BERMAD EUROPE SL

ESTUDIO DE GOLPE DE ARIETE CONDUCCIONES DE AGUA

SURGE PROTECTION FOR WATER DISTRIBUTION SYSTEMS

Application Engineering Department
09/06/2020

Índice

1. introducción

   1.1. Proceso de análisis del golpe de ariete

2. Datos del sistema

3. Estudio del régimen estacionario

4. Análisis del sistema en régimen estacionario

5. Análisis del sistema (sin protección anti-ariete)

6. Diseño de la protección anti-ariete

7. Análisis del sistema (con protección anti-ariete)

8. Detalle de la solución contemplada

9. Disclaimer

1. Introducción

Objetivo del informe

El objetivo del presente informe es analizar el comportamiento de las impulsiones objeto de estudio en caso de producirse un golpe de ariete, recreando para ello, un fallo eléctrico en el bombeo. En caso de que los envolventes de presión puedan ocasionar daños importantes (sobrepresiones excesivas y/o formación de presiones negativas), se dimensionan medidas de protección anti-golpe de ariete para proteger eficazmente las conducciones analizadas.

Descripción del proyecto

A continuación, se presentan los detalles para la correcta identificación de la conducción analizada:

- Tramos analizados: Impulsión 1801,95 m de DN750
- Tipo de estudio: análisis de golpe de ariete para conducciones de agua.

Características del informe y resultados

El presente informe detalla los resultados del estudio de los transitorios generados en caso de producirse un golpe de ariete a lo largo de una conducción de agua. La modelización de la instalación de ha llevado a cabo con el programa de cálculo KYPipe TranSurge 2016 e incluye una modelización detallada de todos los componentes de la red: estación de bombeo, perfil altimétrico y características técnicas de la conducción y cualquier otro componente instalado (válvulas, depósitos, derivaciones de caudal, etc.).

El primer paso en el proceso de análisis es simular el comportamiento de la instalación sin disponer de ninguna protección. Los daños provocados por un golpe de ariete incluyen el peor escenario posible, esto es, un fallo accidental del suministro eléctrico que origina una parada súbita de todas las bombas. En base a los resultados obtenidos, el segundo paso consiste en seleccionar y dimensionar las soluciones de protección adecuadas para eliminar o mitigar los efectos dañinos de los transitorios generados: válvulas anticipadoras de onda, válvulas de alivio, tanques anti-ariete y ventosas trifuncionales.

El último paso es comprobar el correcto funcionamiento de las medidas de protección recomendadas, simulando para ello, la instalación protegida y comprobando los resultados obtenidos.

2. Data summary

El análisis de los transitorios simulados se ha realizado en base a los parámetros y a los datos técnicos proporcionados por el cliente. Aquellos parámetros necesarios para realizar las simulaciones de los que no se disponga de información real, se ha asumido unos valores promedio, considerando el supuesto más desfavorable si fuese necesario.

Estación de bombeo			
Nº de bombas	uds.	4	*Valor asumido*
Bombas activas	uds.	4	*Valor asumido*
Caudal total (Q_{max})	m^3/h	2275.2	*Valor asumido*
Presión de diseño (TDH)	w.m.c	96	*Valor asumido*
Presión estática de bombeo	w.m.c.	91	*Valor asumido*
Caudal unitario	m^3/h	568.8	*Valor asumido*
Velocidad de las bombas	rpm	1488	*Valor asumido*
inercia	Nm^2	57.83	*Valor calculado*
Rendimiento	%	80	*Valor asumido*
Características de la descarga de las bombas a la tubería principal:			
Tipo de válvula antirretorno	-	Swing	*Valor asumido*
Diametro del colector de impulsión	mm	400	*Valor asumido*
Tiempo de cierre de la antirretorno	seg.	1	*Valor asumido*
Resistencia de la antirretorno	-	0.5	*Valor calculado*
Características de la conducción			
Material	-	Acero	*Dato del cliente*
Diametro interno	mm	750	*Dato del cliente*
Presión máxima admisible	bar	16	*Dato del cliente*
Depresión máxima	bar	0.3	*Dato del cliente*
Coeficiente de rozamiento	-	110	*Dato del cliente*
Celeridad	m/s	1300	*Dato del cliente*
Longitud total	m	6655	*Dato del cliente*
Nodo final			
Tipo de llegada	-	Depósito	*Valor asumido*
Cota del punto final	m	731.59	*Dato del cliente*
Presión en el punto final	w.m.c.	9.16	*Dato del cliente*

