



## Soluciones BERMAD para la prevención golpe de ariete

DOI: [10.17398/AERYD.2019.TC03](https://doi.org/10.17398/AERYD.2019.TC03)

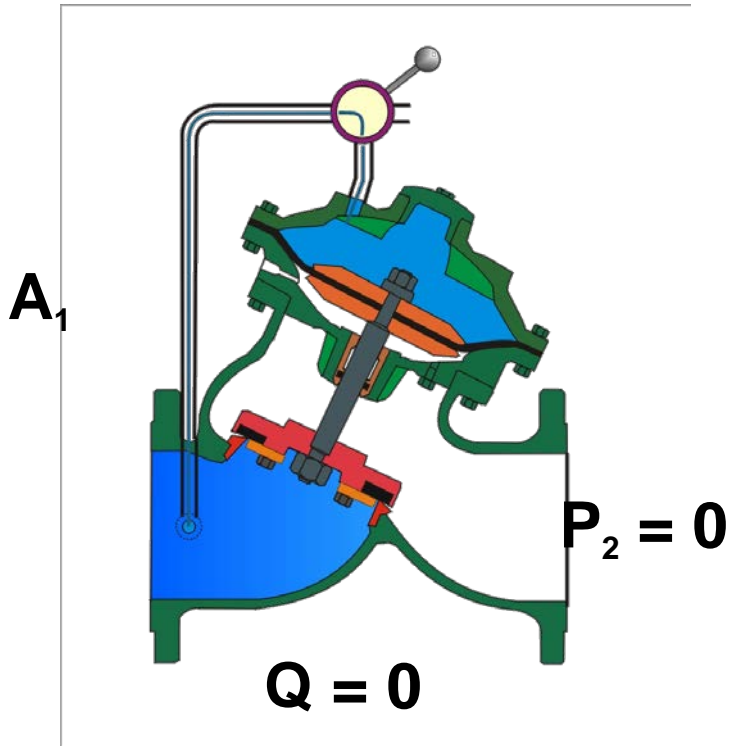
Licencia CC 



XXXVII Congreso Nacional de Riegos, Don Benito (Badajoz), 2019

# VÁLVULAS HIDRAULICAS

# Principio de operación



$$P_3 = P_1$$

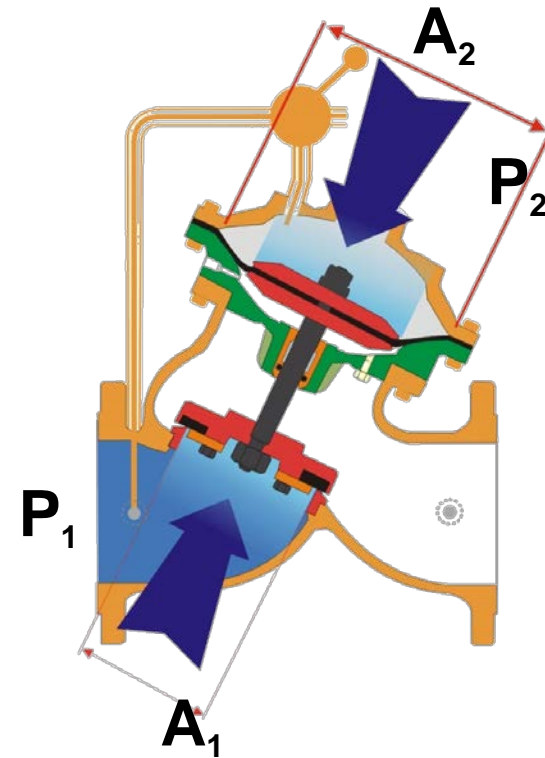
$$A_2 > A_1$$

$$P_3 \times A_2 > P_1 \times A_1$$

$$F_1 = P_1 \times A_1$$

$$F_2 = P_2 \times A_2$$

$F_1 - F_2 =$  closing net force



$$\text{Pressure(kgf /cm}^2\text{) X Area (cm}^2\text{) = Force( kgf)}$$

# Válvulas Hidráulicas

Válvula Hidráulica  
básica



Válvula hidráulica  
pilotada



# Válvulas hidráulicas

- Una válvula hidráulica se puede pilotar para dotarle de multitud de funciones



# Válvulas hidráulicas

- Una válvula hidráulica pilotada hace posible actuar de forma autónoma sobre las condiciones de presión y caudal en la tubería
- Las aplicaciones más usuales son:
  - [Reductora de presión](#)
  - Sostenedora de presión
  - Limitadora de caudal
  - Sobrevelocidad

# Válvulas hidráulicas

- De manera adicional las válvulas hidráulicas de Bermad se han diseñado para ser estables en las condiciones de regulación mas exigentes, gracias a dos características diferenciadoras:
  - [Actuador de doble cámara](#)
  - [Cierre de tipo pistón](#)



XXXVII Congreso Nacional de Riegos, Don Benito (Badajoz), 2019

# VENTOSAS



# Válvulas hidráulicas

- Una válvula hidráulica pilotada hace posible actuar de forma autónoma sobre las condiciones de presión y caudal en la tubería
- Las aplicaciones más usuales son:
  - [Reductora de presión](#)
  - Sostenedora de presión
  - Limitadora de caudal
  - Sobrevelocidad

# Válvulas hidráulicas

- De manera adicional las válvulas hidráulicas de Bermad se han diseñado para ser estables en las condiciones de regulación mas exigentes, gracias a dos características diferenciadoras:
  - [Actuador de doble cámara](#)
  - [Cierre de tipo pistón](#)

# Aire en tuberías

No es posible evitar aire en las tuberías, ya que en determinados casos se hace necesario.

En correcto manejo del aire a lo largo de la tubería es obligatorio para un funcionamiento eficiente.



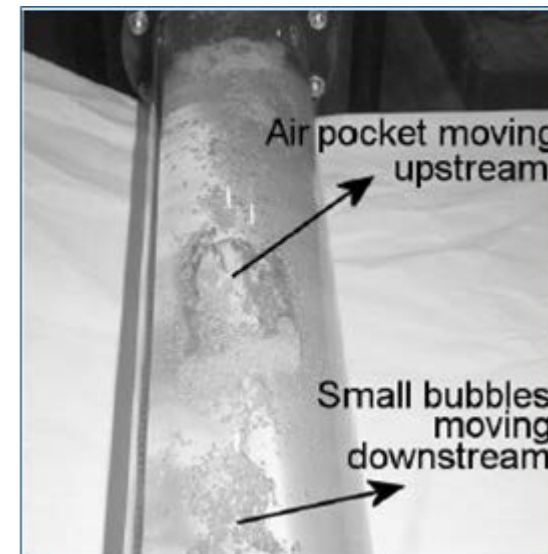
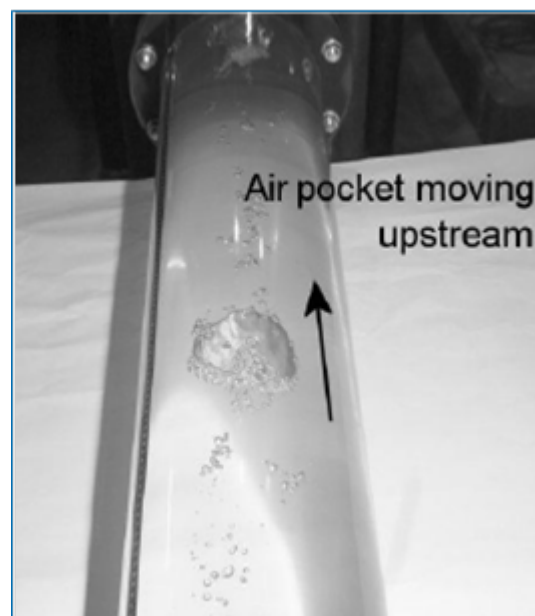
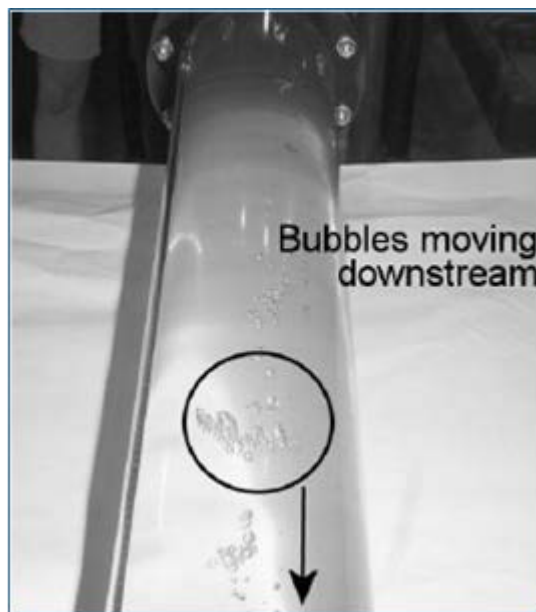
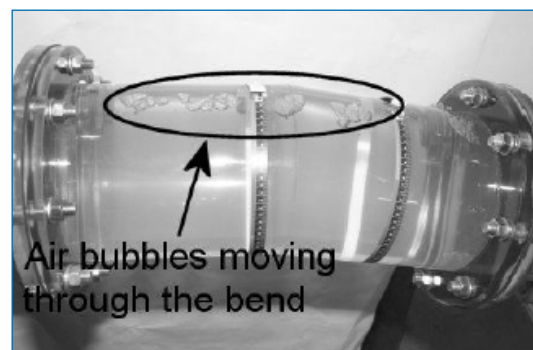
## Aire en tuberías | puntos altos

