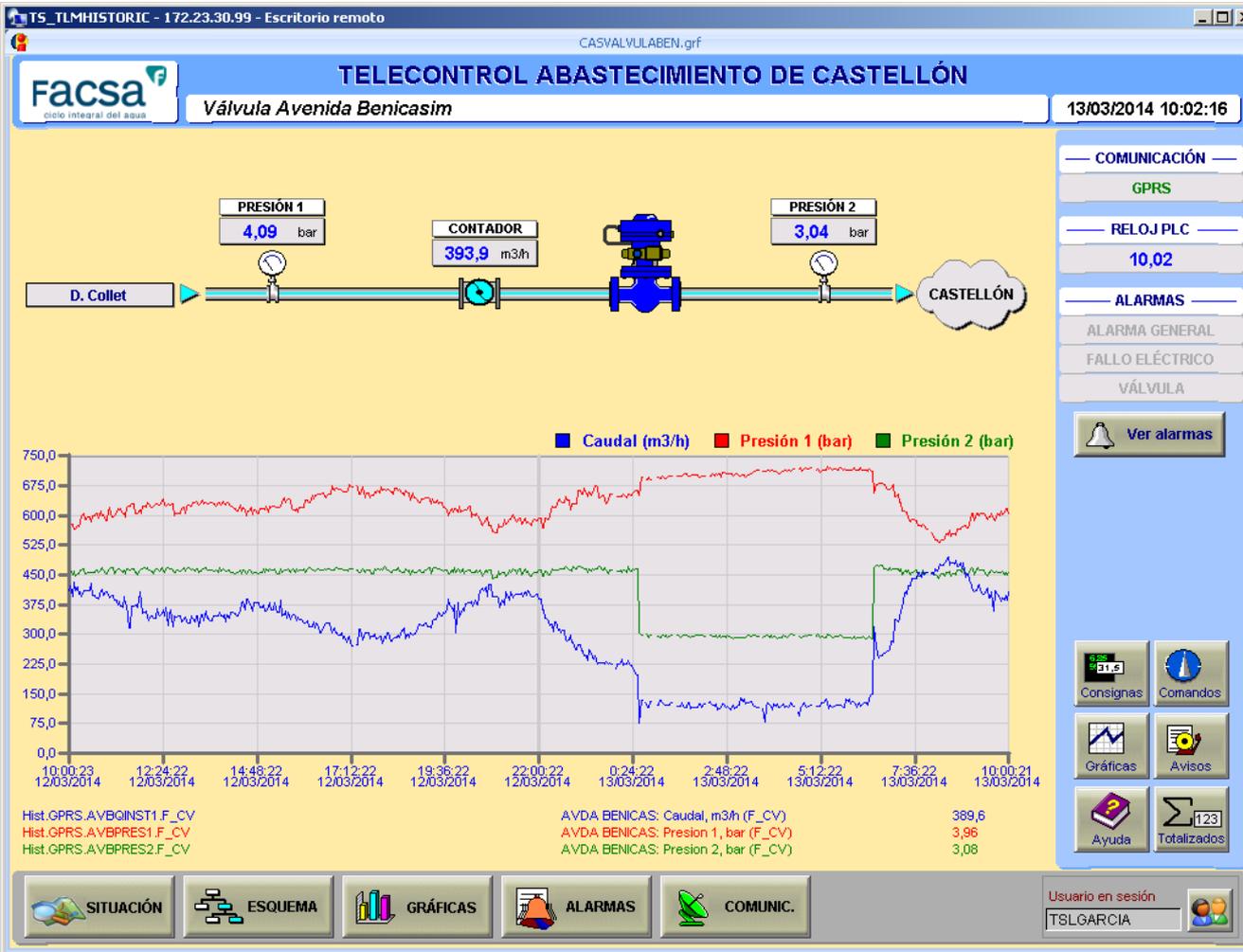


Modelo 720-ES-NVI

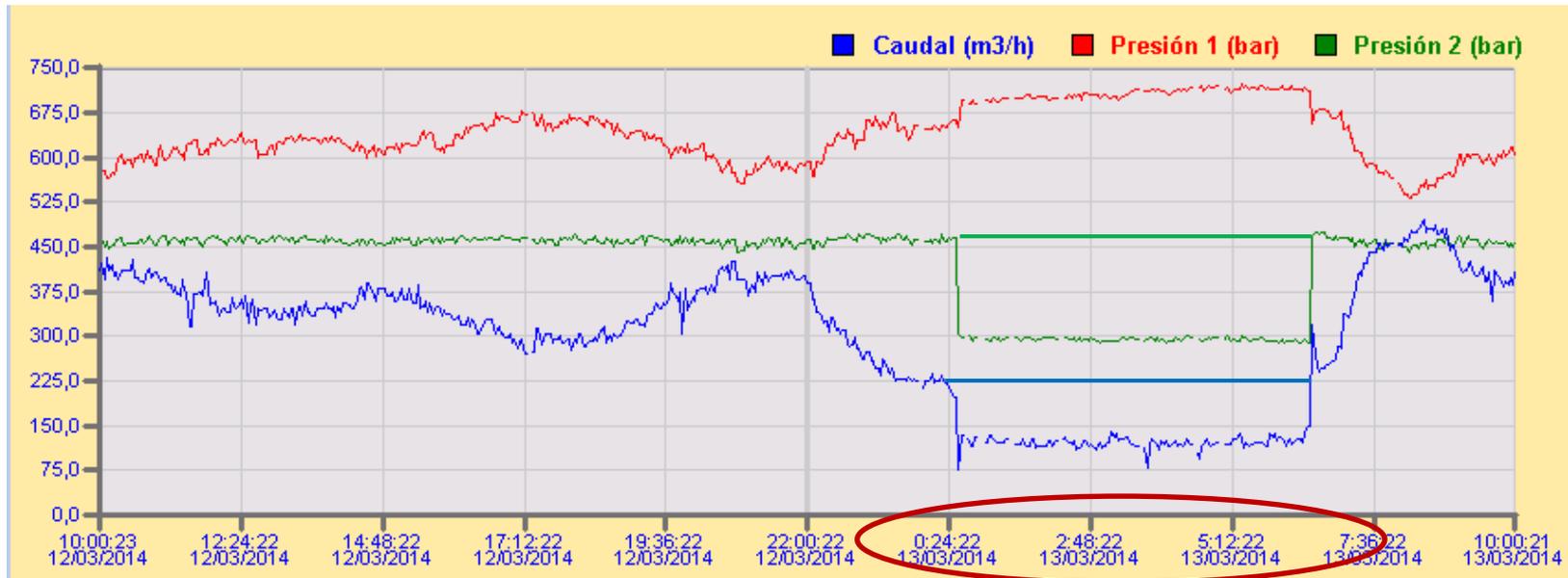
Gestión presión- Válvulas reductoras presión