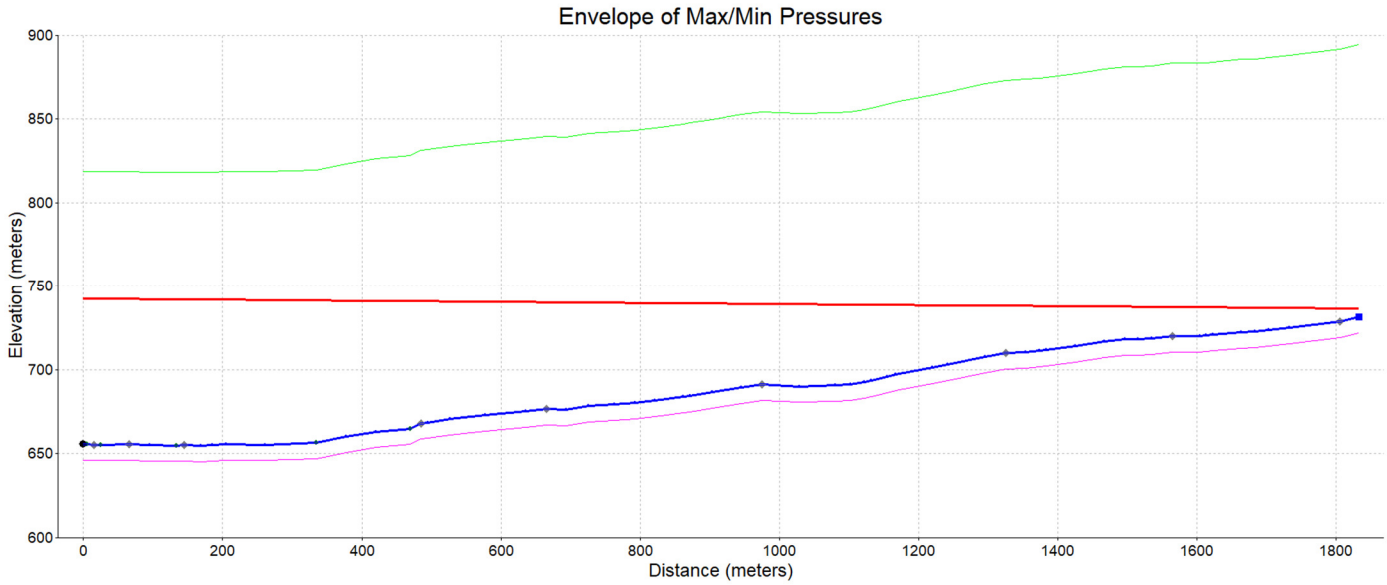
Nota importante: Es importante destacar que las simulaciones presentadas se ajustan a los datos y a las condiciones de funcionamiento recogidos en este informe. Cualquier cambio de estos datos o en las consideraciones de partida, pueden invalidar los resultados del informe, haciendo necesario el reestudio del sistema para comprobar la bondad de la protección recomendada bajo las nuevas condiciones.

3. Análisis del sistema en régimen estacionario

Con el objetivo de verificar el modelo de cálculo que simula la instalación real, se ha analizado en primer lugar su funcionamiento en régimen estacionario.

A partir de los parámetros de cálculo considerados se determinan las condiciones de funcionamiento del sistema en régimen estacionario.

- Presión de bombeo: 96 mca.
- Caudal total impulsado en el bombeo: 2400 m^3/h



Leyenda:

- Linea azul representa el perfil de la conducción
- Linea rojo representa la distribución de la presión en la línea a lo largo de la conducción
- Linea purpura establece el nivel de depresión máxima admisible que se ha considerado para la tubería de la conducción
- Linea verde representa el nivel de presión máxima admisible que se ha considerado para una tubería