Cuando el aire se acumula en puntos altos se disminuye drásticamente al sección útil de paso aumentando la pérdida de carga de forma considerable

**KSB** 



# AIRE EN TUBERIAS I EJEMPLOS



# EFFECTOS NEGATIVOS DEL AIRE EN TUBERÍAS

Aire a lo largo de las tuberías

- Disminuye la capacidad hidráulica
- Aumenta los efectos del golpe de ariete
- Afecta al funcionamiento de las válvulas y de los elementos de medida
- Genera ruido y vibraciones
- Acelera la oxidación

Bajo ciertas circunstancias la ausencia de aire puede ocasionar:

- Incremento de los efectos del colapso de la tubería
- Generación de condiciones de vacío en la tubería



## EFECTO POSITIVO DEL AIRE EN LAS TUBERIAS

Aire a lo largo de una  
conducción de agua

- Elimina las condiciones de vacío a lo largo de la tubería durante el drenaje de la misma o cuando se da un golpe de ariete



# ¿Que es una ventosa? | Tipos

- Dispositivos para el control, admisión o eliminación de aire en las tuberías.



### A-Automatica

Funciona cuando la línea está llena eliminando pequeñas acumulaciones de aire.

Trabaja en la zona sónica cuando el diferencial de presión es superior a 0.9bar



### K-Cinética

Trabaja durante el llenado, vaciado o en caso de rotura de la tubería, permitiendo la admisión de gran cantidad de aire.

Trabaja bajo la zona sónica, donde la diferencia de presión es inferior a 0.5 bar



### C-Trifuncional

Estas ventosas combinan ambas funciones





# APLICACIONES TÍPICAS

## A-Automáticas

- **Tuberías**  
Eliminación de las acumulaciones de aire a lo largo de la tubería
- **Próximo a válvulas y medidores**  
Corrección de la lectura y funcionamiento.

## K-Cinéticas

- **Redes principales**  
Eliminación durante el llenado y prevención de vacío durante el drenado a lo largo de la tubería y en elevaciones.
- **Acometidas**  
Prevención de condiciones de vacío

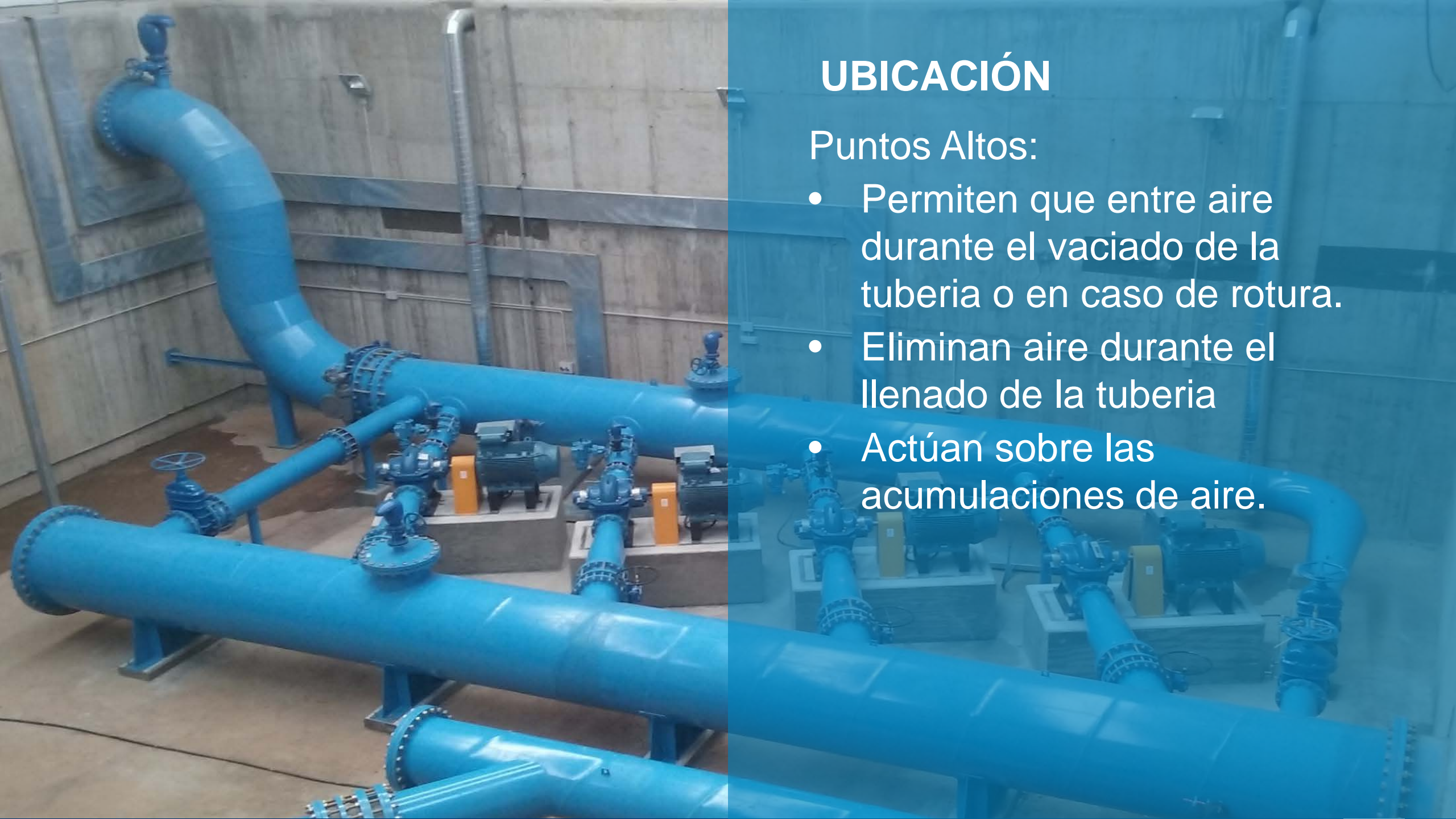
## C-Trifuncionales

- **Tuberías**  
Mejora de las condiciones de vaciado y llenado de la tubería
- **Próximo a válvulas y medidores**  
Corrección de la lectura y funcionamiento.

# UBICACIÓN

Puntos Altos:

- Permiten que entre aire durante el vaciado de la tubería o en caso de rotura.
- Eliminan aire durante el llenado de la tubería
- Actúan sobre las acumulaciones de aire.



# UBICACIÓN

## Seccionamientos

Eliminan posibles presiones negativas en caso de **separación de columna**

Los puntos donde existe una amenaza real de separación de columna de agua son:

- Cambios de pendiente
- Válvulas de corte

Es recomendable usar ventosas con dispositivo **“Anti-Slam”**



## UBICACIÓN

**En estaciones de bombeo**

Es muy recomendable instalar una ventosa antes de cada válvula antiretorno para eliminar el aire antes y después de esta.