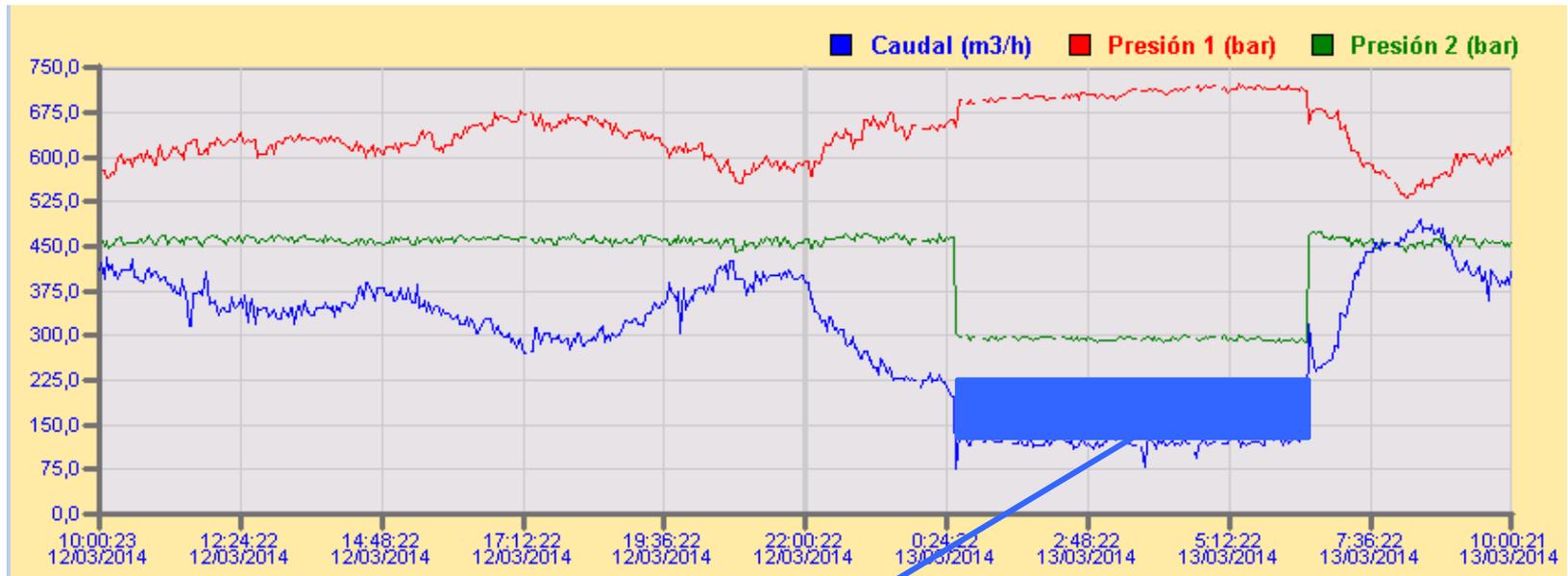
Gestión presión- Reducción de presión 1



Gestión presión- Reducción de presión 1



Gestión presión- Reducción de presión 1



7% volumen ahorrado

Gestión presión- Reducción de presión 2

Consigna depósito nuevo

Consigna regulación por presión

Consigna actual de presión a mantener: 1,85 bar

	Desde (hh:mm)	Hasta (hh:mm)	Presión (bar)
Franja horaria 1	22,31	23,00	1,25
Franja horaria 2	23,01	0,00	1,00
Franja horaria 3	0,01	5,30	0,80
Franja horaria 4	5,31	5,45	0,95
Franja horaria 5	5,46	6,00	1,10
Franja horaria 6	6,01	6,15	1,25
Franja horaria 7	6,16	6,30	1,40
Franja horaria 8	6,31	6,45	1,55
Franja horaria 9	6,46	7,00	1,70
Franja horaria 10	7,01	15,00	1,85
Franja horaria 11	15,01	22,00	1,75
Franja horaria 12	22,01	22,30	1,50

