



# Tanque anti golpe de ariete A.V.A.S.T.





Fundada en 1987 y dedicada originalmente a la comercialización de tubos y válvulas para Sistemas de Aguas, CSA pasó a fabricar hidrantes de columna, y a ampliar posteriormente el programa de fabricación que gracias a los años de investigación técnica y comercial, se ha convertido en un completo programa de válvulas para el control, regulación y protección de tuberías tanto en sistemas presurizados de Aguas como en Aguas Residuales así como hidrantes anti-incendio.

Nuestras patentes y soluciones innovadoras, así como la flexibilidad y fiabilidad han sido los puntos clave del rápido crecimiento de CSA en los últimos años y nos ha hecho posible colocarnos como un punto de referencia en el sector.

Somos conscientes de estar manejando el recurso más valioso del planeta y con esta responsabilidad y motivación, nos hemos dedicado a la constante mejora de nuestros productos, colocándolos en el más alto nivel de calidad.

## Calidad

En el Mercado actual la calidad es un requerimiento fundamental para acceder y mantener una cuota del mismo. Por este motivo, siempre hemos desarrollado una sinergia entre varios sectores de la empresa que nos aseguren:

- Respuestas rápidas y precisas
- Evaluación de los datos recibidos para una respuesta inmediata
- Control riguroso de los materiales recibidos y los productos suministrados

Desde 1998 CSA dispone de certificación ISO 9001 por RINA (Registro Naval Italiano) recientemente reconvertida en ISO 9001/2008.





Durante la investigación y realización de nuevos productos, CSA siempre ha prestado especial atención a:

- Escuchar las necesidades de los clientes y buscar la mejor solución tanto al diseño como a las fases de operación.

- Guiar a nuestro departamento de I+D en el desarrollo de productos modernos, versátiles y fiables.

- Adoptar técnicas de producción que, manteniendo los más estrictos estándares de calidad, nos permitan la reducción de los plazos de entrega.

- Garantizar un soporte de calidad completo a nuestros clientes así como un servicio postventa.

Esta filosofía se caracteriza no por ser solo un fabricante especializado sino también un colaborador fiable en el cual confiar su consultoría y soluciones.

El ciclo de producción, dirigido a una constante mejora de nuestros productos y una total satisfacción del cliente asegura unos márgenes predeterminados de tolerancia mediante el establecimiento de estándares de producción, que aseguran que los productos semi-terminados lleguen al siguiente paso de producción de acuerdo a las especificaciones requeridas.

Todas las válvulas se fabrican en Fundición Dúctil GJS 500-7 en total cumplimiento con las Normas Europeas y son adecuados para diseño PN 25-40 bar.

El proceso de fabricación se lleva a cabo exclusivamente por medio de tornos de control numérico, fresadoras y máquinas de mecanizado horizontal.

Los controles siguientes están basados en procedimientos escritos muy precisos.

El pintado, con un tratamiento superficial por granallado SA 2.5, se lleva a cabo por tecnología de lecho fluido de EPOXI, lo que garantiza la mayor protección superficial. Todos los productos son probados hidráulicamente y certificados.

## Tanque antigolpe de ariete A.V.A.S.T.

El innovador tanque función antigolpe de ariete A.V.A.S.T ha sido diseñado para prevenir los devastadores efectos del golpe de ariete, más concretamente, las repentinas derivaciones de presión provocadas por el paro de bombas en sistemas de abastecimiento de aguas limpias y residuales. El dispositivo, totalmente automático, garantiza una solución fiable gracias a la ausencia de compresores de aire, electricidad, paneles de control, cargadores etc. A.V.A.S.T es la solución ideal para evitar daños fatales en sistemas hidráulicos como consecuencia de las sobrepresiones y depresiones descontroladas.



### Características técnicas y ventajas

- Diseñado tanto para agua tratada como para aguas residuales.
- Disponible en tamaños de 300 a 25000 litros, para PN6/10/16 bar.
- Tecnología innovadora, patentada, que no requiere membranas ni compresores.
- Mantenimiento reducido y volúmenes contenidos, respecto a calderines y sistemas con membranas y pre-cargas.
- Dispositivo anti golpe de ariete, para controlar la expulsión de aire a la atmósfera y asegurar, al mismo tiempo, la entrada de grandes volúmenes de aire en condiciones de baja presión.
- Producido en diferentes materiales; soldadura conforme a las normas EN y ASME.
- CSA provee programas de cálculo para el dimensionamiento y asistencia técnica para el análisis de transitorios hidráulicos.

### Aplicaciones principales

- Para proteger los grupos de presión de las sobrepresiones causadas por parada accidental de las bombas. Se utiliza en:
  - Tuberías de alimentación principales.
  - Conducciones de aguas residuales en presión.
  - Riego.

## Golpe de ariete

El término “golpe de ariete”, que sugiere la idea de ruido y repentinas variaciones de presión, es usado comúnmente como sinónimo de transitorio hidráulico, a veces causa de devastadores efectos en el sistema.

Las redes de aguas potables y residuales son de vital importancia en el mundo moderno: su protección debería ser, en consecuencia, una prioridad. Gracias a simulaciones numéricas es posible verificar el comportamiento de las tuberías en presencia de fenómenos transitorios y evaluar los potenciales daños. Las causas principales de los fenómenos transitorios son:

- variaciones bruscas de caudal,
- arranque de las bombas,
- parada de las bombas,
- cierre y apertura rápida de las válvulas de corte,
- llenado rápido de la tubería o circuitos contra-incendios,
- apertura y cierre de hidrantes,
- obras de lavado y drenaje de las tuberías,
- vaciado de los depósitos.

El golpe de ariete puede ser descrito también como una propagación de energía, análoga, por ejemplo, a la transmisión del sonido. En un movimiento ondulatorio, la energía está asociada a la deformación elástica del medio.