Reduce el ruido y reduce el riesgo de presiones negativas cuando la válvula antiretorno se cierra

Es recomendable usar ventosa equipadas con “Anti-Slam”



# UBICACIÓN

## Purga de aire a lo largo de la tubería

Asegurando la eliminación de las burbujas de aire disueltas en la tubería que suelen acumularse en los puntos singulares de la tubería, como:

- Cambios de diámetro
- Zonas de cavitación
- Zonas de baja velocidad





# UBICACIÓN

**Protegiendo equipamiento auxiliar**

Las ventosas ayudan a proteger el equipamiento auxiliar a lo largo de la tubería. Además de que en la mayoría de los casos esto constituye un seccionamiento.

# DIMENSIONAMIENTO DE VENTOSAS

## Llenado y vaciado de la tubería:

- Admisión de aire durante el drenaje (recomendado 0.6 m/s).
- Expulsión de aire durante el llenado (recomendado 0,3-0,5 m/s).

## **Cuando la tubería está presurizada:**

- Expulsando el aire acumulado en la tubería en forma de burbujas.
- En condiciones normales hay un 2% de aire disuelto en el agua.

## **Situaciones accidentales:**

Admisión de aire en caso de rotura (porcentaje de rotura definido por el cliente) y para evitar condiciones de vacío durante el golpe de ariete. Será necesario un **estudio adicional de Golpe de ariete**.

Una vez conocido el caudal de aire necesario, es posible seleccionar el tamaño de ventosa correcto. Esta selección se debe hacer basándose en la capacidad hidráulica de la ventosa, por lo que es necesario estar seguro de la capacidad de cada ventosa. El único método válido es probándola en un banco de pruebas y definir su capacidad a diferentes presiones



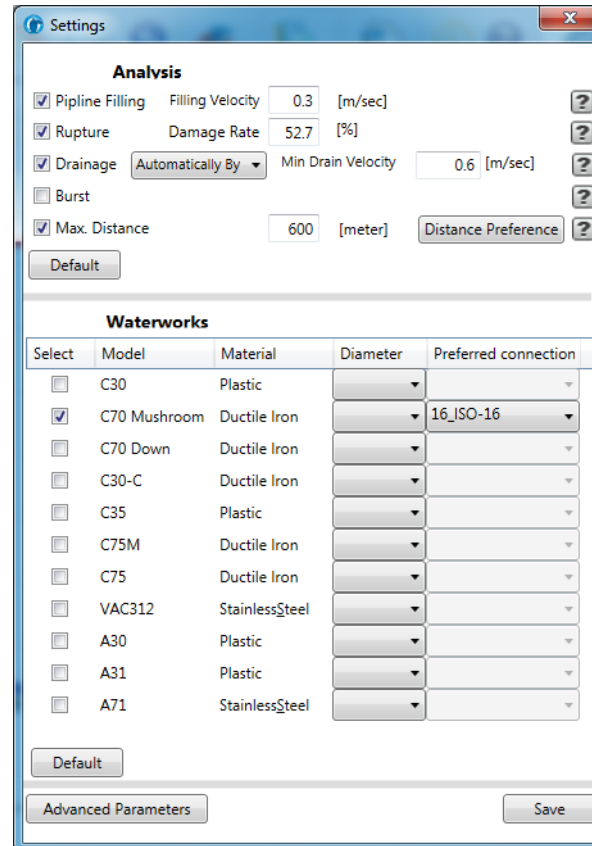
# DIMENSIONAMIENTO DE VENTOSAS -PROGRAMA DE CALCULO







# DIMENSIONAMIENTO DE VENTOSAS -PROGRAMA DE CALCULO

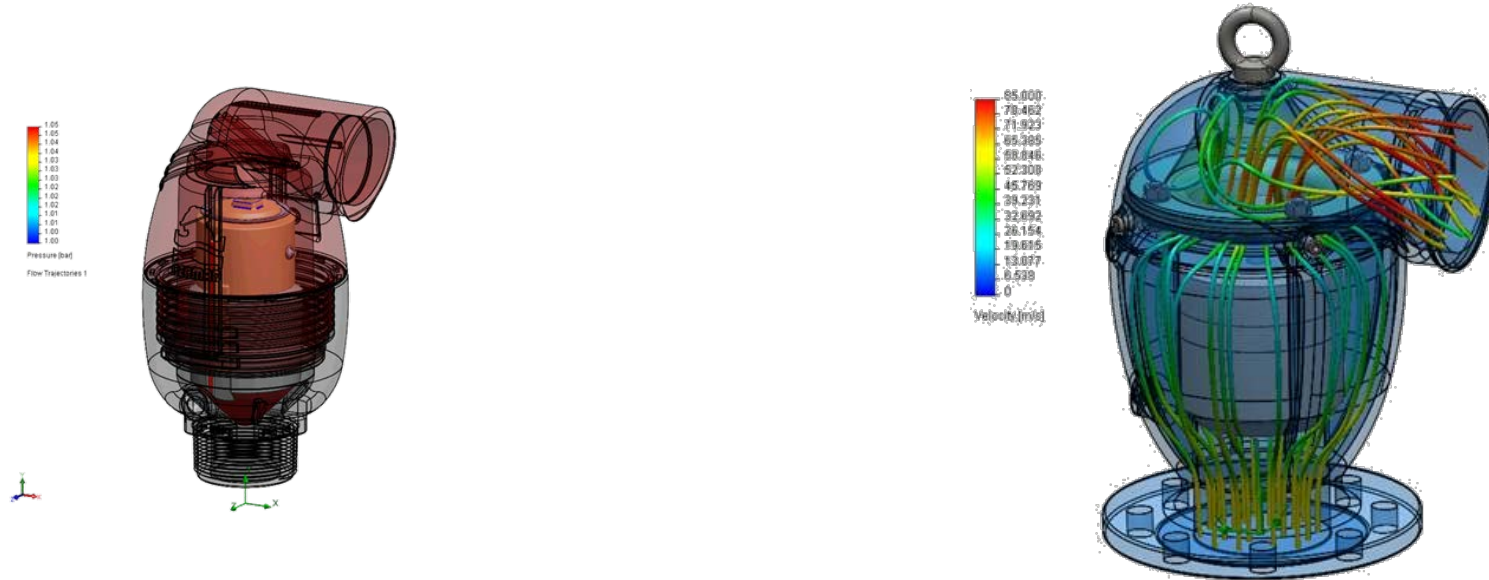




XXXVII Congreso Nacional de Riegos, Don Benito (Badajoz), 2019

# DESARROLLO DE VENTOSAS DE BERMAD

# DESARROLLO



**Toda la gama de productos ha sido desarrollada por Bermad.**

El rendimiento de cada modelo y de cada tamaño a sido simulado antes de comprobar su capacidad en el Banco de pruebas



# MODELO C70

## VENTOSA COMBINADA

BERMAD C70 es una ventosa trifuncional.

Al igual que la ventosa C30, la C70, gracias a un diseño aerodinámicamente avanzado, su doble orificio permite una excelente protección frente a la acumulación de aire, condiciones de vacío, además de cierre a baja presión

La diferencia radica en que el rango de tamaños, capacidades y presiones es mucho mas amplio.

# TEST BENCH |

HERRAMIENTA DE DESARROLLO Y  
COMPROBACIÓN

Capacidad para  
comprobar el rendimiento  
de cualquier ventosa en  
condiciones reales tanto  
en admisión como en  
expulsión.

- De acuerdo a EN-1074 |
- -0.5bar a +0.5bar
- 20.000 m<sup>3</sup>/h
- 0.350 MW
- **Simulación de condiciones reales.**
- Tomar datos sobre la capacidad específica
- **Comprobar que no existe cierre prematuro**
- Herramienta de investigación y desarrollo.





# C70





XXXVII Congreso Nacional de Riegos, Don Benito (Badajoz), 2019

# PROTECCION FRENTE A GOLPE DE ARIETE

# PROTECCIÓN FRENTE A GOLPE DE ARIETE

## Válvula de alivio



En conducciones por gravedad  
Permite añadir una redundancia en la instalación

## Válvula anticipadora de onda



Con ventosas a lo largo de la conducción  
Las ventosas sólo son necesarias si se generan condiciones de vacío

## Calderín antiarriete



Con o sin membrana interior  
Posibilidad de combinarlo con ventosas para optimizar el volumen necesario del calderín



# PROTECCIÓN FRENTE A GOLPE DE ARIETE



# Válvulas de alivio (protección frente a una rápida operación)

**La válvula protege la red si hay un cierre excesivamente rápido de la válvula manual/motorizada**

La válvula abriría en caso de una operación de la válvula de seccionamiento excesivamente rápida.