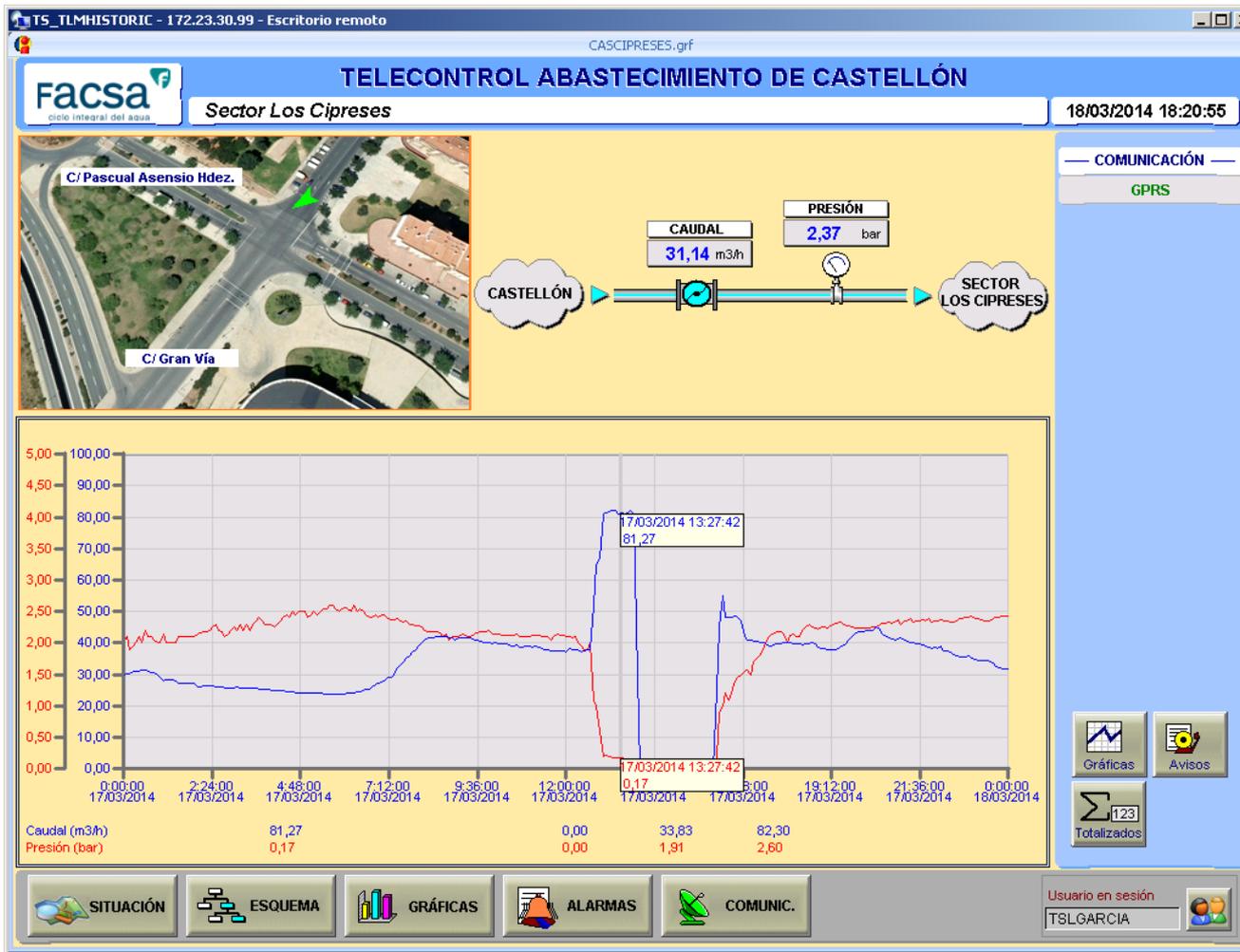
ALARMA DEP. Ver alarmas

ALARMA: Grupo Electrógeno 0,0 m 39,9 m 40,0 m

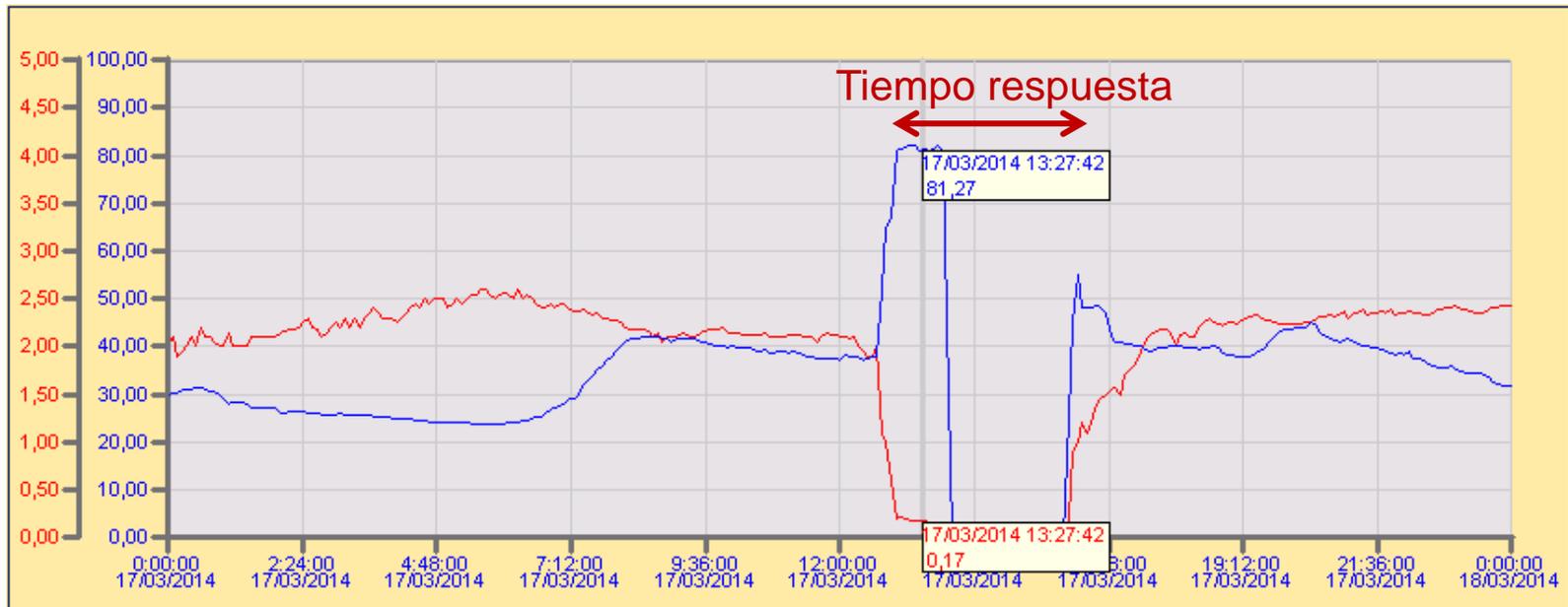
Usuario en sesión: TEMORTEZ



Rapidez de respuesta



Rapidez de respuesta



Control activo de fugas

Equipos para detección y localización de fugas en
redes hidráulicas a presión

DETECCIÓN

- Registradores acústicos (pre localizadores de fugas)
- Dataloggers

LOCALIZACIÓN

- Caña o indio
- Varilla de escucha
- Geófono
- Correlador

OTROS EQUIPOS

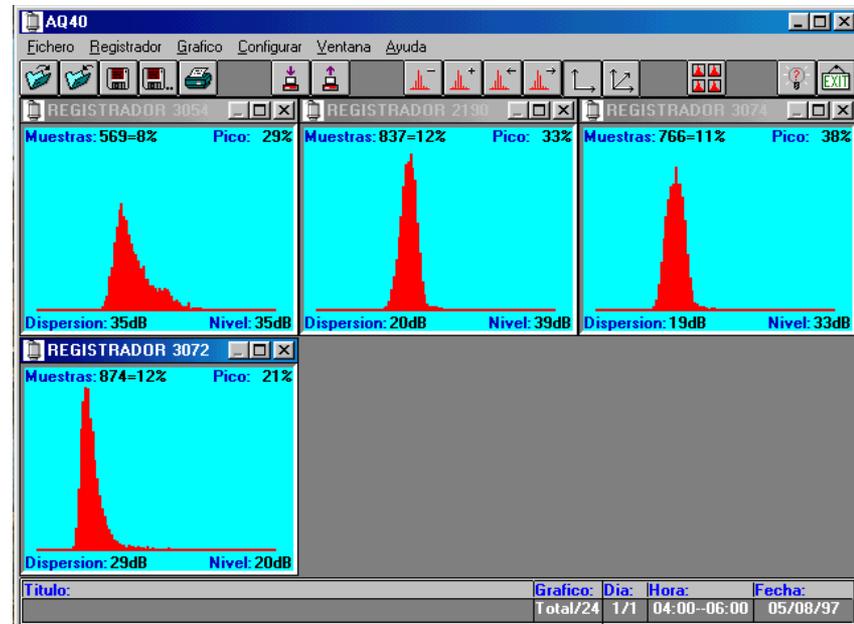
- Sistema Nautilus
- Equipo de detección con gas
- Termografía infrarroja
- Georadar

Control activo de fugas

Equipos para detección y localización de fugas en
redes hidráulicas a presión

DETECCIÓN

➤ Registradores acústicos (prelocalizadores de fugas)



Control activo de fugas

Equipos para detección y localización de fugas en
redes hidráulicas a presión

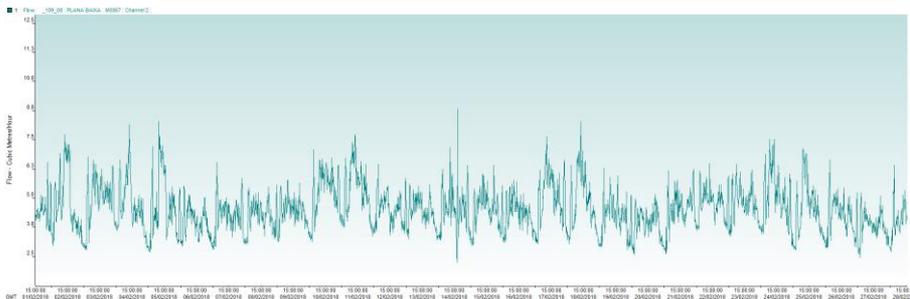
DETECCIÓN

➤ Dataloggers



APLICACIONES:

- Medición de caudal y presión en sectorizaciones.
- Dimensionado de contadores .
- Monitorización de presiones críticas
- Investigaciones en golpes de ariete
- Medición de niveles en depósitos
- Registro del caudal mínimo Nocturno
- Control de válvulas pilotadas



Control activo de fugas

Equipos para detección y localización de fugas en
redes hidráulicas a presión

LOCALIZACIÓN

➤ Caña o indio



➤ Varilla de escucha



Control activo de fugas

Equipos para detección y localización de fugas en
redes hidráulicas a presión

LOCALIZACIÓN

➤ Geófono

VENTAJAS:

- Menor cantidad de ruido del exterior gracias a la campana.
- Mayor efectividad en terrenos como pavimento o asfalto

DESVENTAJAS:

- Dependencia de la profundidad de la tubería
- Relación mts/ día
- Necesario conocer trazado conducciones



Control activo de fugas

Equipos para detección y localización de fugas en
redes hidráulicas a presión

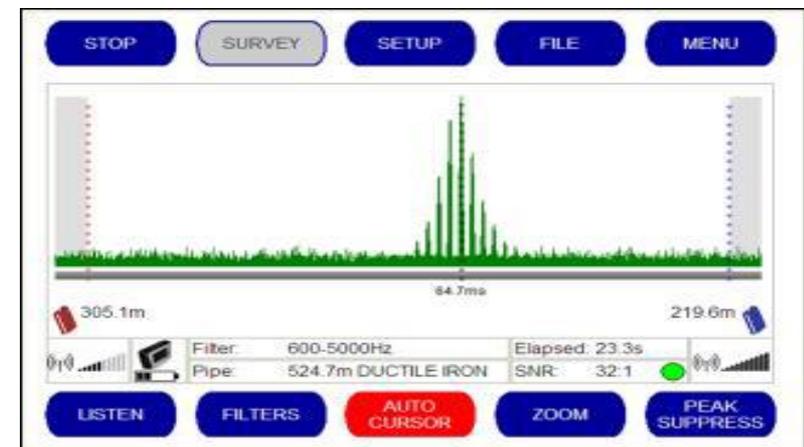
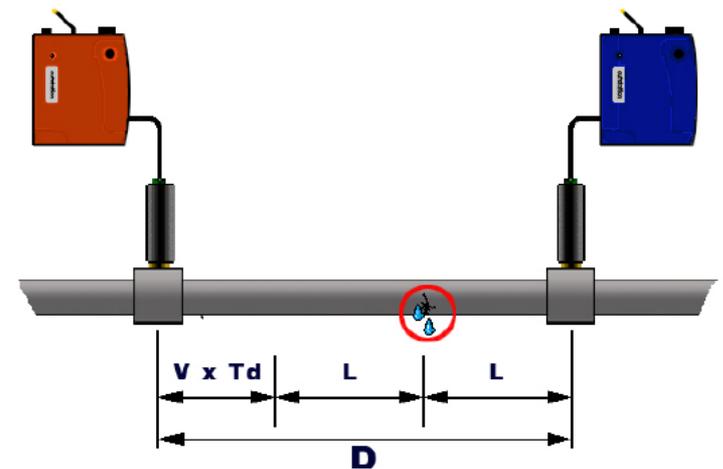
LOCALIZACIÓN