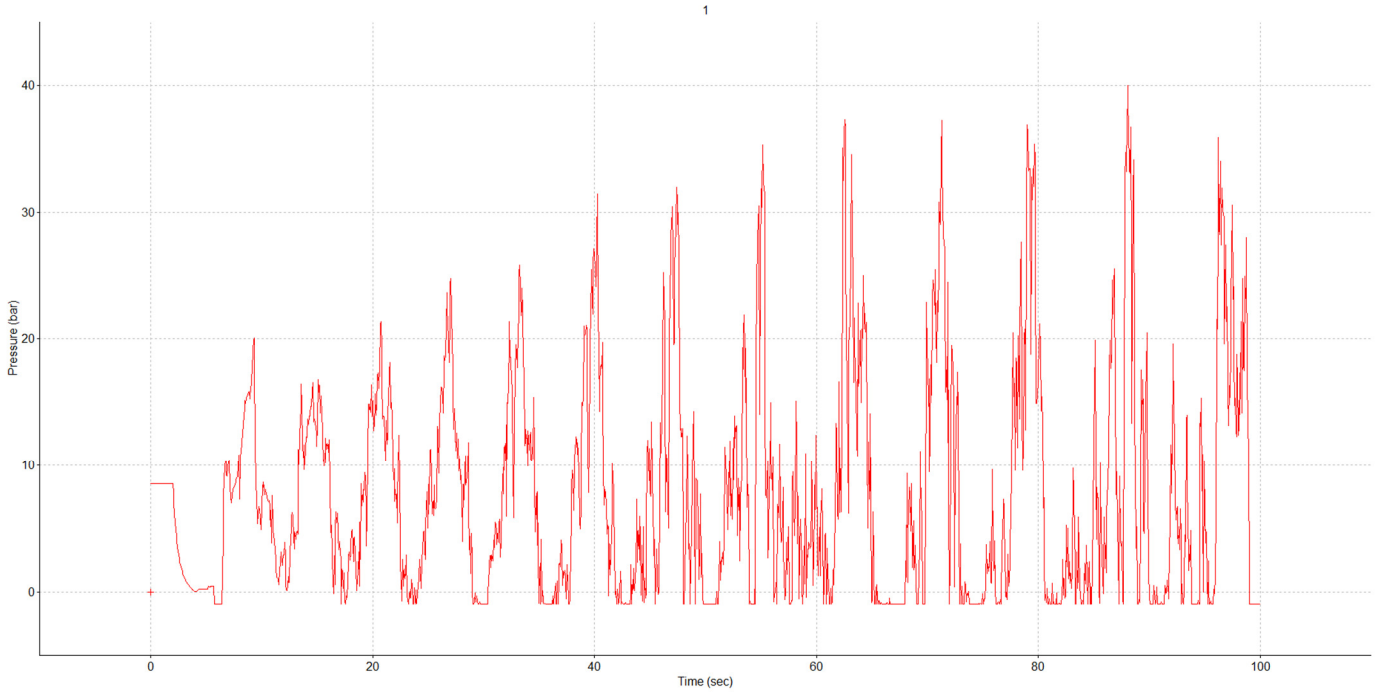
4. Análisis del sistema sin protección

A continuación, se presentan los gráficos de la distribución de presiones generados como consecuencia de la simulación de un golpe de ariete en la instalación.

4.1. Análisis de la estación de bombeo (sin protección anti-ariete)

El primer gráfico, "Análisis de la estación de bombeo", presenta la distribución de presiones que se genera aguas abajo del bombeo.

- Normalmente al producirse el fallo eléctrico y la parada súbita del bombeo la presión desaparece, provocando una caída de presión que tiene su origen en la rotura de la columna de agua que estaba siendo impulsada.
- Poco después, el retorno de la onda de presión que circula a lo largo de la tubería en dirección al bombeo provoca un aumento repentino de la presión en ese punto, presión que impacta en la válvula de retención que protege el bombeo.
- El cambio brusco de la velocidad del agua en la válvula de retención provoca una onda de presión en sentido contrario. Sin elementos disipadores de energía, la onda de presión se reflejará, siendo mitigada de forma progresiva por la resistencia a la compresión del agua y la dilatación de la tubería.