La velocidad de las ondas sonoras en los líquidos puede ser expresada por la fórmula:  $a = \sqrt{\frac{\frac{K}{\rho}}{1 + K \cdot \frac{D}{E \cdot e}}}$

Donde  $E$  es el módulo de elasticidad;

$D$  es el diámetro del tubo;

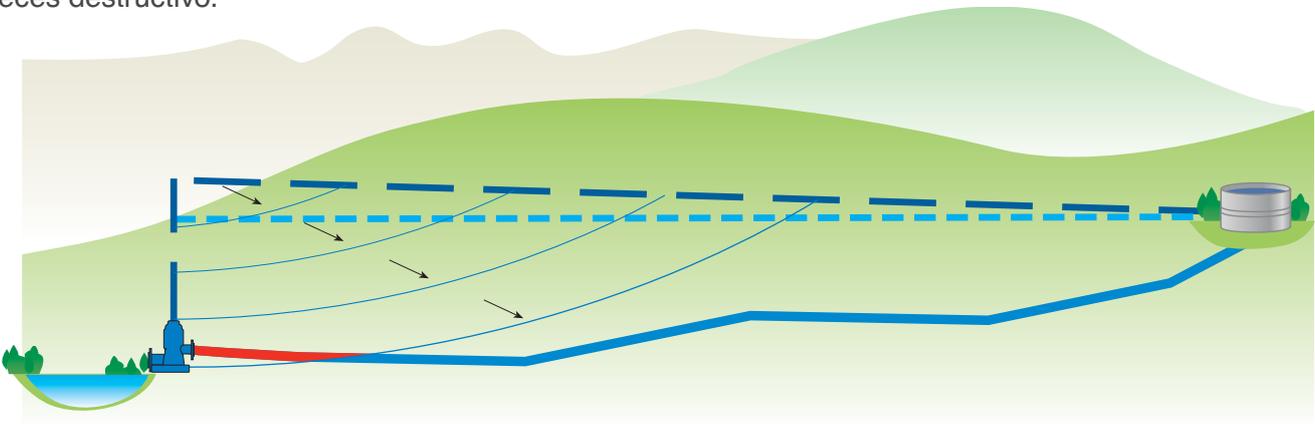
$e$  es el grosor de la pared;

$K$  es el módulo de masa;

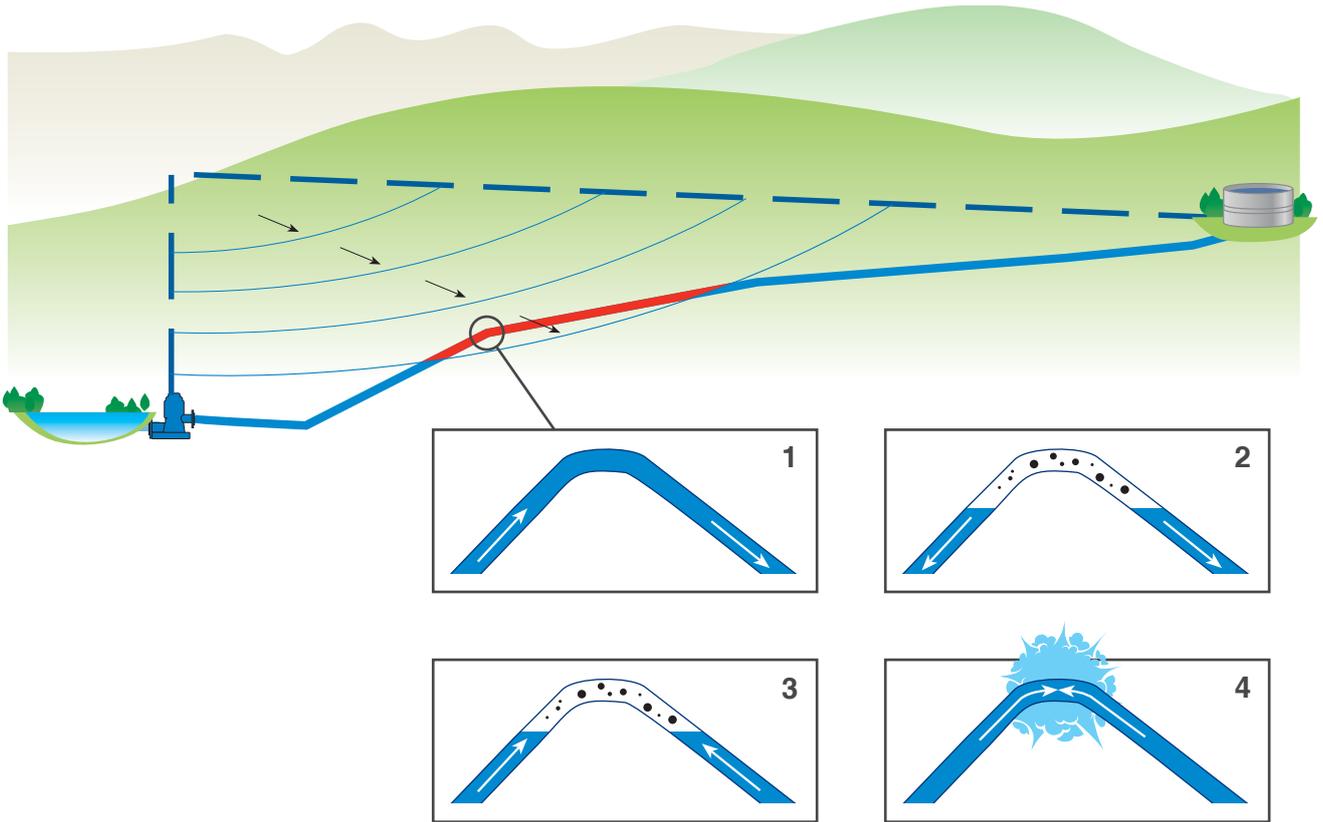
$\rho$  es la densidad del medio líquido.