➤ Correlador

- ❑ La correlación es un proceso matemático donde las señales de ruido captadas por dos sensores se comparan para obtener el grado de similitud entre ambas.
- ❑ Analizando el sonido captado por cada sensor, la unidad central calcula el tiempo de retardo, siendo este la diferencia existente entre el tiempo que tarda en llegar el sonido a cada sensor.

$$d = \frac{L - v \times \Delta t}{2}$$

- L es la distancia total entre sensores
- v es la velocidad de propagación por la tubería
- Δt es el tiempo de retardo respecto al centro



Control activo de fugas

Equipos para detección y localización de fugas en
redes hidráulicas a presión

LOCALIZACIÓN

➤ Correlador

○ VENTAJAS:

- Alta Relación mts. escuchados / día.
- No necesidad de trabajar en horas nocturnas, ya que se realizan buenos filtrados de las señales externas.
- Precisión muy alta de las fugas localizadas.
- No dependen ni del tipo del terreno, ni de la profundidad de la tubería.

○ INCONVENIENTES:

- Se debe conocer el trazado de la red, para no inducir a errores sobre todo de medición.
- Si el material de la tubería revisada es plástico (PVC, PE) la efectividad en la detección es menor.
- Debe tenerse especial cuidado con las discontinuidades en la tubería, ya que puede marcar las fugas en esos puntos y no en su localización exacta.

Control activo de fugas

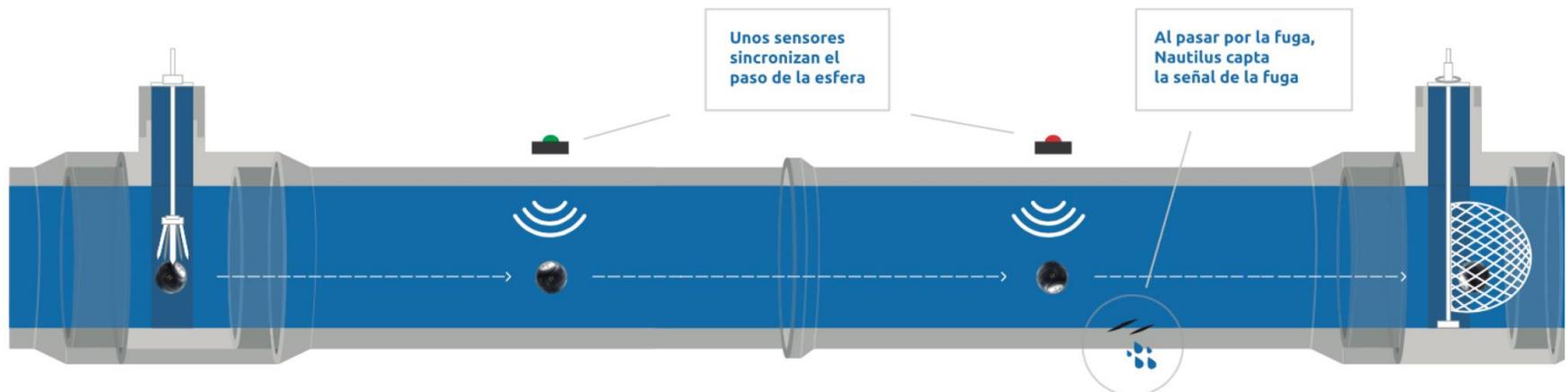
Equipos para detección y localización de fugas en
redes hidráulicas a presión

OTROS EQUIPOS

➤ Nautilus



- ❑ Esfera de dimensiones mínimas (60 milímetros).
- ❑ Se introduce la esfera en la tubería en servicio y viaja libremente en el interior impulsada por el caudal del agua, donde la velocidad de movimiento es máxima y no encuentra obstáculos.
- ❑ El sistema escucha y graba fugas / anomalías desde el interior de la tubería y al extraer la esfera.



Control activo de fugas

Equipos para detección y localización de fugas en
redes hidráulicas a presión

OTROS EQUIPOS

➤ Nautilus



• CARACTERISTICAS :

- Presión máxima soportada 25 Bar.
- Inserción y extracción de la esfera en válvulas de diámetros mínimos de 100 mm.
- Caudal aconsejable de 0.4 m/s.

• VENTAJAS:

- Mediante esta tecnología se han logrado detectar fugas desde 0.04 litros por segundo y realizar inspecciones de 10 kilómetros en 5 horas.
- Buenos resultados con cualquier material de la tubería revisada.

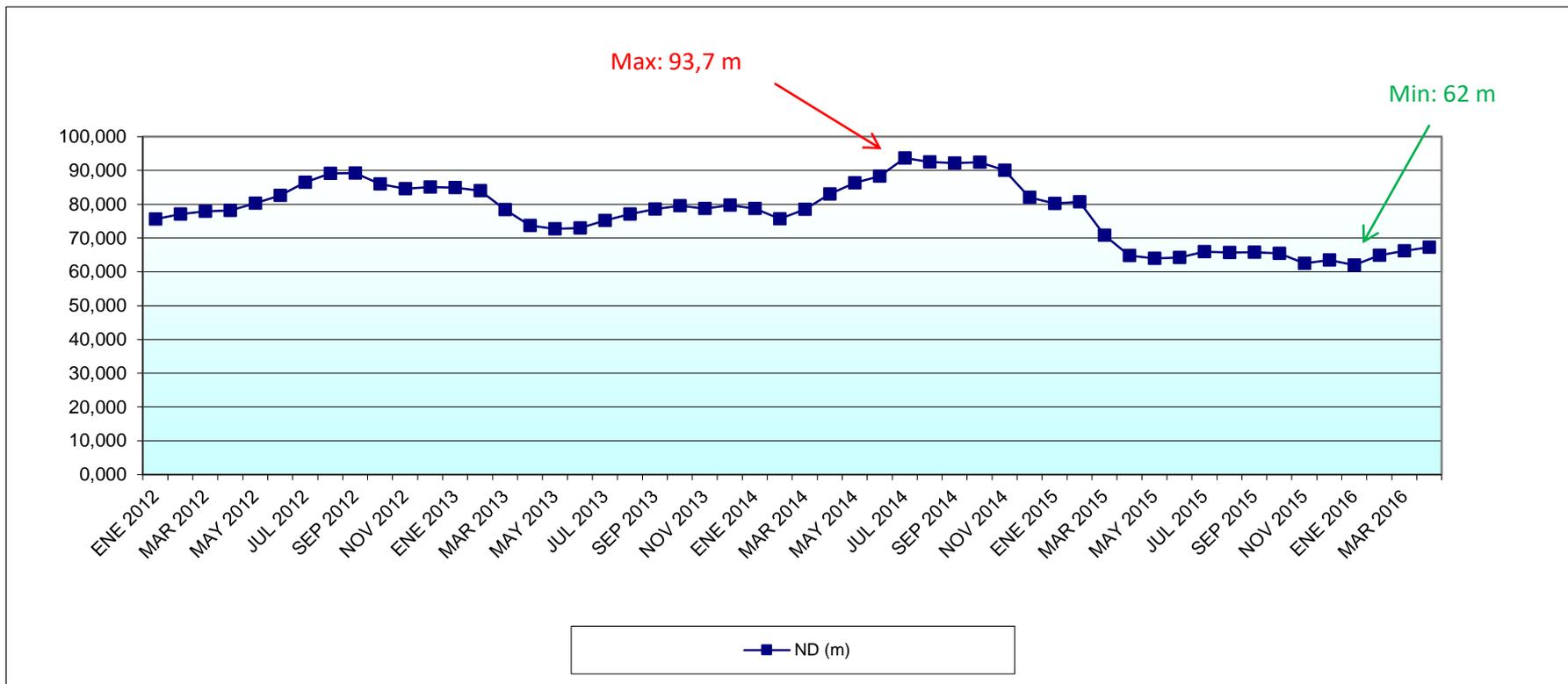
Bombas sumergibles pozo



Video



Bombas sumergibles pozo



Variaciones de nivel de hasta 93,7m-62 m = 31,7 m (51%)