# Válvulas de alivio (llenado de depósitos)

- **La válvula protege** la red si hay un cierre excesivamente rápido de la válvula de llenado de depósito
- La válvula abriría en caso de la válvula de llenado del depósito cierre excesivamente rápido para proteger la instalación aguas arriba

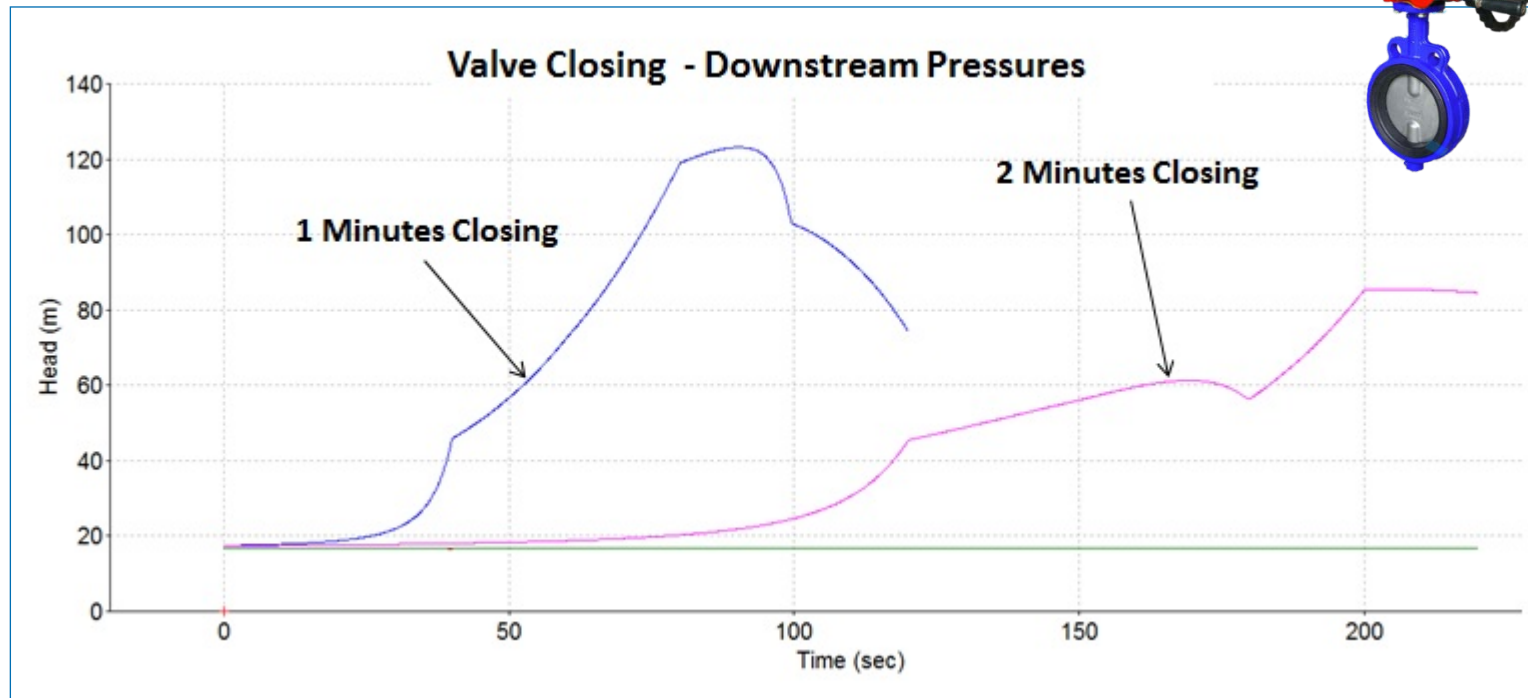


# Válvulas de alivio (recirculación)

- La válvula asegura siempre un caudal de bombeo mínimo
- La válvula alivia la sobrepresión provocada por la descarga excesiva de la bomba en periodos de escasa demanda



# Válvulas de alivio



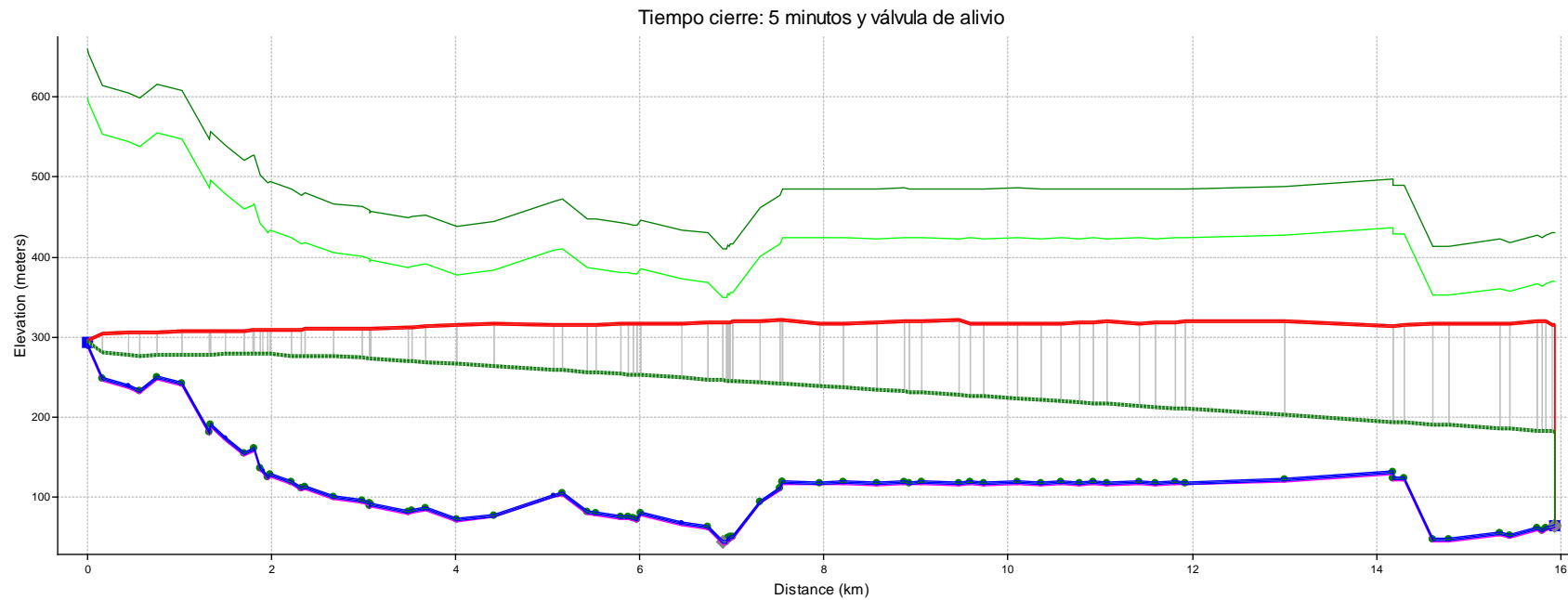
$T_{\text{cierre}}$  de una válvula *mariposa* – **Presión aguas arriba**

# Válvulas de alivio

## Protección de una red frente a un cierre rápido de una válvula de mariposa

Estudio de transitorios generados a lo largo de la conducción

FD DN800 / 117,6 m.c.a. / 5400 m<sup>3</sup>/h



# Válvulas de alivio (variables a considerar)

- Caudal a evacuar
- Velocidades de hasta 15 m/s
- Para una seguridad total, la válvula debe ser capaz de aliviar el caudal máximo que circula por la conducción que se quiere proteger.
- Operación rápida
- Ajuste de la apertura
- Es importante configurar la válvula para que pueda abrir de forma completa en menos de 1s.
- Tiempo de uso
- Sufren desgaste prematuro
- La válvula sufre cavitación extrema mientras está aliviando presión. Se prevé sólo un funcionamiento muy puntual de la válvula.