## Parada de las bombas

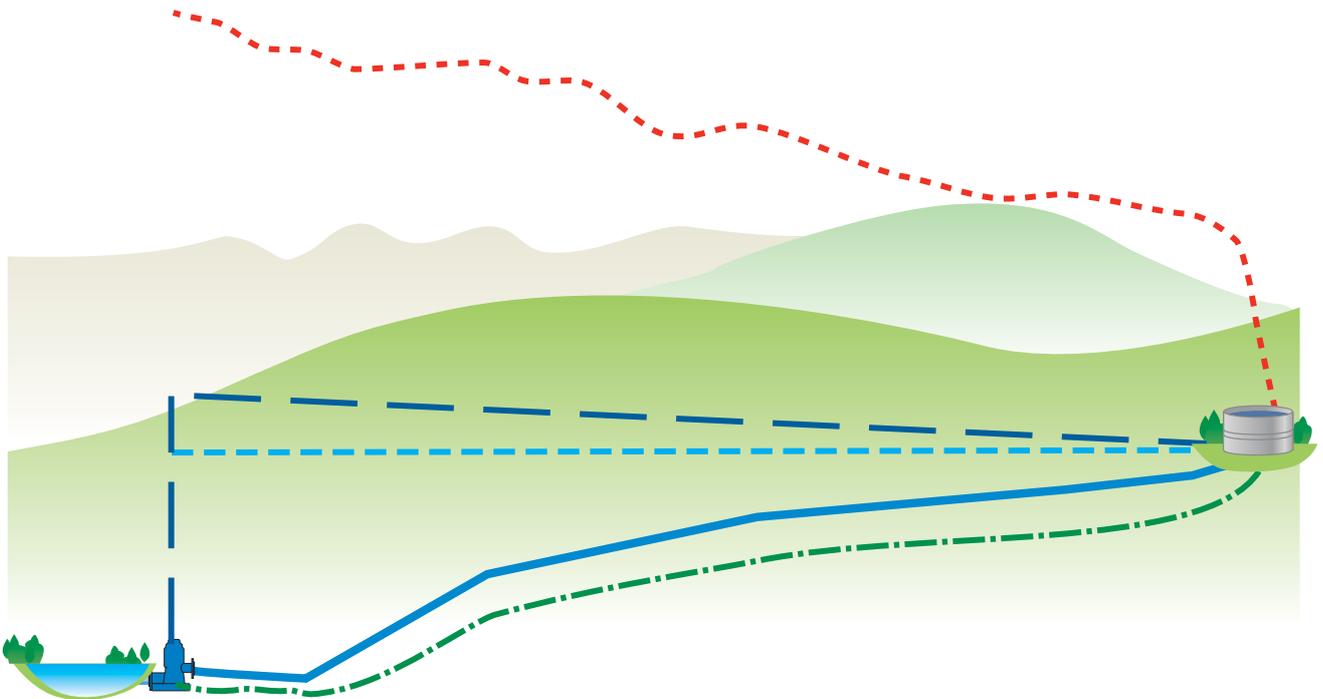
Uno de los eventos más críticos para los sistemas de tuberías de aguas limpias y residuales es la parada de las bombas: el apagado completo de la bomba provoca una desaceleración y, como consecuencia, una depresión que se propaga con una velocidad que depende de las características del líquido y de las tuberías. La presión negativa puede provocar graves daños: la deformación y la rotura de las tuberías, el desplazamiento de las juntas y el ingreso de sustancias contaminantes a través de los puntos de fuga. Además, si la línea piezométrica se coloca por debajo del valor negativo correspondiente a la presión de vapor existe también el riesgo de “separación de columna líquida”, fenómeno debido a la formación y sucesivo colapso de burbujas de vapor que producen fuertes aumentos de presión a alta frecuencia, a veces destructivo.



El esquema describe el perfil de una tubería, con bombas y depósito aguas-abajo. La línea punteada azul oscuro representa la HGL y la línea punteada azul claro la estática. Se observa la onda de presión negativa que se propaga aguas-abajo por efecto del apagado de la bomba; el segmento rojo corresponde al tramo afectado por la depresión durante la fase inicial del evento.



La segunda imagen muestra la propagación de la onda de presión negativa a lo largo de la tubería aguas-abajo. La parte expuesta a una fuerte presión negativa está resaltada en rojo. El cambio de pendiente constituye un punto en el cual se puede verificar la separación de columna líquida, cuando se forman bolsas de vapor y, por lo tanto, colapsan generando golpes de ariete peligrosos, como está ilustrado en los 4 recuadros.



Los efectos del apagado de la bomba se resumen en la representación de la curva envolvente con los valores de presión máximos y mínimos obtenidos en la simulación (representados en rojo y en verde, respectivamente): el sistema alcanza el "vacío absoluto" a lo largo de buena parte del perfil, y un golpe de ariete es provocado por el desprendimiento de vena en correspondencia con el cambio de pendiente.

## ¿Cómo se pueden evitar los fenómenos transitorios?

Para evitar los fenómenos transitorios y daños indeseables en las tuberías es fundamental reducir las variaciones de velocidad del líquido y, cuando éstas sucedan, hacerlas lo más graduales posibles.

Para conseguir este objetivo es necesario:

- operar lentamente durante el cierre de la válvula, sobretodo en el último 20% de la carrera. Las mismas precauciones deben ser observadas en el momento de la apertura, en particular al inicio.
- asegurarse, a través de simulaciones, que no se forme depresión o usar ventosas multifunción anti golpe de ariete, como por ejemplo los modelos CSA RFP o AS.
- introducir aire o agua en la tubería, en los puntos en los que es probable que se verifiquen condiciones de presión negativa.

Una de las mejores soluciones al problema es el depósito anti golpe de ariete con ventosa integrada A.V.A.S.T., ofrecida por CSA; puede funcionar solo o en combinación con otros dispositivos, como ventosas anti golpe de ariete y válvula de alivio de presión.

El depósito está instalado en la derivación o directamente sobre la tubería principal, provisto simplemente por una simple válvula de compuerta para permitir el mantenimiento; no se requieren by-pass, válvulas de retención o reducción. Respecto a otros productos, A.V.A.S.T. no prevé ningún tipo de compresor, membrana, o fuente externa de energía; eso conlleva a un mantenimiento reducido, mayor fiabilidad y, lo que es más importante, un menor volumen a igual protección respecto a calderines con membrana y compresor de aire.