Bombas sumergibles pozo

Instalación con importantes variaciones de nivel a lo largo del tiempo

Estas variaciones afectan a la altura de trabajo y por tanto al punto de funcionamiento y al rendimiento

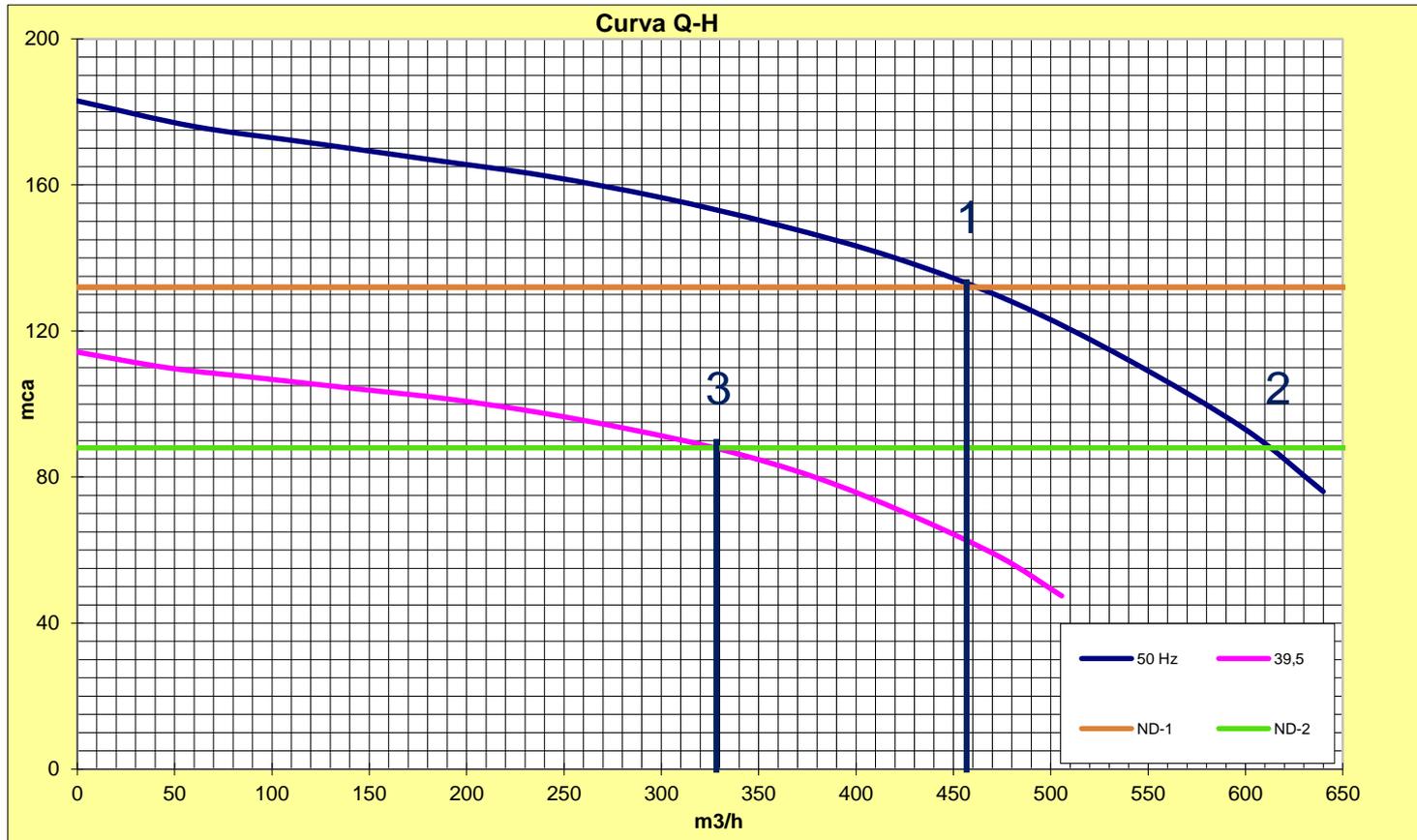
El caudal a extraer no es un parámetro crítico

La instalación dispone de variador de velocidad



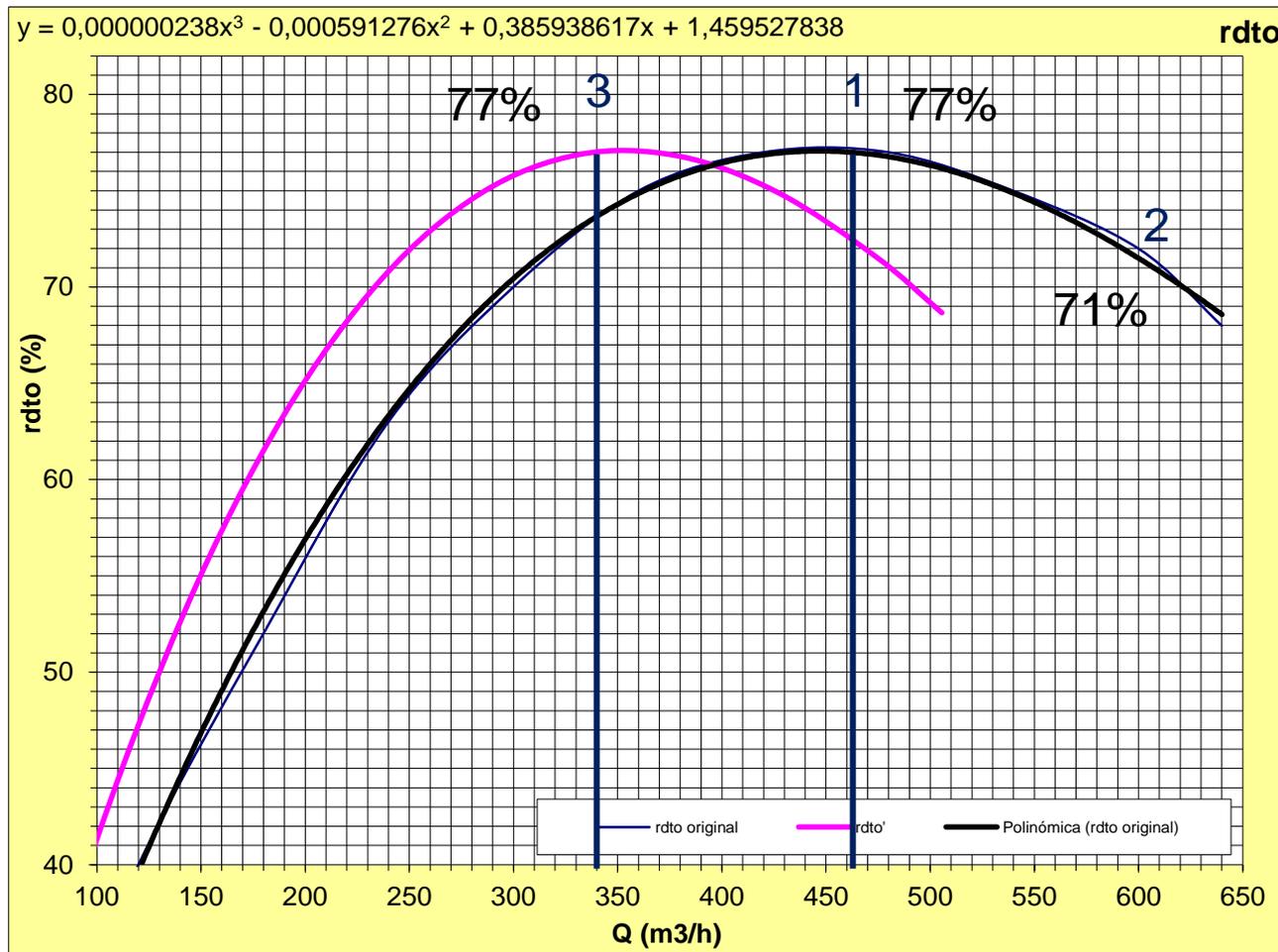
Modificar velocidad de giro para conseguir la curva de la bomba y adaptarse a las variaciones de nivel para maximizar el rendimiento.