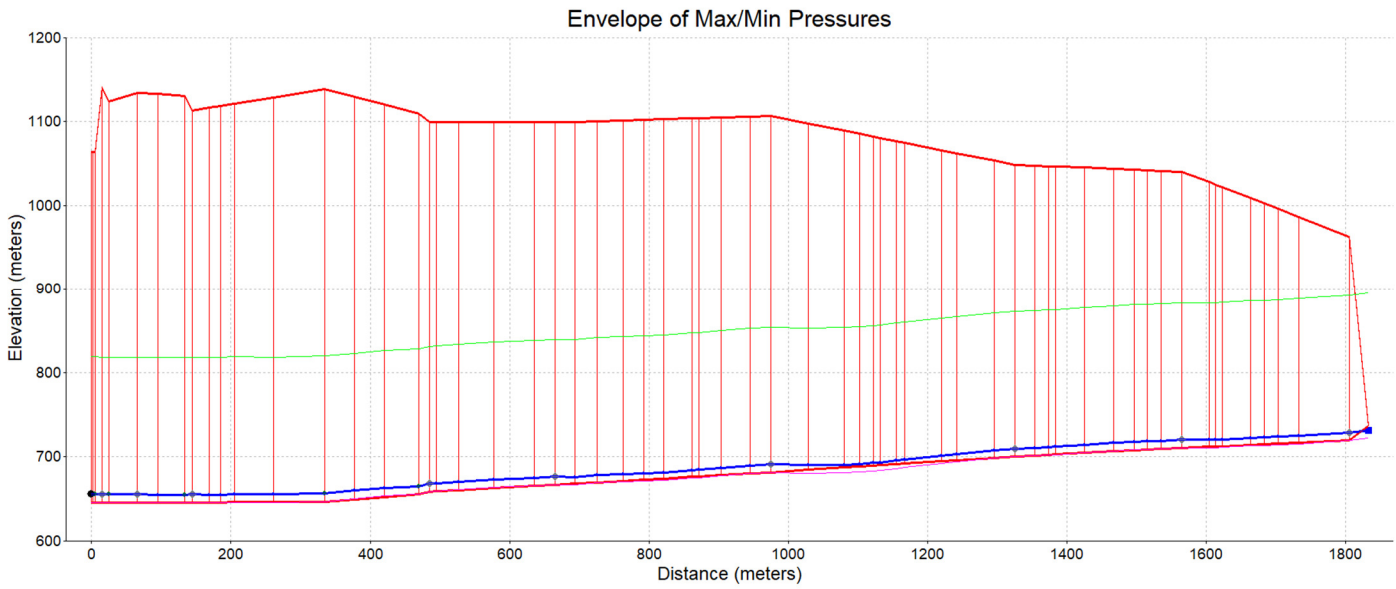


Leyenda:

- Linea roja presenta la distribución de presiones en el colector de salida de las bombas

4.2. Análisis de la longitud de la tubería (sin protección anti-ariete)

El segundo gráfico, "Análisis de la longitud de la tubería", presenta el envolvente de presiones (máx. y mín.) a lo largo de la longitud de la tubería de impulsión. En este gráfico se puede comprobar si el golpe de ariete genera sobrepresiones superiores al timbraje de la conducción o presiones negativas que puedan ocasionar su colapso.



Leyenda:

- Linea azul representa el perfil de la conducción
- Linea rojo representa la distribución de la presión en la línea a lo largo de la conducción
- Linea purpura establece el nivel de depresión máxima admisible que se ha considerado para la tubería de la conducción
- Linea verde representa el nivel de presión máxima admisible que se ha considerado para una tubería

