

[Download This Paper](#)[Open PDF in Browser](#)[★ Add Paper to My Library](#)Share: [f](#) [t](#) [v](#) [p](#)

## Diseño y evaluación del comportamiento de un amortiguador supresor de sobrecarga para abastecimientos de agua rurales (Design and Evaluation of the Behavior of an Overload Suppressor for Rural Water Supplies)

*Ibero-American Seminar on Water and Drainage Networks (SERA 2017)*

8 Pages • Posted: 31 Jan 2018

[María Alejandra Caicedo Londoño](#)  
Universidad de La Salle[David Eduardo Grisales](#)  
Universidad de La Salle[Juan Carlos Quevedo Martinez](#)  
Universidad de La Salle, Students

Date Written: November 30, 2017

### Abstract

Do you have a job opening that you would like to promote on SSRN?

[Place Job Opening](#)

### Paper statistics

| DOWNLOADS | ABSTRACT VIEWS | RANK    |
|-----------|----------------|---------|
| 74        | 545            | 676,633 |

7   [References](#)

PlumX Metrics

[Submit a Paper >](#)

Section 508 Text Only Pages

### SSRN Quick Links

[SSRN Solutions](#)  
[Research Paper Series](#)  
[Conference Papers](#)  
[Partners in Publishing](#)  
[Jobs & Announcements](#)  
[Special Topic Hubs](#)

### SSRN Rankings

[Top Papers](#)  
[Top Authors](#)  
[Top Organizations](#)

### About SSRN

[Network Directors](#)  
[Announcements](#)  
[Contact us](#)  
[FAQs](#)[Feedback](#)[f](#) [in](#) [t](#)**ELSEVIER**[Copyright](#)   [Terms and Conditions](#)   [Privacy Policy](#)

All content on this site: Copyright © 2024 Elsevier Inc., its licensors, and contributors. All rights are reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies. For all open access content, the relevant licensing terms apply.

We use cookies to help provide and enhance our service and tailor content.

To learn more, visit [Configuración de cookies](#). #

RELX™

Caicedo Londoño, María Alejandra and Grisales, David Eduardo and Quevedo Martinez, Juan Carlos, Diseño y evaluación del comportamiento de un amortiguador supresor de sobrecarga para abastecimientos de agua rurales (Design and Evaluation of the Behavior of an Overload Suppressor for Rural Water Supplies) (November 30, 2017). Ibero-American Seminar on Water and Drainage Networks (SERA 2017), Available at

SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3112912> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3112912>



XV Seminario Iberoamericano de Redes de Agua y Drenaje, SEREA2017

## DESIGN AND EVALUATION OF THE BEHAVIOR OF AN OVERLOAD SUPPRESSOR FOR RURAL WATER SUPPLIES

### *DISEÑO Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE UN AMORTIGUADOR SUPRESOR DE SOBRECARGA PARA ABASTECIMIENTOS DE AGUA RURALES*

María Alejandra Caicedo Londoño<sup>a</sup>, David Eduardo Grisales<sup>b</sup>, Juan Carlos Quevedo Martinez<sup>c\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad de La Salle/Profesor Investigador, Bogotá, Colombia

<sup>2,3</sup>Universidad de La Salle/estudiantes programa Ingeniería Civil, Bogotá, Colombia

---

#### Abstract

The CIROC Research Group of the University of La Salle, through its SIMIC research laboratory, proposes with this research, a low cost solution that mitigate the effect of overpressure generated after the hydraulic transient originated after the abrupt closing of a valve. Once several alternatives were evaluated, the design of a "Surge Suppressor Damper" was reached, in which it was proved that its operation is similar to that of a pressure-holding valve, with a set point of up to 21 PSI. Additionally, after an evaluation of the strength of the materials, the way of assembling them and the commercial cost of each of them (most of them coming from recycling), it is possible to ensure that the shock absorber is an appropriate solution to be used as a tool of protection in pressure water pipes of water supplies in rural communities with scarce economic resources.