Bombas sumergibles pozo



Curva bomba con variación velocidad

Bombas sumergibles pozo



Curva ren dbomba con variación velocidad

Bombas a red -EFIPUMP

Evolución los sistemas de bombeo presión cte

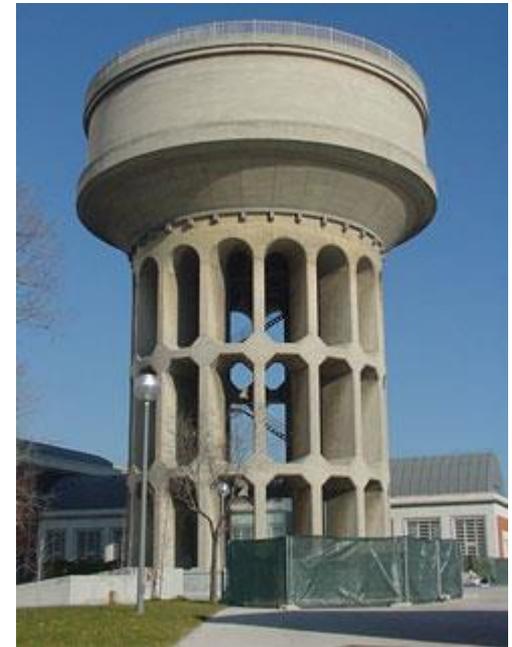
Depósito elevado



Variador + Arrancador



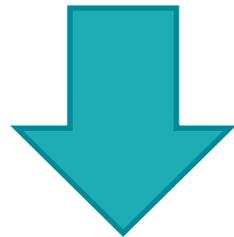
Variadores



Bombas a red -EFIPUMP

Evolución los sistemas de bombeo presión cte

SISTEMAS EFICACES



SISTEMAS NO EFICIENTES



Bombas a red -EFIPUMP

¿Cómo mejorar la eficiencia?

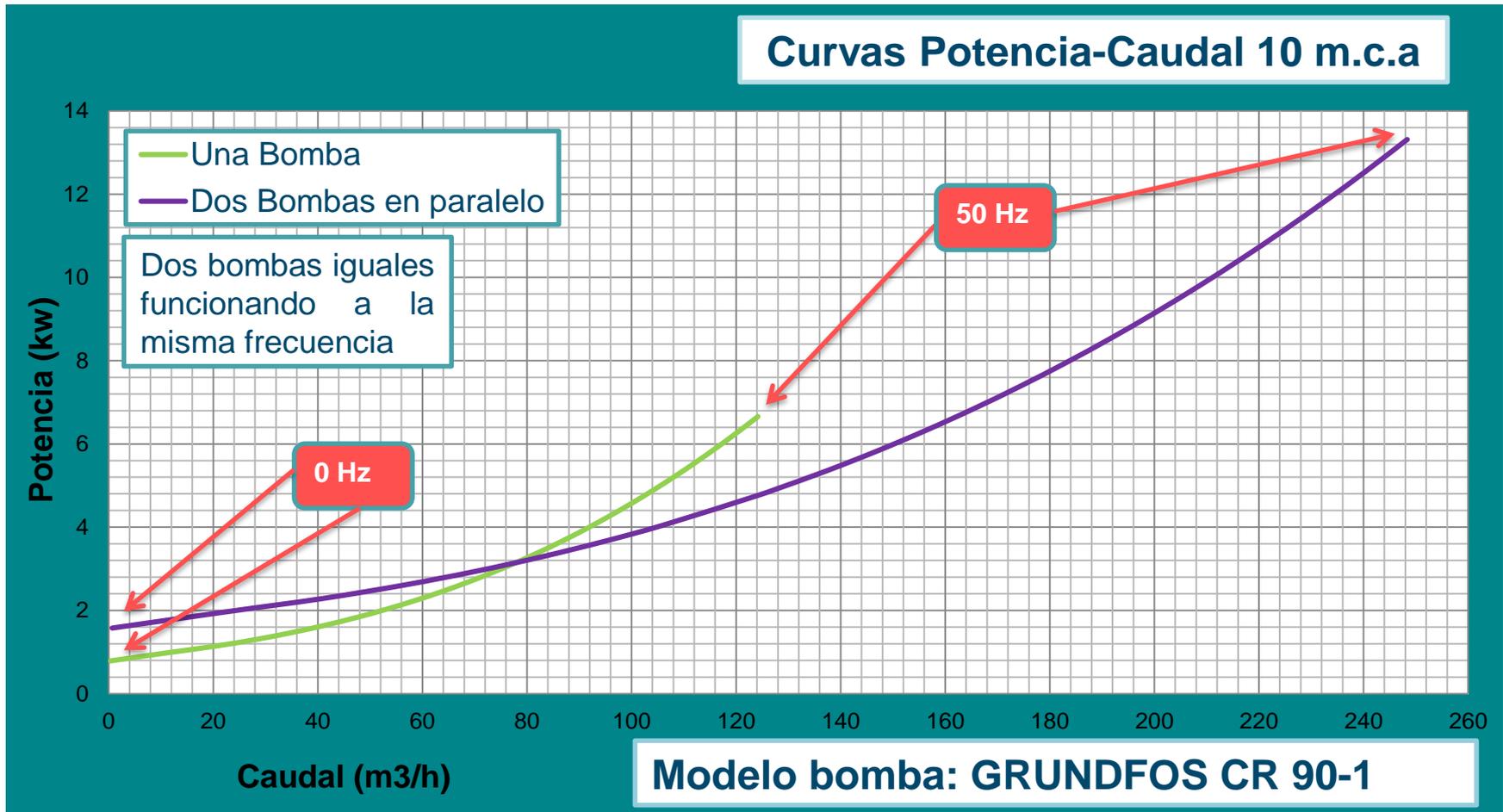
Sistema de varias bombas con variadores



Establecer punto de cambio en el n^o de bombas que
minimiza la potencia consumida