# Válvulas anticipadoras de onda

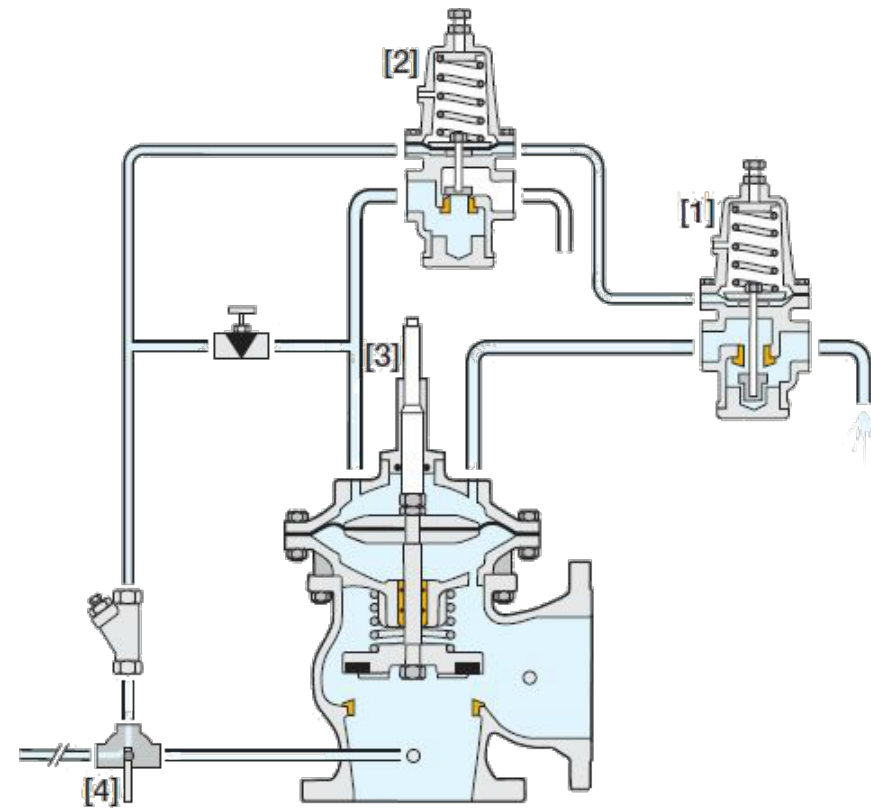
- Permite disipar la onda de alta presión generada durante un golpe de ariete en una impulsión.
- La válvula detecta la caída de presión que se genera después de un fallo eléctrico de la bomba y abre justo antes de la llegada de la onda de alta presión.





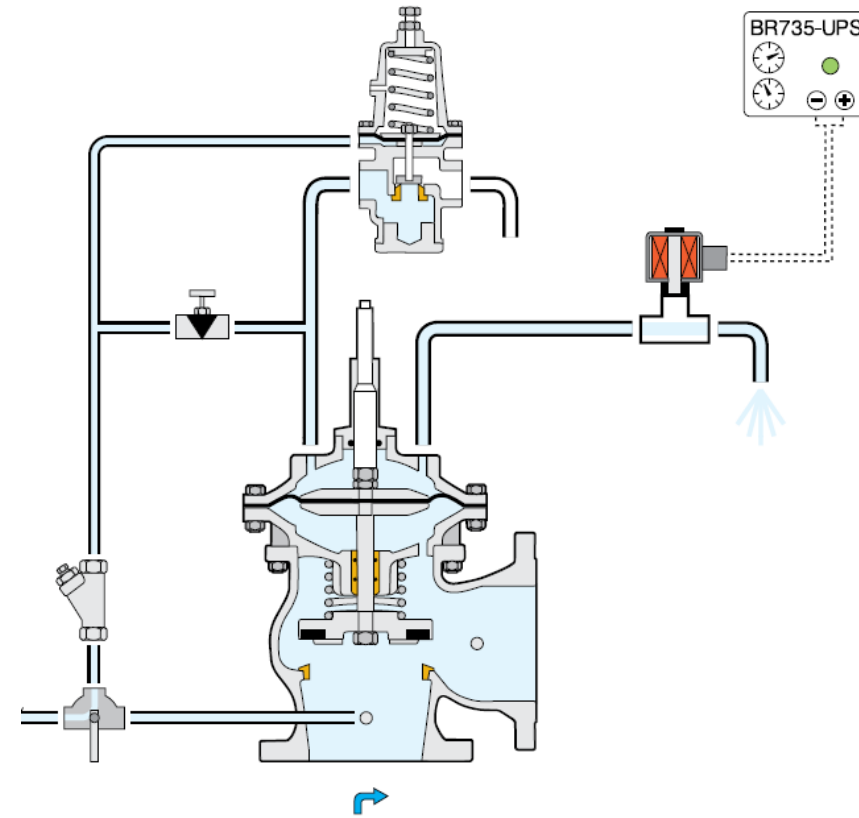
# Válvula anticipadora de onda

- El piloto [1] siente la caída de presión y abre.
- La válvula ya abierta alivia la onda de retorno minimizando el aumento de presión en la tubería.
- En caso de insuficiente alivio por parte del piloto [2] tarado a una presión superior se abre para aliviar este exceso de presión.
- El objetivo es estabilizar la presión de la línea lo antes posible.
- El cierre mecánico [3] permite ajustar la apertura a la capacidad necesaria



# Válvula anticipadora de onda

- Existen condiciones en las que no es suficiente con la presión de la red para cerrar la válvula; presiones inferiores a 2 BAR
- En estos casos se puede optar por un solenoide actuado por un controlador que cierre la válvula