## Funcionamiento - Primera etapa del transitorio debido a la parada de las bombas

En el caso de parada de las bombas, A.V.A.S.T. previene que se produzcan depresiones, introduciendo en la tubería el líquido contenido en su interior, gracias a la fuerza debida a la compresión del aire acumulado en la parte alta del depósito alrededor del tubo central.



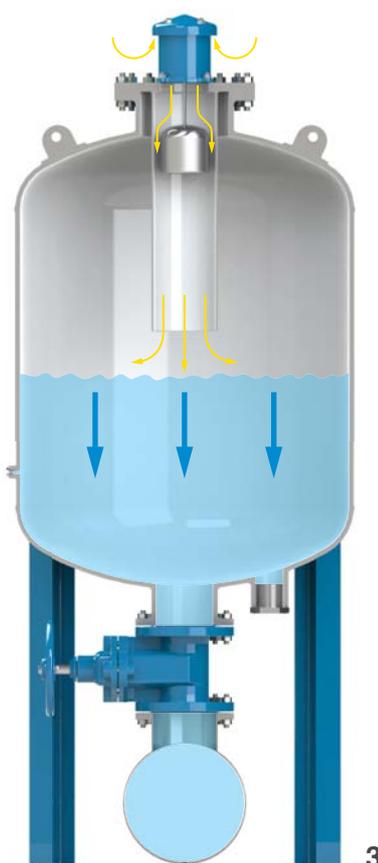
### Primera etapa 1

Al momento del apagado de las bombas, A.V.A.S.T. introduce agua en la tubería, evitando condiciones de presión negativa. El nivel de líquido en el interior baja, en función de la variación de presión.



### Primera etapa 2

Cuando el líquido baja del nivel del tubo central, la ventosa colocada en la parte superior, abre, permitiendo la entrada de aire, limitando de esta manera presiones negativas en el interior de A.V.A.S.T..



### Primera etapa 3

Una vez que el nivel de líquido está por debajo de la entrada del tubo central, el flujo de aire de entrada en el depósito, a través de la ventosa, recarga el volumen que se había expandido anteriormente a continuación de la variación de presión.



### Primera etapa 4

Gracias al principio de funcionamiento innovador de A.V.A.S.T., el nivel del líquido baja hasta el fondo del depósito, o aún más, permitiendo, por lo tanto, utilizar la totalidad del volumen disponible. La funcionalidad del sistema anti golpes de ariete está asegurada en casa etapa.

## Funcionamiento - Segunda etapa del transitorio debido a la parada de las bombas

En la segunda fase del transitorio por parada de la bomba, la columna de líquido retorna hacia la estación de bombeo, el agua entrará en el AVAST expulsando el aire que había entrado anteriormente a velocidad controlada y amortiguada, gracias a la ventosa anti golpe de ariete y al tubo central.



### Segunda etapa 1

En la segunda etapa del transitorio, al volver a entrar agua en el depósito, el aire sale a través la ventosa superior con velocidad controlada gracias a su dispositivo AS, impidiendo, de esta manera, aumentos imprevistos de presión.



### Segunda etapa 2

En consecuencia del aumento de la presión del líquido, el nivel aumenta. Hasta el momento en que éste último se mantiene por debajo del tubo central, el aire se descarga a través de la ventosa en la parte superior.



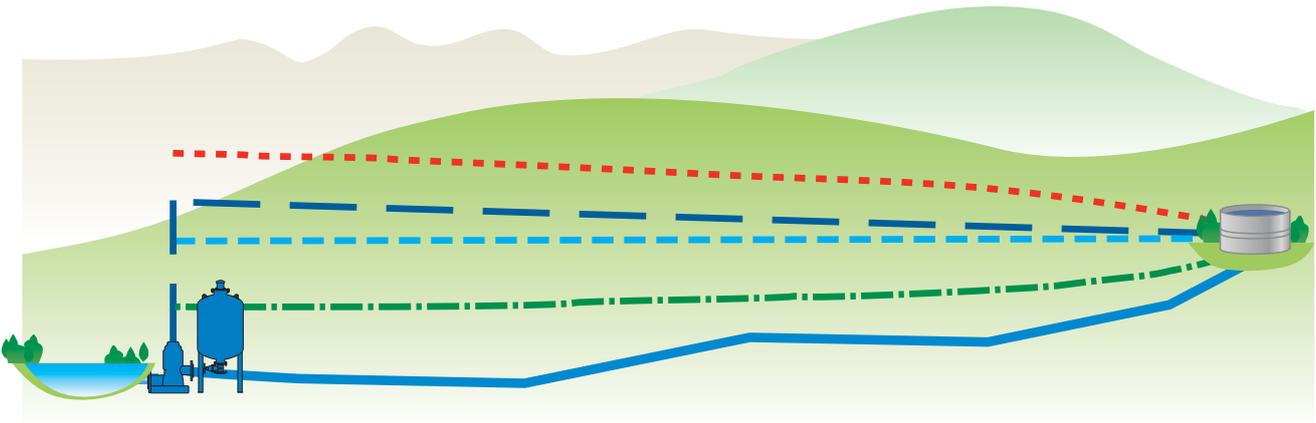
### Segunda etapa 3

Cuando el líquido alcanza en nivel del tubo central, el aire alrededor de éste comienza a comprimirse, mientras el tubo se llena y la descarga a través de la ventosa continúa.