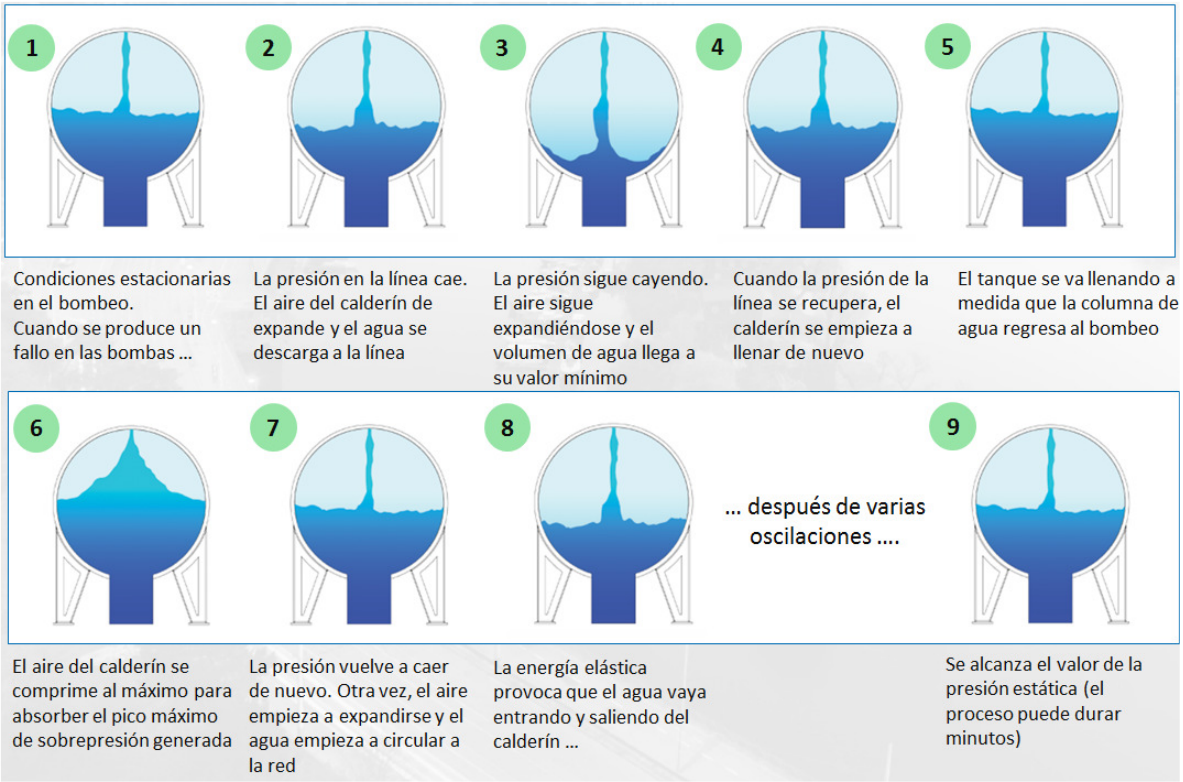
Conclusión del análisis del sistema (sin protección anti-ariete): *se comprueba que los transitorios provocan sobrepresiones y depresiones importantes que pueden ser perjudiciales para la tubería de impulsión. En consecuencia, es recomendable proteger la longitud de la conducción con medidas anti-ariete adecuadas.*

5. Diseño de la protección frente a golpe de ariete

Como se ha justificado en el apartado anterior, se recomienda la instalación de medidas de protección anti-ariete diseñadas para limitar las presiones máximas y las presiones negativas generadas si se produjese una parada repentina del bombeo. El objetivo es asegurar que el envolvente de presiones máximas generadas durante un episodio de golpe de ariete, son inferiores a los valores de resistencia máxima admisible para la tubería.

Después de analizar distintas soluciones de protección disponibles (válvulas anticipadoras de onda, válvulas de alivio, tanques anti-ariete y ventosas de aire), se ha analizado el comportamiento del sistema considerando la siguiente opción:

Calderín antiariete



Nota importante: El dimensionado de los elementos de protección (válvulas anticipadoras de onda y ventosas de aire) responde de forma exclusiva a las características técnicas y a las capacidades hidráulicas de los equipos fabricados por Bermad. En consecuencia, la validez de la protección presentada en este estudio sólo puede ser garantizada mediante la instalación de dichos equipos (apartado 8, “Resumen de la solución de protección contemplada”).