Bombas a red -EFIPUMP

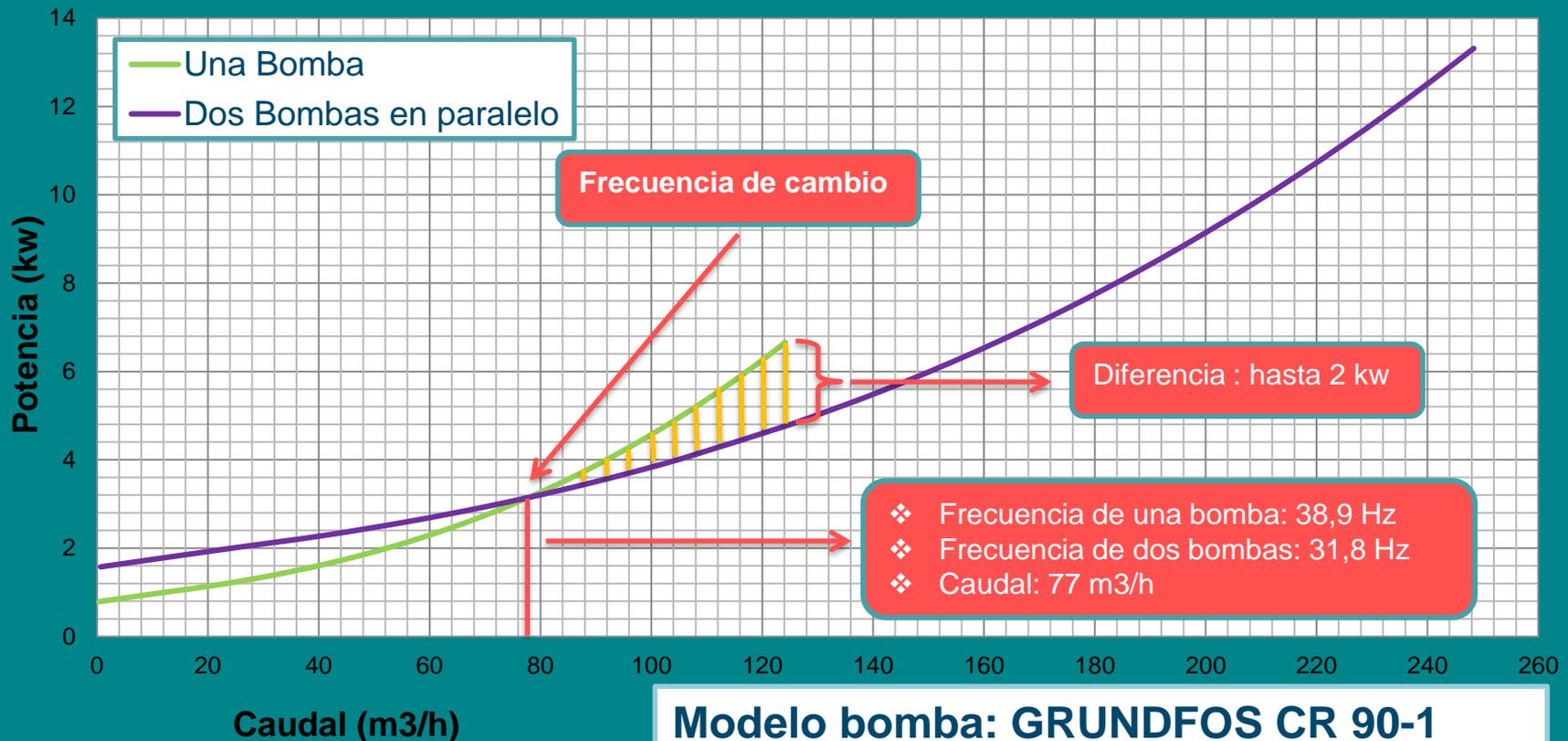
¿Cómo mejorar la eficiencia?



Bombas a red -EFIPUMP

¿Cómo mejorar la eficiencia?

Curvas Potencia-Caudal 10 m.c.a



Bombas a red -EFIPUMP

¿Cómo mejorar la eficiencia?

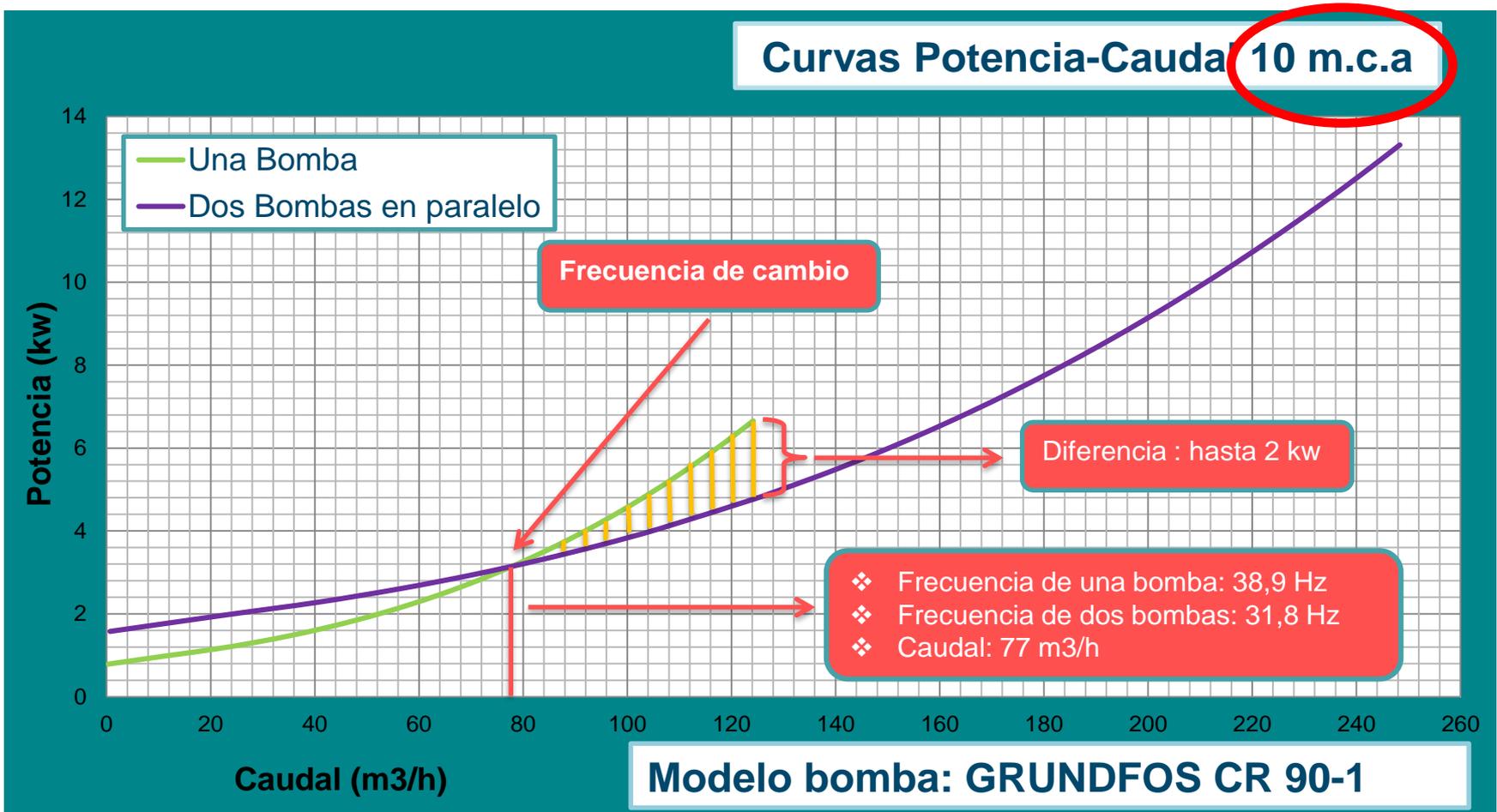
Establecer punto de cambio en el n° de bombas que minimiza la potencia consumida

Aspectos a mejorar de esta forma de funcionar:

- El punto de cambio depende de la presión de trabajo.
- Bombeos a red con múltiples presiones de trabajo a lo largo del día

Bombas a red -EFIPUMP

¿Cómo mejorar la eficiencia?



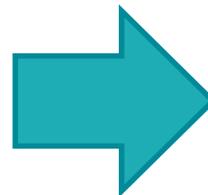
Bombas a red -EFIPUMP

¿Cómo mejorar la eficiencia?

Aspectos a mejorar de esta forma de funcionar:

El punto de cambio depende de la presión de trabajo.