# Válvulas anticipadoras de onda | tipos

Válvula anticipadora de onda **hidráulica**



Válvula anticipadora de onda **con solenoide**



# Instalaciones tipo con anticipadoras de onda



# Instalaciones tipo con anticipadoras de onda



# Instalaciones tipo con anticipadoras de onda



# Instalaciones tipo con anticipadoras de onda

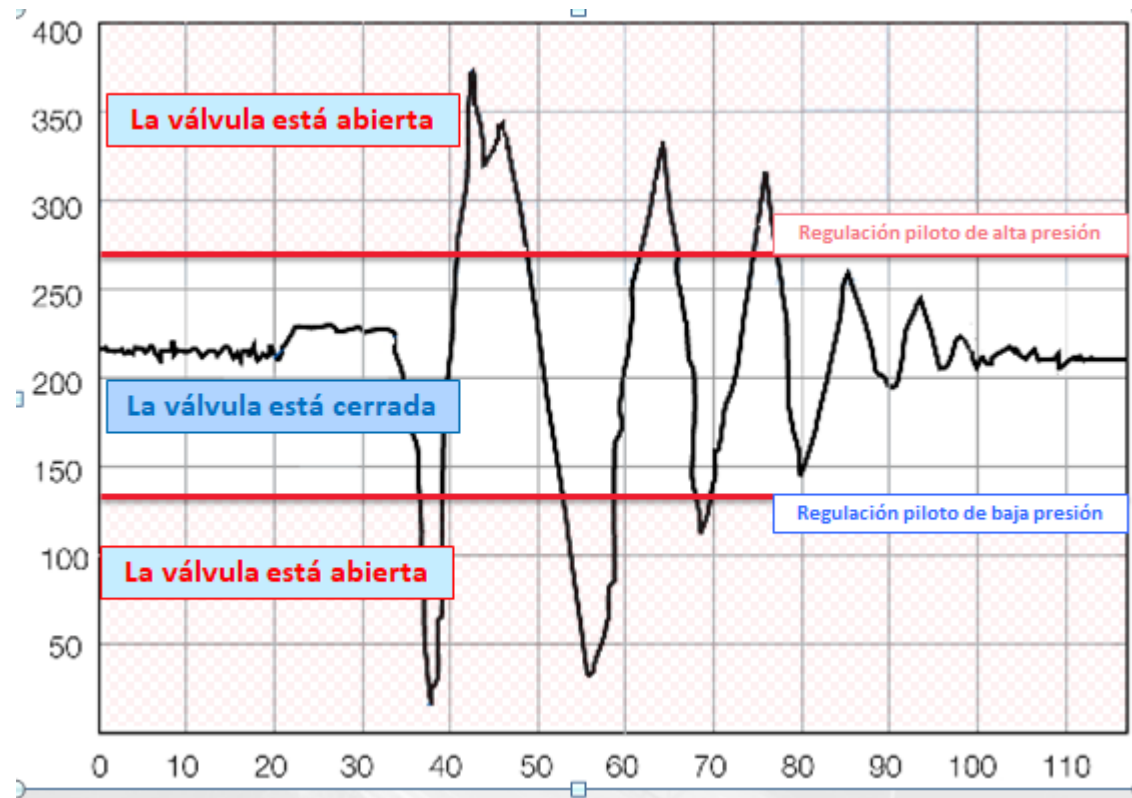


# Instalaciones tipo con anticipadoras de onda

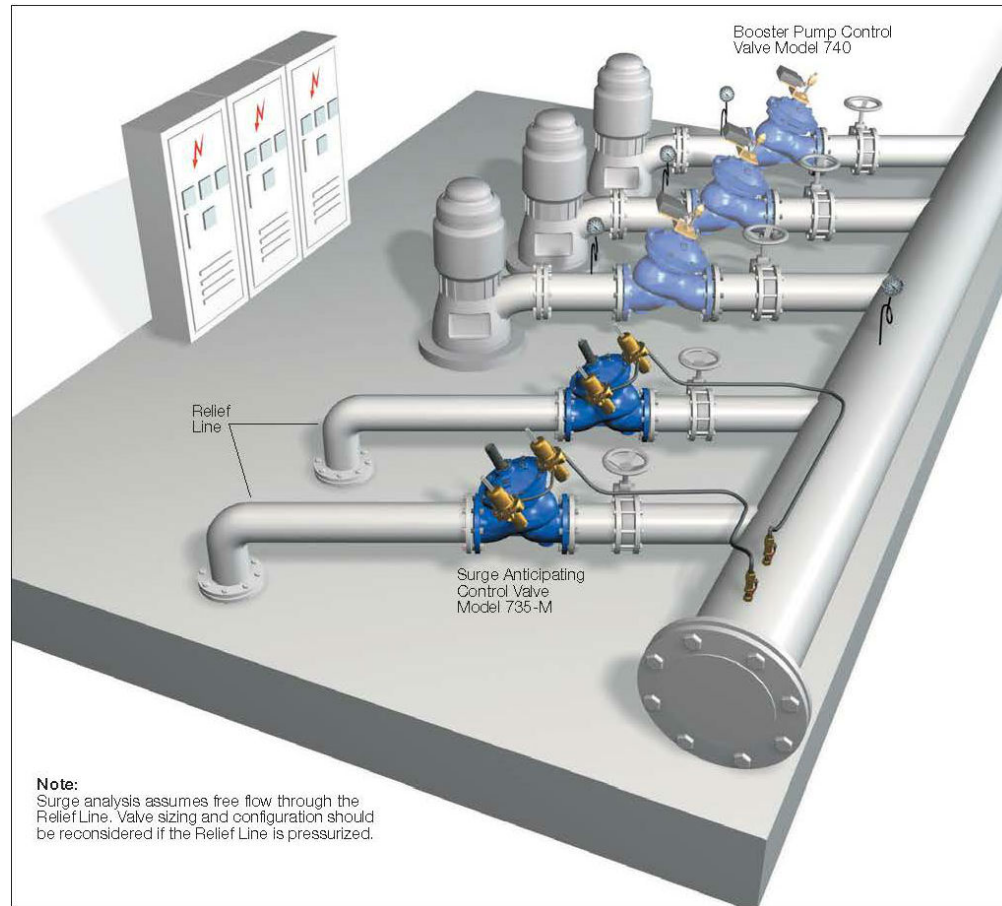




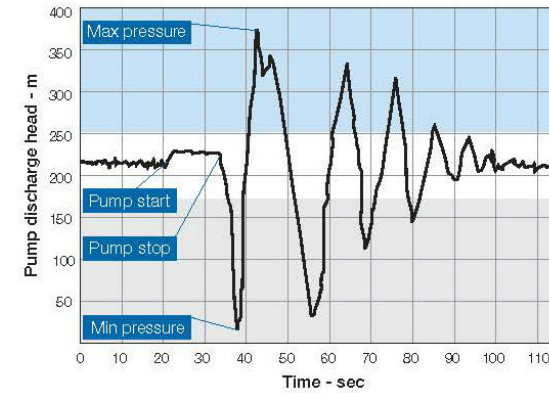
# Resultados de funcionamiento



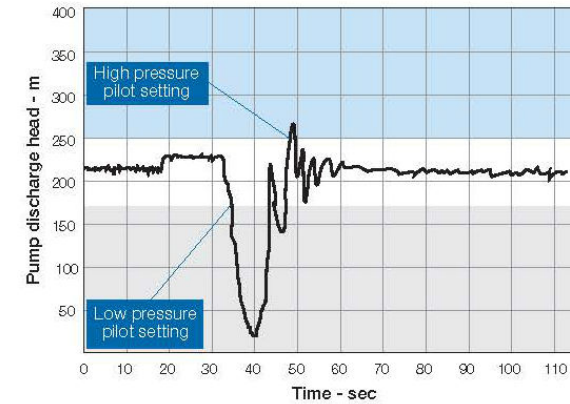
# Resultados de funcionamiento



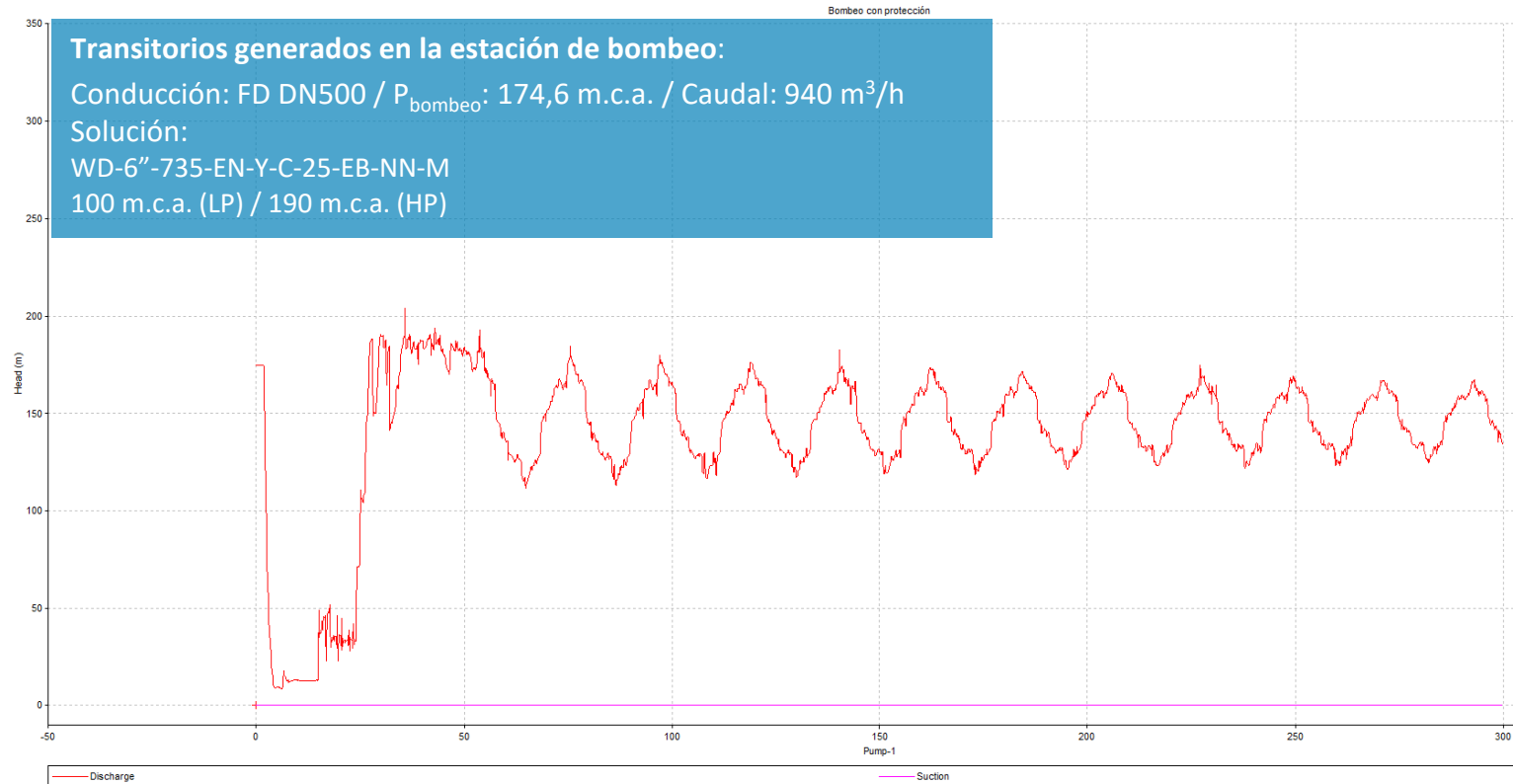
Surge at Pump Station Without Protection