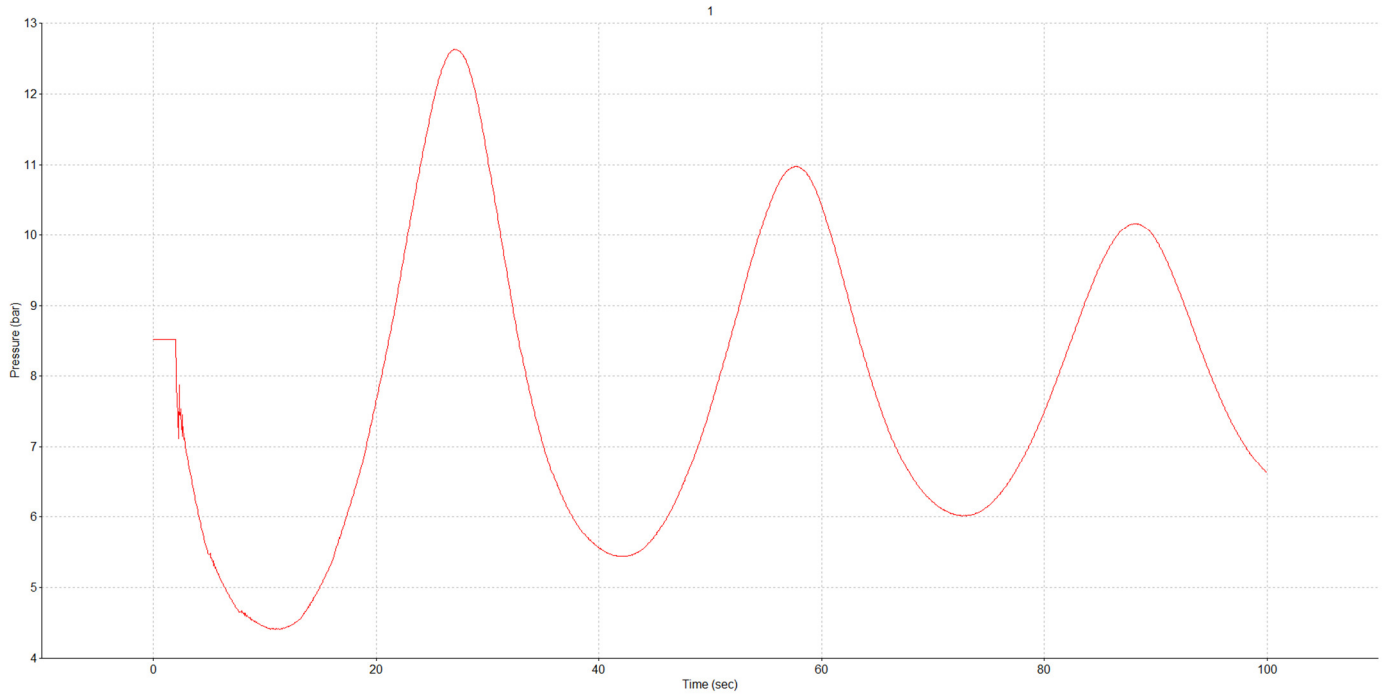
6. Análisis del sistema (con protección anti-ariete)

Una vez instaladas las medidas de protección diseñadas (apartado “5.- Diseño de la protección anti-ariete), el envolvente de presiones presenta una distribución completamente distinta al obtenido para el sistema sin protección.

A continuación, se presentan los nuevos gráficos de la distribución de presiones generadas en la simulación del golpe de ariete, tanto las presiones en el bombeo “Análisis de la estación de bombeo”, como a lo largo de la conducción “Análisis de la longitud de la tubería”.

6.1. Análisis de la estación de bombeo (con protección anti-ariete)

La simulación de una parada repentina de las bombas como consecuencia de un fallo eléctrico se produce a partir del segundo nº2 (fig. 7.1). Comparando el sistema sin protección, el calderin limita la sobrepresión máxima en el bombeo por encima de los 130 mca.