An important result that supports the aforementioned is the comparison of the cost of the design and installation of the "Suppressor Overload Damper", with respect to other protection elements commercially used to dissipate the effects of overpressure of hydraulic transients similar to the one evaluated in the present investigation. This comparison was made through a modeling of a real case study in Allievi software, in which it was determined the equivalence in the energy dissipation capacity between a commercial protection element such as boilers and the installation of several "Overpressure Suppressor"; observing a reduction of at least thirty percent (30%) in the cost with respect to the commercial price of the Calderín of greater capacity in the market

**Keywords:** Hydraulic transient, Overpressure, Water supply.

---

#### Resumen/Resumo

El Grupo de investigación CIROC de la Universidad de La Salle, a través de su semillero de investigación SIMIC, propone con la presente investigación, una solución de bajo costo que mitigue el efecto de sobre-presión generado tras el transitorio hidráulico originado tras el cierre abrupto de una válvula. Una vez se evaluaron varias alternativas, se llegó al diseño de un "Amortiguador Supresor de Sobrecarga" en el que se logró probar que su funcionamiento es similar al de una válvula sostenedora de presión, con una consigna de hasta 21 PSI. Adicionalmente, tras una evaluación de la resistencia de los materiales, la manera de ensamblarlos y el costo comercial de cada uno de ellos (la mayoría de ellos procedentes de reciclaje), es posible asegurar que el amortiguador es una solución apropiada para ser utilizado como herramienta de protección en conducciones de agua a presión de abastecimientos de agua en comunidades rurales con escasos recursos económicos.

Un resultado importante que soporta lo anteriormente dicho, es la comparación del costo que tendría el diseño e instalación del "Amortiguador Supresor de Sobrecarga", respecto a otros elementos de protección comercialmente utilizados para disipar los efectos de sobre-presión de transitorios hidráulicos similares al evaluado en la presente investigación. Dicha comparación se realizó través de una modelación de un caso de estudio real en el software Allievi, en el que se llegó a determinar la equivalencia en la capacidad de disipación de energía entre un elemento de protección comercial como lo son los calderines y la instalación de varios "Amortiguador Supresor de Sobrecarga"; observando una reducción de al menos un treinta por ciento (30%) en el costo respecto al precio comercial del Calderín de mayor capacidad en el mercado.

**Palabras clave:** Transitorio hidráulico, Sobre-presiones, Abastecimiento de agua.

---

\* Autor de correspondencia: Tel.: +571 311 247 2243.

Correo electrónico: [jquevedo11@unisalle.edu.co](mailto:jquevedo11@unisalle.edu.co)

## 1. Introducción

Se diseñó un modelo innovador tipo Amortiguador Supresor de Sobrecarga, económico y de simple elaboración que la misma comunidad podrá ensamblar, lo anterior con el fin de minimizar sobre-costos en materiales. Este modelo se ensayó y evaluó en un montaje (Conducción cerrada) que generó el transitorio hidráulico por medio de una impulsión y el cierre abrupto de una válvula de corte, en los laboratorios de la universidad de la Salle, de este modo se comprobó que tan útil resultó ser el elemento de protección diseñado y los materiales que este contiene en situaciones reales en los sistemas de acueducto ante dichos fenómenos, adicionalmente se modeló en un software especializado (Software *Allievi*), para corroborar los datos obtenidos experimentalmente. Todo sistema hidráulico es susceptible a cambios abruptos; en principio dichos cambios afectan directamente todos los componentes del sistema, especialmente cuando se presenta el transitorio hidráulico. Mitigar este fenómeno con elementos industriales resulta bastante costoso para que un sistema pequeño sea capaz de suplirlo y/o implementarlo. En un sistema ocurren dos vibraciones las acústicas y las hidráulicas, el agua es un fluido que contiene una alta transferencia de energía y cuando choca con un sólido revierte su dirección y choca además con el mismo fluido, esta energía producida por los choques puede generar la rotura de las tuberías y un desperdicio considerable. Cuando se cierran rápidamente las válvulas de un sistema el cambio de velocidad produce un pico de presión que afecta el sistema, los elementos que llegan a solucionar este problema suelen ser muy costosos, considerando que estamos estudiando pequeños municipios, los cuales no cuentan con los recursos necesarios para suplir la necesidad de dicho efecto.