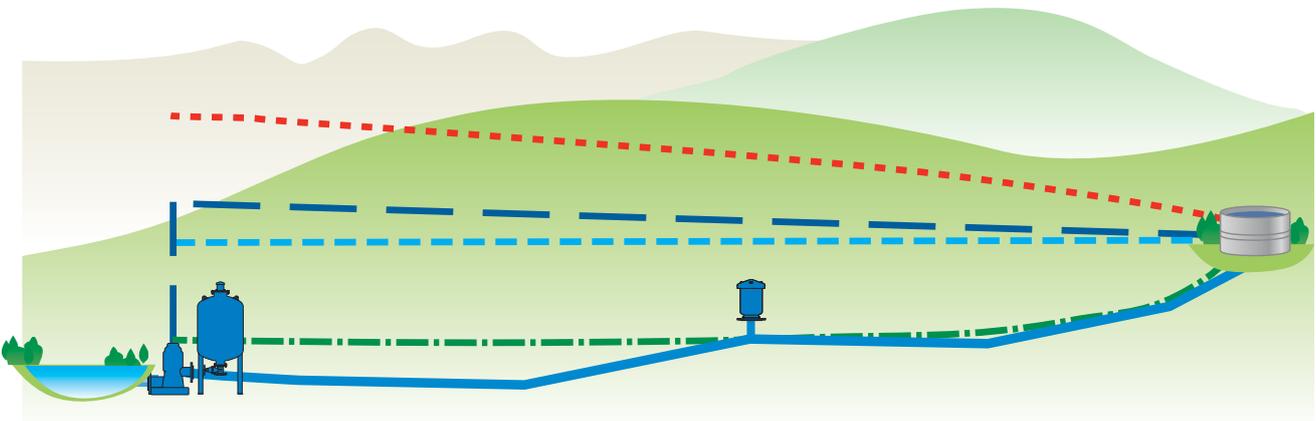


### Segunda etapa 4

Al final de esta fase, una vez estabilizada la presión, el líquido llena el tubo central hasta al flotador que asciende cerrando así la ventosa. El grado de compresión del aire acumulado y, por lo tanto, el nivel de superficie libre, dependen de las condiciones del sistema de la bomba.

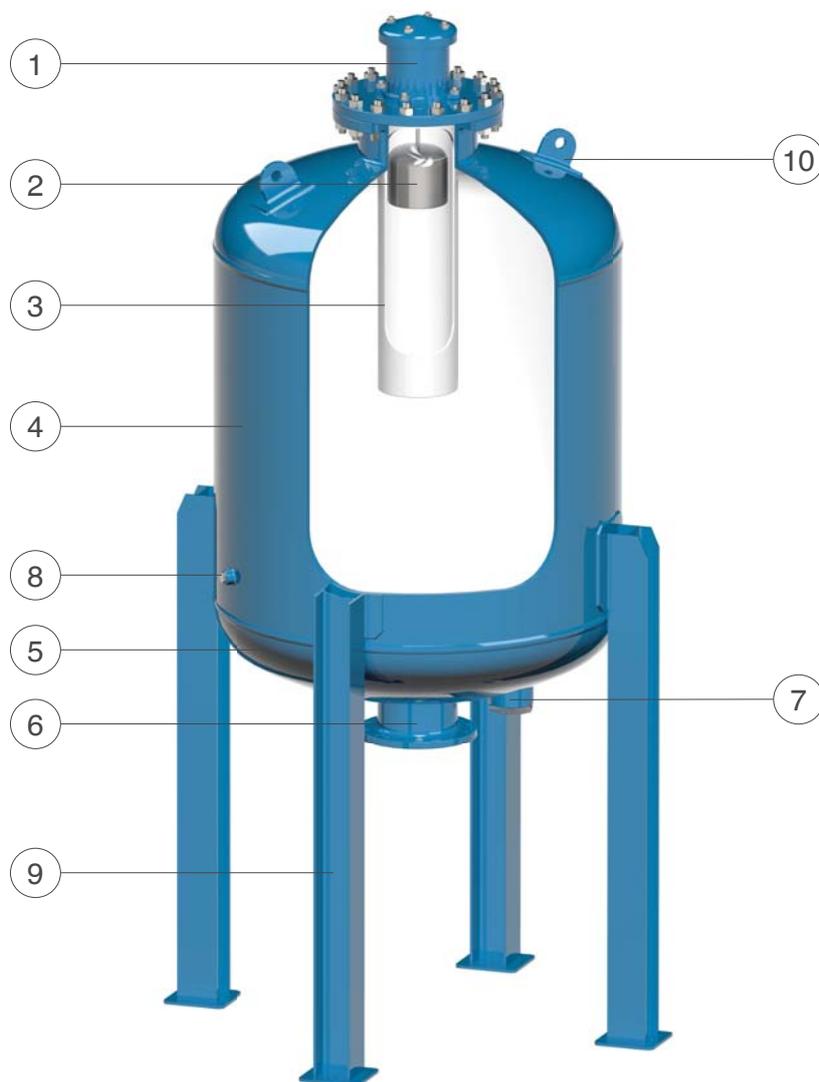


La figura muestra las consecuencias del transitorio, provocado por el apagado de las bombas, sobre una tubería protegida por el depósito A.V.A.S.T.. La curva roja y la verde describen los valores de presión máximos y mínimos obtenidos en la simulación; se observa claramente el efecto de eliminación de las presiones negativas y la reducción del golpe de ariete.



En los casos en los que A.V.A.S.T. sea instalado en combinación con ventosas anti golpe de ariete (CSA serie AS), el efecto de la ventosa permitirá la utilización de un depósito de dimensiones más reducidas, disminuyendo los costes de instalación. En rojo y en verde están representados los valores máximos y mínimos de presión. A.V.A.S.T. puede instalarse junto a la estación de bombeo o a lo largo de la conducción, y calcularse para trabajar en asociación con ventosas o válvulas de alivio de presión como las CSA VRCA si así se requiere.

## Especificaciones técnicas



N.	Componente	Material estándar	Opcional
1	Ventosa antigolpe CSA	fundición dúctil GJS 500-7, acero inox. AISI 316	otras opciones
2	Flotador	acero inoxidable AISI 316	acero inox. AISI 316, otros
3	Tubo central	acero pintado Fe 360	acero inox. AISI 316, otros
4	Carcasa	acero pintado P 355 NH	acero inox. AISI 316, otros
5	Base inferior	acero pintado P 355 NH	acero inox. AISI 316, otros
6	Salida embrizada	acero pintado P 245 GH	acero inox. AISI 316, otros
7	Drenaje	acero pintado P 355 NH	DN 2-3" o bridas DN 50-150
8	Tomas para manómetros	acero pintado P 355 NH	DN 1/2-2"
9	Patatas soporte	acero pintado P 355 NH	acero inox. AISI 316, otros
10	Platos de anclaje	acero pintado P 355 NH	acero inox. AISI 316, otros

La lista de materiales y componentes está sujeta a cambios en función de la aplicación.