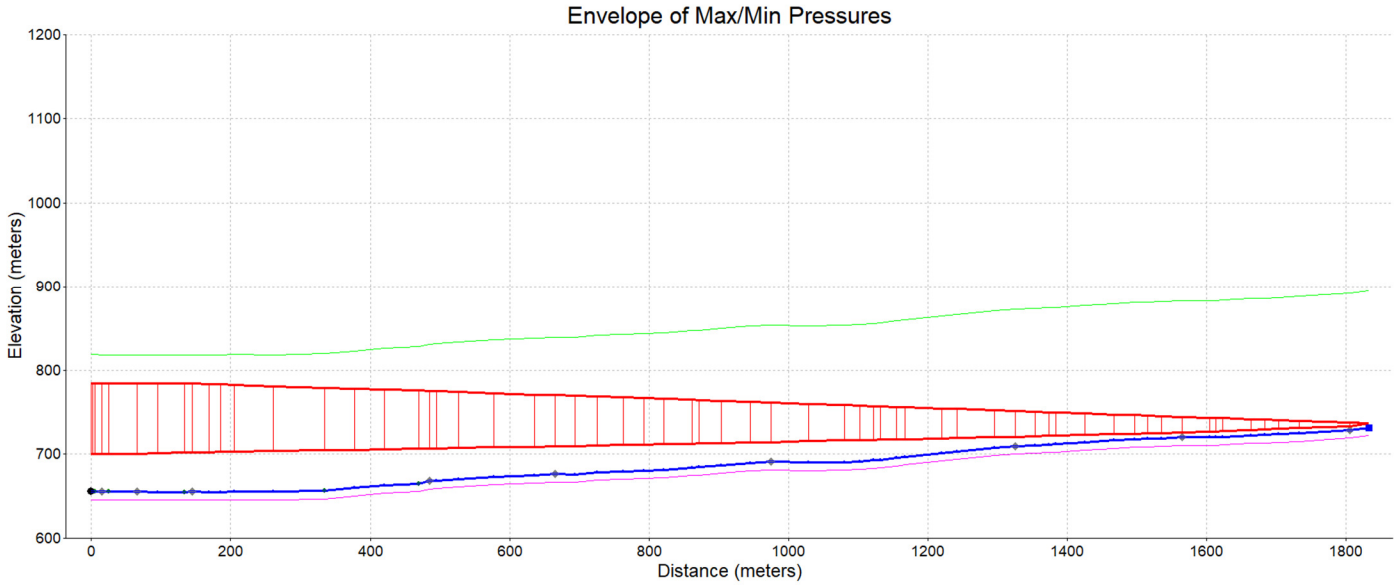


Leyenda:

- linea roja: Representa la distribución de presiones en el colector de salida de las bombas

6.2. Análisis de la longitud de la tubería (con protección anti-ariete)

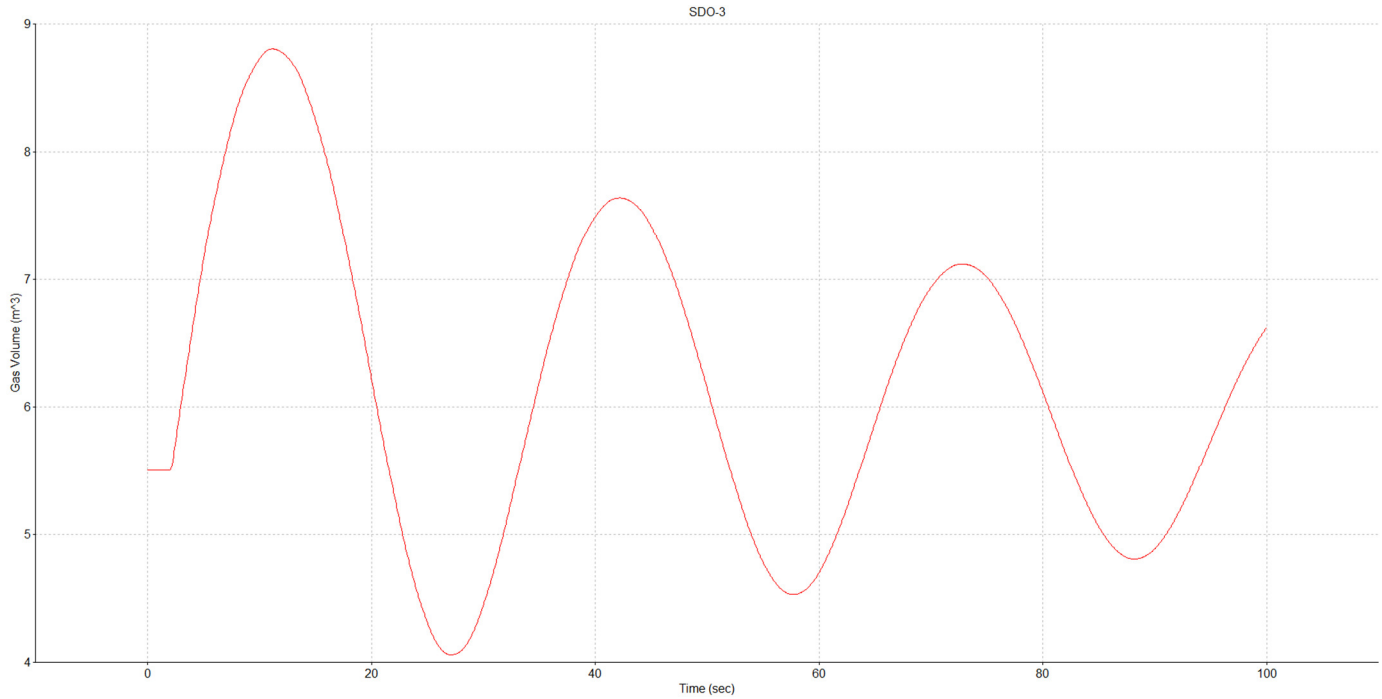
La simulación de la envolvente de presiones a lo largo de la conducción (fig. 7.2) muestra, contrariamente a lo que sucedía en el sistema sin protección, el calderín limita el valor de sobrepresión máximo a lo largo de la tubería y las ventosas evitan la formación de condiciones de vacío en ningún punto de la red.