### Nomenclatura

|            |                                                        |       |                            |       |                                |
|------------|--------------------------------------------------------|-------|----------------------------|-------|--------------------------------|
| $\alpha$   | Celeridad de la onda                                   | $L_c$ | Longitud critica           | $T_c$ | Tiempo de cierre de la válvula |
| $Q$        | Caudal                                                 | $V$   | Volumen                    | $t$   | Tiempo                         |
| $D$        | Diámetro de la tubería                                 | $e$   | Espesor                    | $L$   | Longitud de la tubería         |
| $\Delta H$ | sobrepresión                                           | $g$   | aceleración de la gravedad | $v$   | Velocidad de régimen del agua  |
| $K$        | Coeficiente que depende de la elasticidad del material |       |                            |       |                                |

## 2. Método

El tipo de investigación de este proyecto es experimental cuyos análisis se han fundamentado en un modelo matemático y un modelo físico construido para simular el transitorio hidráulico que se genera tras el cierre abrupto de una válvula. De igual manera, se construyó un Amortiguador Supresor de Sobrecarga que permite disipar dicho fenómeno. El montaje físico se evaluó para dos escenarios; en el primero de ellos se buscó identificar la máxima sobrepresión que generaría el transitorio (cierre abrupto de la válvula) y la longitud crítica en el que se produciría el punto de rotura (punto de instalación del amortiguador). Se considera relevante mencionar que el montaje del modelo físico se construyó con una tubería homologa a la tubería (PAVCO, 2017) Ref. 2900329, cuya presión de trabajo es 50 PSI. Esta presión se tomó como referencia para inducir el transitorio hidráulico, buscando en todo momento que el tiempo de cierre de la válvula generara presiones que superarán el umbral de los 50 PSI. En el segundo escenario se evaluó el comportamiento del sistema una vez instalado el Amortiguador diseñado para absorber la onda de sobrepresión identificada en el primer escenario [1], y se buscó que ningún elemento del modelo físico se afectara.

### 2.1. Modelo matemático

A continuación se muestran las ecuaciones utilizadas para el cálculo del caudal y el transitorio que debía ser generado para comprobar la protección del sistema mediante el amortiguador [6]:

El cálculo del caudal está dado por la ecuación (1):

$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

La celeridad se calcula mediante la ecuación (2):

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \times \frac{D}{e}}} \quad (2)$$

Siendo  $k$  el cociente adimensional y se obtiene de la Tabla 1. Valores de orientativos  $k$  para la fórmula de Allievi dependiente del material de la tubería.

Tabla 1. Valores de orientativos  $k$  para la fórmula de Allievi

|                        |         |
|------------------------|---------|
| <b>Hierro y Acero</b>  | 0,5     |
| <b>Hormigón</b>        | 5       |
| <b>Hormigón Armado</b> | 5       |
| <b>Fundición</b>       | 1       |
| <b>Fibrocemento</b>    | 4,5     |
| <b>Poliéster</b>       | 6,6     |
| <b>Plomo</b>           | 5       |
| <b>PVC</b>             | 20 a 50 |

Dato: Tomado de [6].

La longitud crítica del sistema nos permite observar a simple vista si se genera o no el transitorio hidráulico en el mismo, si  $L > L_c$  entonces llamamos al sistema de impulsión larga, si por el contrario  $L < L_c$  se habla de una impulsión corta. Estas condiciones también definen si se utiliza la ecuación de sobrepresión de Allievi o de Michaud. Como el objetivo del sistema es generar el transitorio, es obligatorio que se produzca una impulsión larga y que su cierre sea rápido. Como podemos observar el tiempo de cierre es el que define la longitud crítica del sistema, ya que la celeridad de la onda al utilizar el mismo tipo de tubería en un tramo, se convierte en constante. La longitud crítica será menor mientras el cierre de la válvula sea más rápido, por lo tanto cuando el cierre de la válvula es instantáneo quiere decir que la longitud crítica es nula. Ver ecuación (3).

$$L_c = \frac{a \times T_c}{2} \quad (3)$$

Es importante saber qué tipo de cierre se efectuó para generar el transitorio hidráulico en el sistema, en una conducción en general se define el tiempo de cierre lento con el fin de que no se genere dicho efecto en el mismo. En esta investigación se requiere lo contrario para conocer la incidencia del Amortiguador Supresor de Sobrecarga y su capacidad de disipación del mismo. Ya que en el análisis es necesario que el tiempo de cierre sea rápido para generar la ruptura de la tubería en algún punto, la desigualdad es la siguiente. Ver ecuación (4).

$$T < \frac{2 \times L}{a} \rightarrow \text{Cierre Rápido} \quad (4)$$

Es recomendable utilizar la ecuación de sobrepresión de Allievi con pendientes hidráulicas mayores al 50%, la sobrepresión viene dada por la ecuación (5).