### Condiciones de trabajo

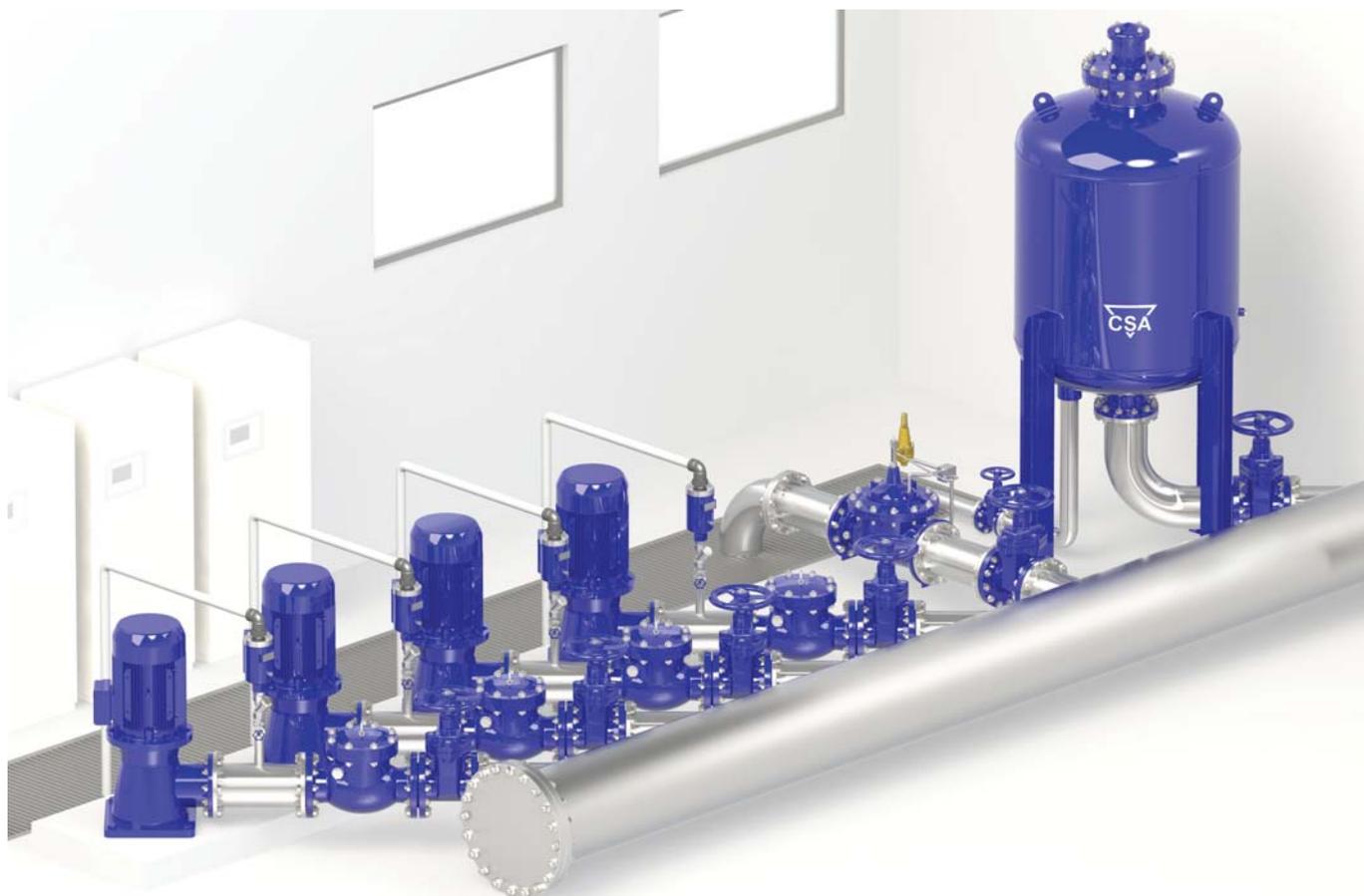
Aguas limpias o residuales hasta 70° C.  
 Presión máxima 16 bar.  
 Presión mínima 0,3 bar en la parte superior.

### Estándar

Cálculo CND según PED y ASME VIII.  
 Soldadura según ASME VIII Div.1, normas EN.  
 Recubrimiento según las exigencias del proyecto.  
 Bridas de acuerdo a EN 1092/2 o ANSI;  
 otras bridas bajo demanda.