Bombes a red con múltiples presiones de trabajo a lo largo del día



EfiPump

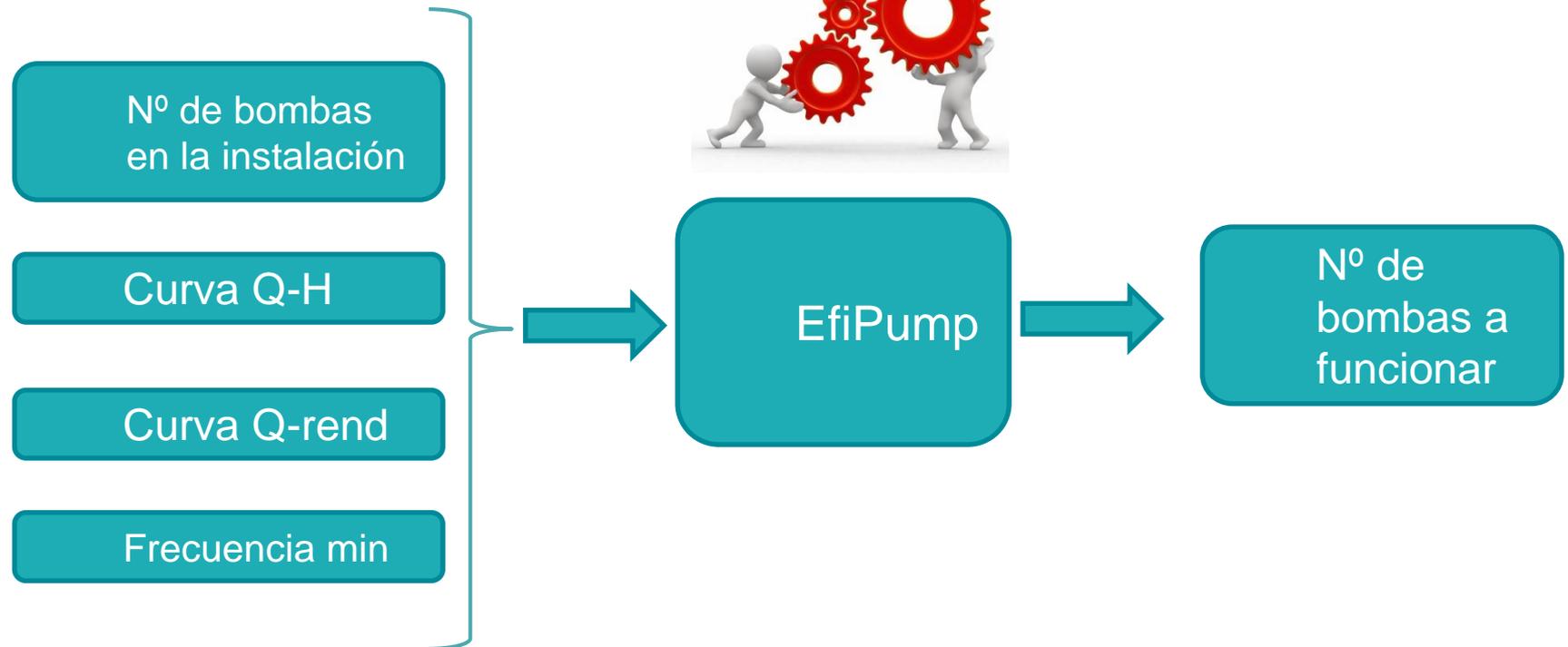
Bombas a red -EFIPUMP

¿Qué es EfiPump?

- Bloque de programación en el autómata
- Calcula constantemente en función de Q real y presión de consigna la potencia consumida por las diferentes bombas de la instalación y sus combinaciones.
- Salida del bloque: número de bombas a funcionar que minimizan la potencia consumida (maximizan el rendimiento)

Bombas a red -EFIPUMP

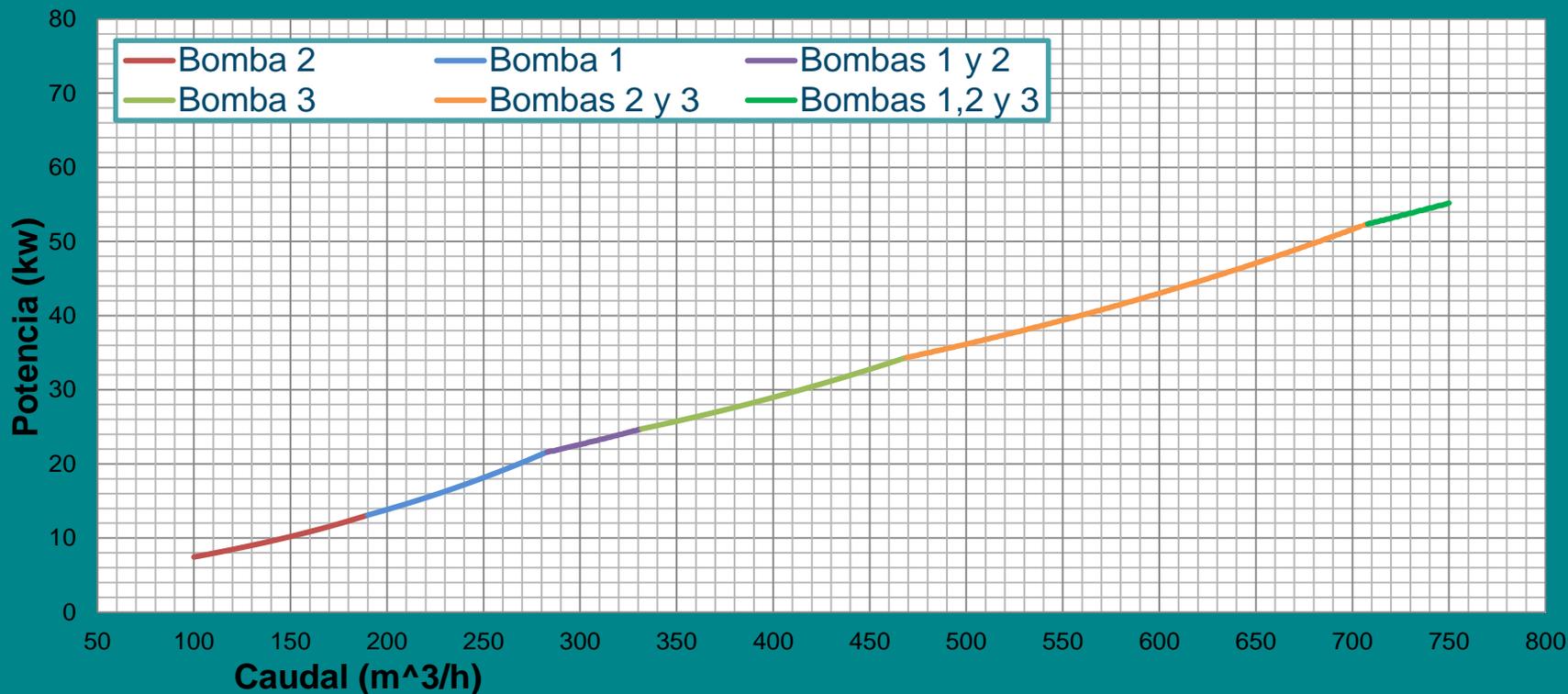
¿Qué información necesita EfiPump?



Bombas a red -EFIPUMP

Ejemplo funcionamiento EfiPump

Curvas Potencia-Caudal 10 m.c.a



Modelo bomba 1: ITUR IL-125/315-R

Modelo bomba 2: ITUR IL-125/315

Modelo bomba 3: ITUR IL-200/330

Bombas a red -EFIPUMP

¿Ahorros esperados por EfiPump?

Bombeo Pueblo Almazora

- 3 bombas iguales
- Múltiples consignas horarias de presión
- Ahorro energético frente sistema sin frecuencias de cambio: 13,5 %
- Ahorro frente sistema con frecuencias de cambio: 7,9%



A dynamic, high-speed photograph of water splashing, creating numerous bubbles and droplets against a light blue background. The water is captured in mid-air, with a central stream of water falling and splashing outwards.

Facsa 
ciclo integral del agua

www.facsa.com