Pressure at Pump Station Protected by Model 735-M



# Resultados de funcionamiento



# Funcionamiento y dimensionado

## 1. Funcionamiento

La válvula habitualmente está completamente cerrada. Cuando la presión aguas arriba supera el valor de calibración, la válvula abre de inmediato para aliviar el exceso de presión. En cuanto la presión disminuye, la válvula cierra de nuevo de forma progresiva

## 2. Dimensionado

La válvula siempre es bastante más pequeña que la conducción donde se monta, debe ser capaz de aliviar el caudal circulante cuando está totalmente abierta



# Variables a considerar

## **Estudio transitorios**

### **Definir el caudal a aliviar**

Es imprescindible llevar a cabo un estudio de transitorios pormenorizado para determinar la protección adecuada

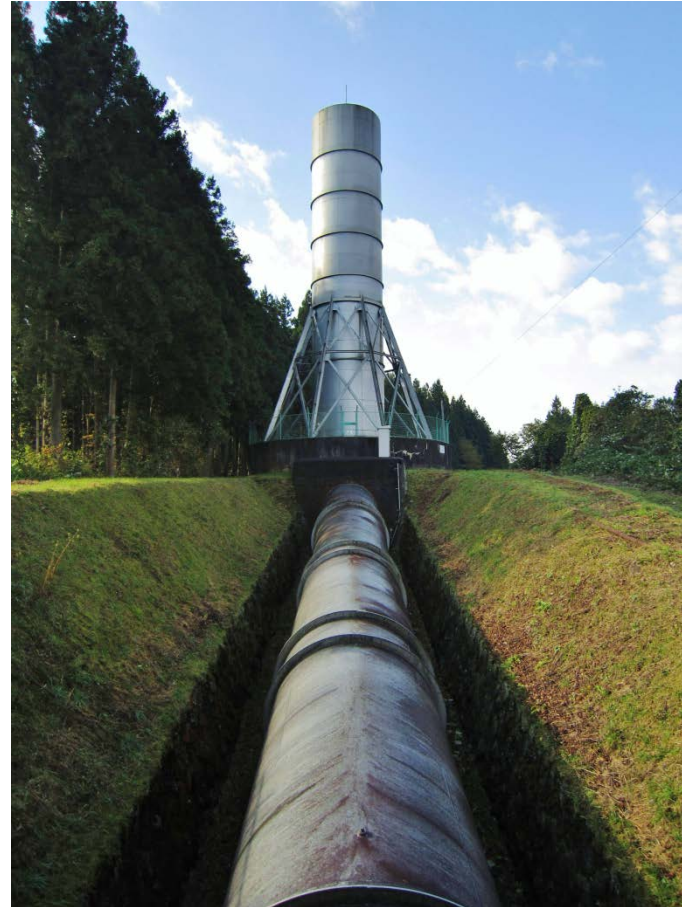
### **Posición**

### **Nivel de contrapresión**

Definir exactamente la disponibilidad de ubicación de la anticipadora, así como la presión a la salida

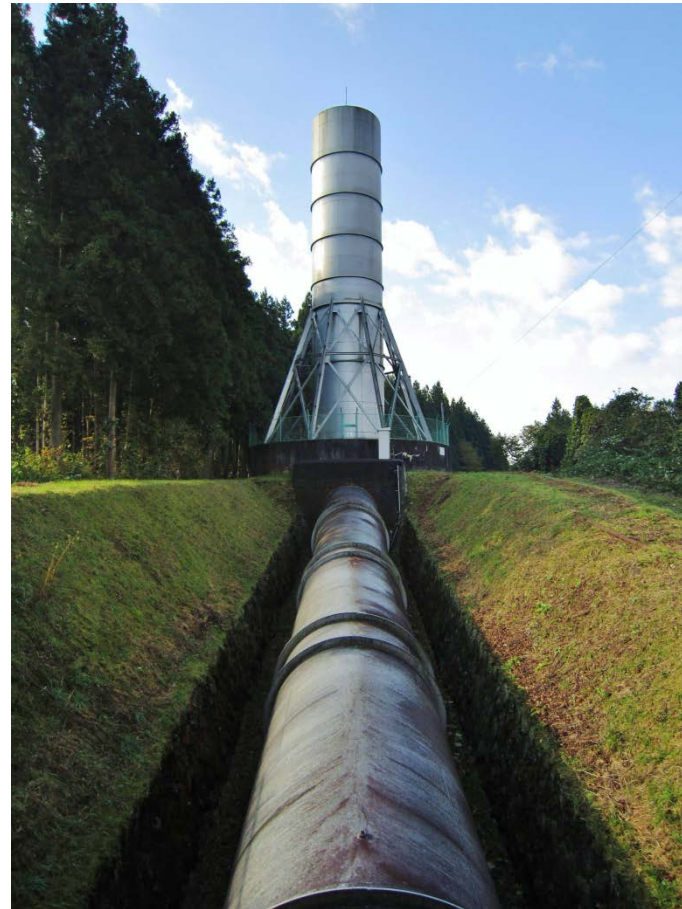
# Calderin anti-ariete

- Un calderín anti-ariete proporciona una protección óptima a cualquier instalación de agua frente a sobrepresiones y a depresiones.
- En el interior del tanque siempre hay un cierto volumen de aire que se va comprimiendo y expandiendo para amortiguar los transitorios de la red.
- Básicamente existen dos tecnologías distintas:
  - Calderín con membrana interior
  - Calderín con compresor acoplado (sin membrana)



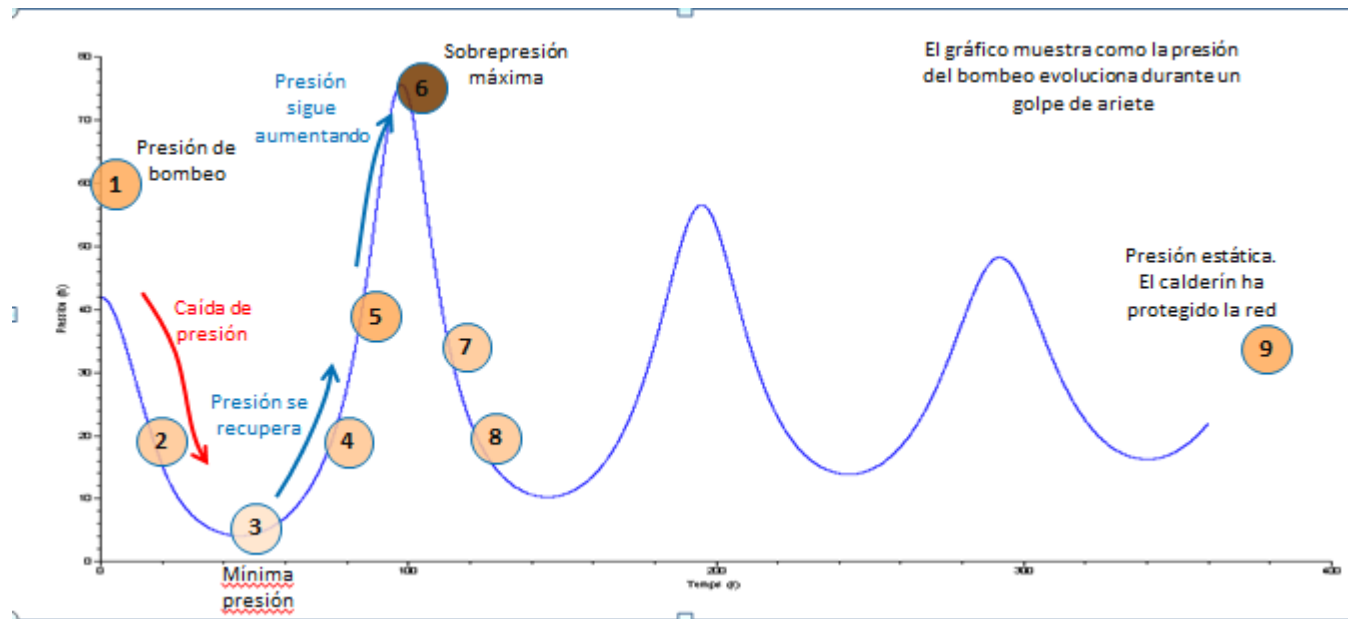
# Calderin anti-ariete

- Un calderín anti-ariete tiene un volumen de agua y un volumen de aire en su interior.
- El principio de funcionamiento está basado en el hecho que el aire es compresible.
- Esto permite al tanque absorber energía del sistema cuando el aire se comprime y también suministrar agua al sistema cuando el aire se expande.
- El calderín protege la red en caso de golpe de ariete o durante el arranque y la parada de las bombas.