## Esquema de montaje para aplicaciones de aguas limpias

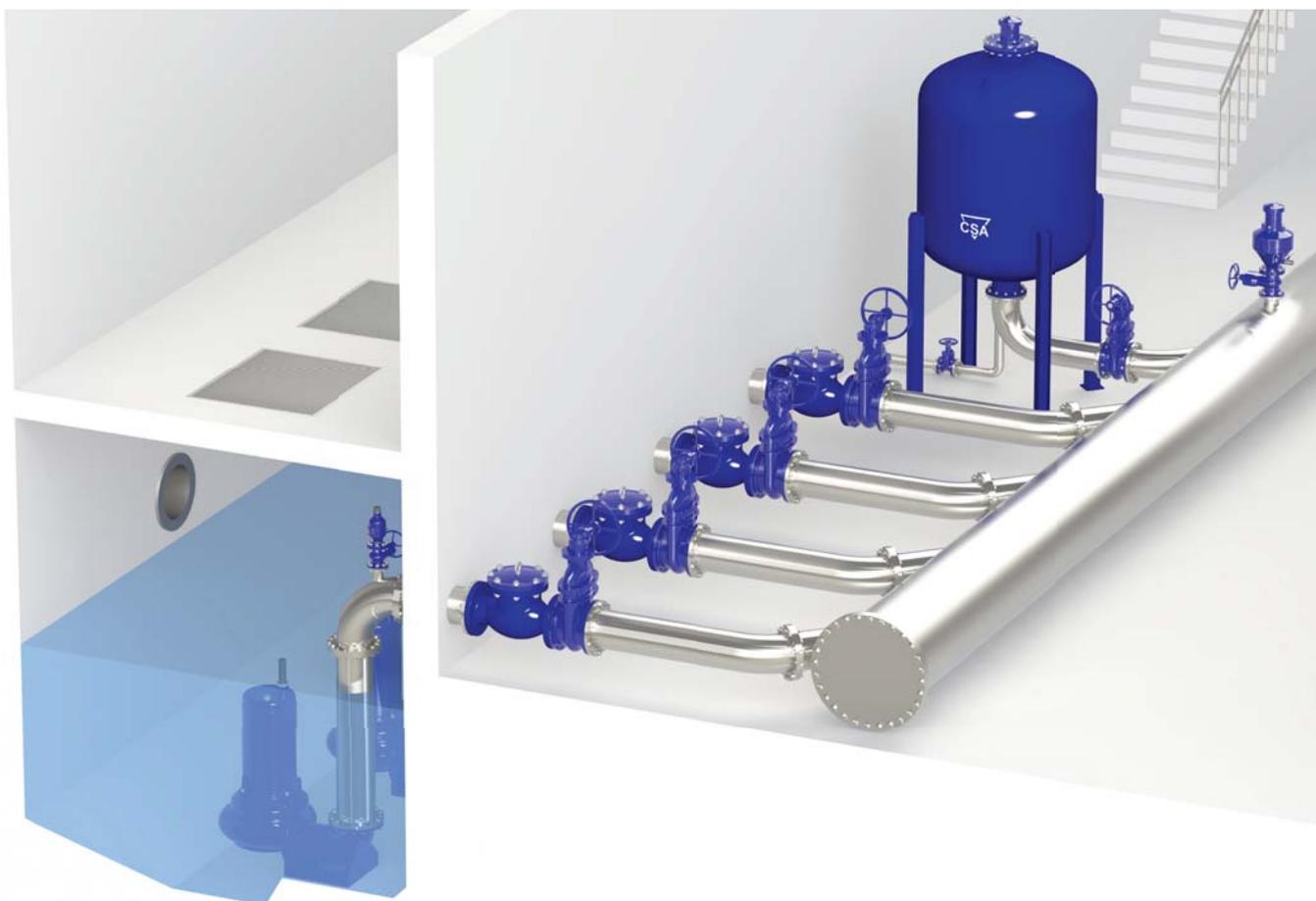
El tanque anti-golpe de ariete es una solución versátil y efectiva para la protección de las estaciones de bombeo ya que compensa la depresión introduciendo agua en el sistema y amortigua la sobrepresión tras la parada de la bomba. La ilustración muestra una estación de bombeo ejemplo con un tanque anti-ariete A.V.A.S.T., sin la necesidad de instalar en el mismo válvulas de retención, by-pases, restricciones ni compresores, que sí son necesarios en otro tipo de calderines. También se ven otros equipos CSA para proteger adecuadamente el sistema. Se deben estudiar las consecuencias del fallo de bomba y las variaciones de presión causadas por el transitorio así como la posible conveniencia de instalar válvulas de alivio junto al A.V.A.S.T..



La ilustración de la izquierda muestra el caso particular de ventosas anti-ariete CSA instaladas en la estación de bombeo, justo aguas-arriba de la válvula de retención. La ventosa es necesaria para evitar la presencia de presión negativa en cualquier situación, asegurando a su vez la evacuación del aire de forma controlada durante el funcionamiento de las bombas. Esto se consigue mediante el dispositivo AS anti-golpe de ariete y es extremadamente importante para evitar los golpes de ariete como los que se generan las ventosas convencionales en los cierres bruscos. La ventosa trifuncional anti-ariete también eliminará las bolsas de aire generadas por las bombas durante las condiciones de funcionamiento y en los ciclos de arranque.

## Esquema de montaje para aplicaciones de aguas residuales

La ilustración de abajo muestra un ejemplo de uso de un tanque anti-ariete CSA A.V.A.S.T., en una estación de bombeo de aguas residuales estándar, sin la necesidad de instalar en el mismo válvulas de retención, by-pases, restricciones ni compresores, que sí son necesarios en otro tipo de calderines. Adicionalmente al A.V.A.S.T. también se ven otros equipos CSA como una ventosa de aguas residuales anti-ariete modelo SCA en la línea principal. La experiencia de CSA en el estudio y análisis del golpe de ariete garantiza la adopción de la solución óptima con el correcto dimensionado y selección de los elementos y equipos necesarios para garantizar una adecuada protección del sistema.



La ilustración de la izquierda muestra la instalación de ventosas de aguas residuales anti-ariete instaladas en la parte alta de la tubería de impulsión justo aguas-arriba de la válvula de retención.

Cuando la bomba está parada, la tubería se llenará de aire, hasta el nivel del agua en el sumidero. La ventosa se necesita para evitar en cualquier situación la aparición de presiones negativas asegurando la evacuación del aire de forma controlada cuando la bomba está funcionando. Esto se consigue gracias al dispositivo CSA antiariete AS y es muy importante para evitar los golpes de ariete producidos por los cierres bruscos de las ventosas convencionales.



### Instalaciones para ensayos dinámicos

Diseñadas para reproducir situaciones reales de funcionamiento en sistemas de distribución de agua modernos, las nuevas instalaciones para ensayos dinámicos de CSA pueden simular el funcionamiento dinámico de válvulas de control automáticas, reductoras de presión de acción directa, ventosas y válvulas anti-ariete.

Equipadas con bombas booster de alta capacidad y gracias a la monitorización con equipos de medición de alta frecuencia, los parámetros hidráulicos y la precisión de las válvulas pueden medirse en tiempo real. Los transitorios hidráulicos como el golpe de ariete, también pueden simularse y registrarse para verificar la eficacia de las válvulas CSA anti-ariete, junto a un sistema de control de nivel.