- Linea azul representa el perfil de la conducción
- Linea gris representa la distribución de la presión en la línea a lo largo de la conducción
- Linea purpura establece el nivel de depresión máxima admisible que se ha considerado para la tubería de la conducción
- Linea verde representa el nivel de presión máxima admisible que se ha considerado para una tubería

6.3. Análisis de la capacidad de alivio de presión necesaria durante el transitorio

Al dimensionar una solución anti-ariete mediante el uso de un calderín es importante comprobar que su capacidad es suficiente para limitar la sobre presión máxima en la instalación.



Leyenda:

- La línea roja representa el volumen ocupado

Conclusión del análisis del sistema (con protección anti-ariete): se comprueba que la solución recomendada para la protección de la estación de bombeo y toda la longitud de la conducción funciona correctamente, limitando los valores de presión y depresión máximos dentro de los valores asumibles por la tubería.

7. Detalle de la solución de protección contemplada.

A continuación, se presenta en detalle la solución técnica recomendada para la protección de la instalación frente a golpes de ariete que pueden generarse en caso de un fallo eléctrico inesperado en el bombeo, además se han considerado las ventosas resultantes del estudio en régimen estacionario.

7.1. Medidas de protección del bombeo

- 1 uds de calderin anti-ariete de 10 m3 de capacidad, instalado en el colector principal de la estación de bombeo
  - Modelo: Bermad WW-10000-RM-16-DN200
  - PN16
  - Conexión: Brida DN200
  - Presión de precarga 40 mca
  - Tipo de calderín: de membrana butil reemplazable o tipo compresor sin membrana
  - Standard de fabricación: CODAP 2010
  - Descripción de funcionamiento: https://youtu.be/E6NIA4LxPPw

7.2. Medidas de protección en la conducción

- 3 uds de ventosa trifuncional para agua limpia con protección frente a golpe de Ariete instalada en el colector principal de la estación de bombeo
  - Modelo: BERMAD WW-C70-C-SP-EV
  - Tamaño: según tabla
  - PN: según tabla
  - Ubicación según tabla
  - Conexión: según tabla
  - Descripción de funcionamiento: https://www.youtube.com/watch?v=B_BdYY2ajBA

pK	Modelo	Tamaño	PN	Conexión	Uds
0	WW-C70-SP-C-M-EV	DN50	16 atm	Brida ISO16	4
65	WW-C70-SP-C-M-EV	DN150	16 atm	Brida ISO16	1
145	WW-C70-SP-C-M-EV	DN150	16 atm	Brida ISO16	1
485	WW-C70-SP-C-M-EV	DN150	16 atm	Brida ISO16	1
665	WW-C70-SP-C-M-EV	DN150	16 atm	Brida ISO16	1
975	WW-C70-SP-C-M-EV	DN150	16 atm	Brida ISO16	1
1325	WW-C70-SP-C-M-EV	DN150	16 atm	Brida ISO16	1
1565	WW-C70-SP-C-M-EV	DN150	16 atm	Brida ISO16	1
1805	WW-C70-SP-C-M-EV	DN150	16 atm	Brida ISO16	1

8. Disclaimer

El presente estudio de golpe de ariete ha sido realizado por Bermad CS Ltd. y/o alguna de sus subsidiarias (Bermad Europe) de forma gratuita, basándose exclusivamente en los datos proporcionados por el cliente. El objetivo del estudio es solamente presentar una recomendación general de protección de la instalación. Bermad no ofrece garantía en cuanto a la exactitud del análisis de golpe de ariete o su contenido y se reconoce de forma expresa que el análisis de transitorio puede ser incorrecto, incompleto, inexacto y contener deficiencias en los datos e imprecisiones de los modelos de cálculo o errores humanos. Bermad no se hace responsable de ningún daño o pérdida de cualquier naturaleza, causado al cliente o a un tercero, que surja como consecuencia del uso de los resultados del análisis de golpe de ariete.