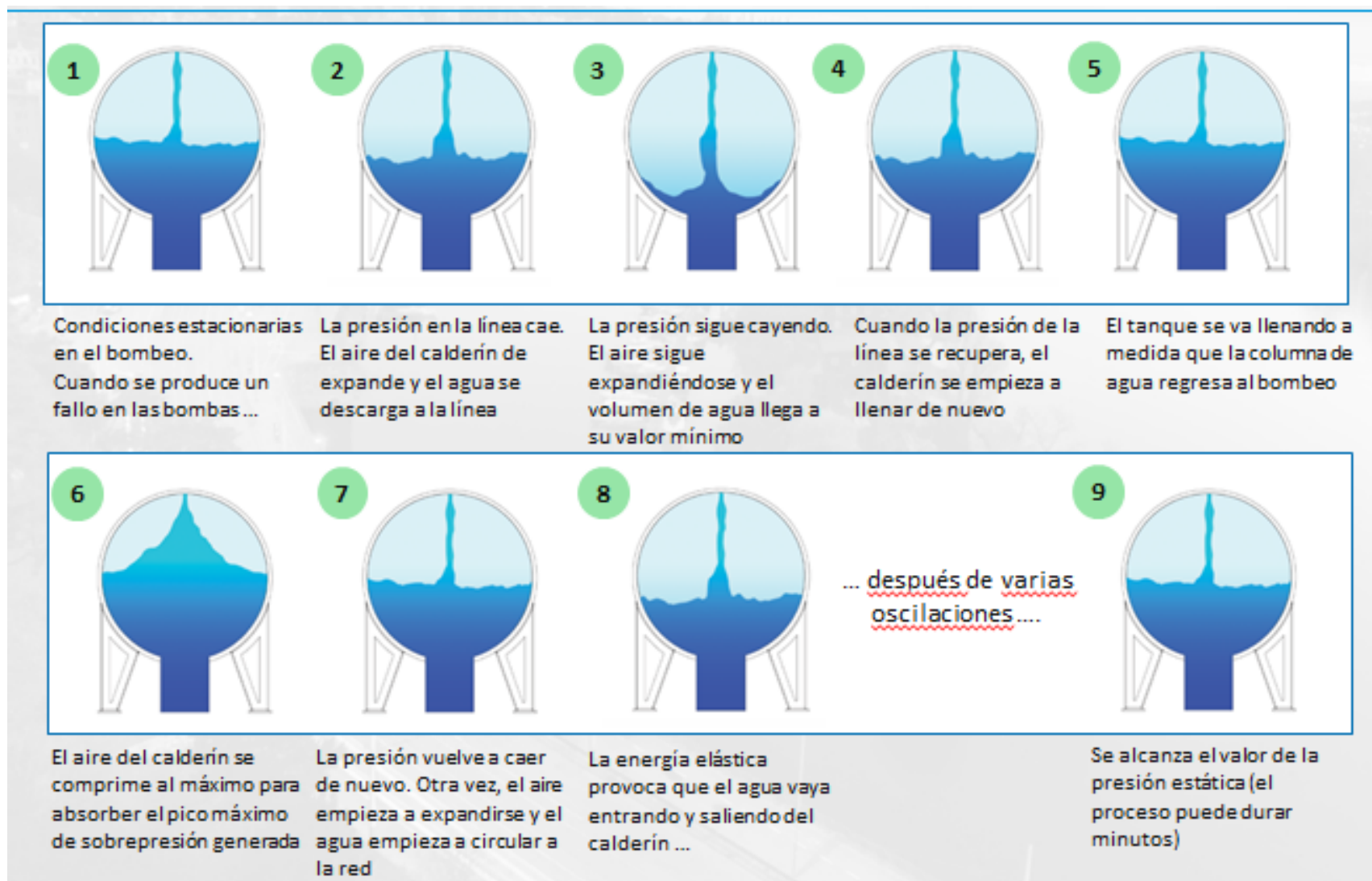
# Calderín anti-ariete. Principio de funcionamiento

- **El calderín aporta energía al sistema al producirse una caída repentina de la presión.** Cuando la presión baja (debido a un fallo en el bombeo), el aire interior se expande y el volumen de agua del calderín se descarga a la conducción principal. Esto evita la formación de presiones negativas en la red.
- **El calderín absorbe energía del sistema durante un aumento repentino de la presión.** Cuando la presión aumenta (debido al retorno de la onda de presión) el agua de la conducción entra de nuevo en el calderín, comprimiendo el volumen de aire. Esta compresión absorbe la energía limitando las sobrepresiones máximas





# Calderín anti-ariete. Principio de funcionamiento



# Calderín anti-ariete. Variables

- 1. Volumen total; Capacidad total del tanque (m3), incluyendo tanto el volumen de agua como de aire.
- 2. Forma; Generalmente, pueden ser verticales u horizontales.
- 3. Precarga; Presión del aire en el interior del tanque antes de la apertura de la válvula de compuerta que aísla el tanque de la línea.
- 4. Conexión; Resistencia de entrada y salida del agua del calderín (inflow/outflow). Este valor tiene en cuenta todos los parámetros que generan pérdida de carga en la conexión.
- 5. Elevación; Diferencial de cota entre la conexión del calderín y la generatriz de la impulsión.
- 6. Ubicación; No hay limitación de dónde instalar el tanque. Lo más habitual es hacerlo en el colector principal de la estación de bombeo.



# Calderín anti-ariete. Variables

- 1. Volumen total; Capacidad total del tanque (m3), incluyendo tanto el volumen de agua como de aire.
- 2. Forma; Generalmente, pueden ser verticales u horizontales.
- 3. Precarga; Presión del aire en el interior del tanque antes de la apertura de la válvula de compuerta que aísla el tanque de la línea.
- 4. Conexión; Resistencia de entrada y salida del agua del calderín (inflow/outflow). Este valor tiene en cuenta todos los parámetros que generan pérdida de carga en la conexión.
- 5. Elevación; Diferencial de cota entre la conexión del calderín y la generatriz de la impulsión.
- 6. Ubicación; No hay limitación de dónde instalar el tanque. Lo más habitual es hacerlo en el colector principal de la estación de bombeo.



# Calderín anti-ariete. Membrana o compresor

## Ventajas membrana

- No se necesita compresor
- La membrana interior crea una separación física entre el aire y el líquido de la red, lo que evita la disolución del aire en el agua.
- No se inyecta aire a la red
- Los tanques con compresor aumentan la cantidad de aire que circula por la red. Ello puede generar problemas adicionales.
- Líquido en el interior de la membrana
- No hay contacto directo entre el agua y las paredes internas del calderín. Eso evita la corrosión y la erosión de las paredes metálicas.
- No hay consumo eléctrico
- Al no necesitar compresor para suministrar aire comprimido al tanque, tampoco se genera ningún tipo de consumo.
- Facilidad de mantenimiento
- La puesta en marcha y el mantenimiento preventivo es sencillo.
- Coste global de la solución contenido
- Necesitamos comparar la solución con el calderín tradicional, el coste del compresor y su consumo y mantenimiento



# Calderín anti-ariete. Membrana o compresor

## Desventajas membrana

- Precio de adquisición inicial
- El coste del calderín con membrana es algo superior al coste del calderín sin membrana.
- Solución menos conocida
- La solución de calderín con membrana es algo menos conocido que el calderín con compresor, puesto que es una tecnología más nueva.
- Tipo de agua
- La presencia de elementos extraños circulando por la red puede llegar, en algunos casos, a dañar la membrana.
- Mover membranas grandes
- Para los calderines de muy gran volumen, la membrana tiene un peso elevado, lo que puede dificultar su montaje y sustitución.
- Riesgo de absorción
- Los calderines con membrana deben llevar reja anti-extrusión. De esta forma, se evita que un mal diseño pueda hacer que la membrana termine dentro de la impulsión.





XXXVII Congreso Nacional de Riegos, Don Benito (Badajoz), 2019

GRACIAS!