El PLC y la estación de control permiten operar con válvulas de control paso a paso controladas por solenoides para determinar la sensibilidad en aplicaciones como la gestión de presiones. Gracias a esta importante y potente herramienta, las válvulas pueden personalizarse, simulando y ajustando los requerimientos de proyecto, asegurando así un funcionamiento y precisión perfectos.

### Procedimiento de Pruebas

Todos nuestros productos son sometidos a un riguroso procedimiento de pruebas de acuerdo a Normas EN para asegurar que son mecánicamente resistentes y estancos. Después de las pruebas cada producto es identificado por medio de una placa metálica o adhesivo, registrado y certificado.

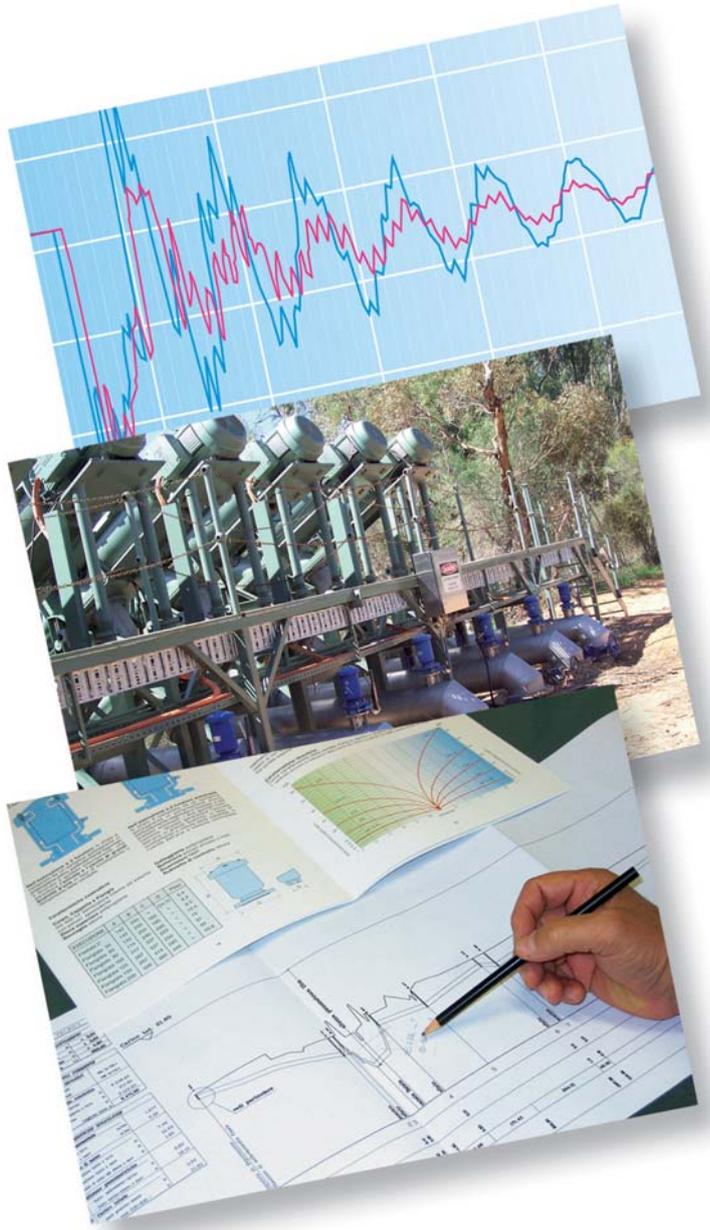


# CSA HYCONSULT

## Análisis de transitorios hidráulicos

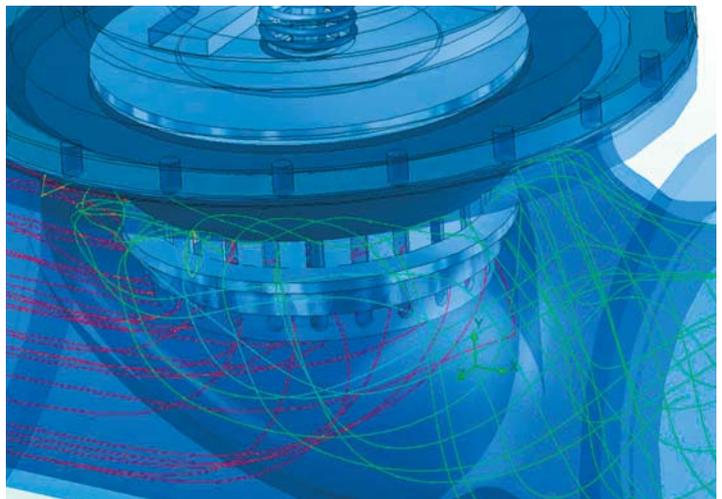
La consultoría CSA HYCONSULT se fundó para proporcionar a las ingenierías y consultoras, relacionadas con los proyectos de los sistemas de distribución y saneamientos de agua, un soporte técnico preciso y de primer nivel. CSA Hyconsult está especializada en modelización hidráulica y análisis de transitorios, usando programas de cálculo por ordenador y algoritmos, modernos y avanzados. Las simulaciones son esenciales para predecir las respuestas del sistema bajo una gran cantidad de condiciones sin la alteración del mismo.

Con la utilización de estos simuladores, se pueden anticipar los problemas ante situaciones existentes o posibles de forma que las soluciones se puedan evaluar de forma que la inversión de tiempo, capital y materiales sea más productiva y eficiente.



## Investigación y Innovación

El Departamento de I+D de CSA trabaja constantemente por la mejora de los productos y busca nuevas soluciones para las necesidades de los clientes. Veinte años de experiencia en el diseño de válvulas, apoyado por avanzadas herramientas de cálculo así como la colaboración con entidades externas a los más altos niveles y el uso de instalaciones de pruebas para la verificación de los resultados teóricos, garantizan nuestra profesionalidad.





COMEVAL VALVE SYSTEMS  
Les Rotes, 15 - 46540 EL PUIG (Valencia)  
Tel. +34 961 479 011 Fax +34 961 472 162  
[www.comeval.es](http://www.comeval.es) - [aguas@comeval.es](mailto:aguas@comeval.es)