$$\Delta H = \frac{a \times V}{g} \quad (5)$$

## 2.2. Modelo físico

### 2.2.1 Primer escenario montaje sin amortiguador supresor de sobre carga

Este método se realizó con el fin de validar los parámetros calculados en el modelo matemático como lo son: caudal utilizado, tiempo de cierre de válvula, longitud de desarrollo del transitorio y punto de rotura. En esta fase se procedió a cotizar todos los materiales y seleccionar el proveedor que proporcionara la gran cantidad de material requerido con productos de calidad y a costos relativamente bajos. El grupo de bombeo (bomba más válvula), tanques y manómetro, fueron suministrados en calidad de préstamo por el laboratorio de hidráulica de la universidad de La Salle, sede candelaria, la lista de materiales utilizados se muestra a continuación:

- 10 tubos cada uno de seis metros de longitud de tubería CELTA (Referencia 2900339) de 1.5" de PVC
- 8 sifones con registro de 180° de 1.5" de diámetro, accesorios sanitarios marca PAVCO

- 2 codos C\*C (Campana por campana) de 90° de 1.5" de diámetro (Accesos sanitarios, lista de precios CELTA, Referencia 2905192) accesorios sanitarios marca CELTA.
- 2 tees sencillas en PVC de 1.5" de diámetro, accesorios sanitarios marca PAVCO.
- Un buje soldados 1.5"\*0.5" y un adaptador hembra de rosca de 0.5" de diámetro en PVC para accesorios a presión
- Un buje soldados 1.5"\*1" y un adaptador macho de rosca de 1" de diámetro en PVC para accesorios a presión
- 1/16 de galón de limpiador para tuberías y 1/16 de galón de soldador de tuberías marca PAVCO
- Cinta de teflón 0.5"\*10 m
- Bomba de 5 HP marca SIEMENS REF. HE 2.75
- Manómetro de presión de 60 PSI
- Válvula tipo bola de 1,5"
- Tanque de almacenamiento en plástico de quinientos litros (500 L) de capacidad
- Tanque de almacenamiento en concreto de aproximadamente dos mil litros (2000 L) de capacidad.

### 2.2.2 Segundo escenario montaje con amortiguador supresor de sobre carga

Conocida la sobrepresión y el punto de rotura de la conducción, se inició la construcción del diseño propuesto del Amortiguador Supresor de Sobrecarga. Es importante mencionar que el supresor de sobrecarga fue necesario rediseñarse varias veces dado que al probarse el diseño inicial, este no resultó funcional y su comportamiento fue similar al de una válvula ventosa, y no una sostenedora de presión (caso ideal). La lista de los materiales que se utilizaron en el diseño final del supresor se presenta a continuación:

- Lámina de acero de tres milímetros (3 mm) de espesor y de cero punto catorce metros cuadrado de área (0.14 m<sup>2</sup>)
- Dos resortes a tensión de dos milímetros (2 mm) de calibre y catorce centímetros y ocho milímetros (14.8 cm)
- Dos resortes a tensión de tres milímetros (3 mm) de calibre y catorce centímetros (14 cm) de longitud
- Un resorte a compresión de nueve milímetros (9 mm) de calibre y quince centímetros (15 cm) de longitud
- Caucho aislante cero punto un metro cuadrado (0.1 m<sup>2</sup>) de cantidad
- Cilindro en acrílico de calibre cinco milímetros (5mm), De veinte centímetros de alto (20 cm) y un diámetro interno de doce centímetros (12 cm).
- Cono en acrílico de cinco milímetros (5 mm) de calibre, de diez centímetros (10 cm) de alto, con una reducción de diámetro de doce a tres punto cinco centímetros (12 cm-3.5 cm).
- 12 Pernos de octavo de pulgada (1/8") en acero inoxidable.
- 8 Platinas de octavo de pulgada (1/8").
- 2 Pegantes y sellantes resistentes al agua.
- Bujes roscados 1.5\*1 de accesorios de presión PAVCO.
- Pintura epóxica anticorrosiva marca SAPOLIN.

Los ensayos que se realizaron en los dos escenarios se representan en la *Figura 1*. Adicional a las pruebas y el modelo matemático, se modeló en el software *Allievi* [3] un caso del municipio Zipacón el cual se dividió en cuatro escenarios. El primero la equivalencia del supresor de Sobrecarga con un elemento de protección comercial, el segundo Análisis de las envolventes de alturas piezométricas para el sistema con y sin protección, el tercero Identificación del número de elementos de protección y el cuarto Similitud del Supresor de Sobrecarga con un Calderín.

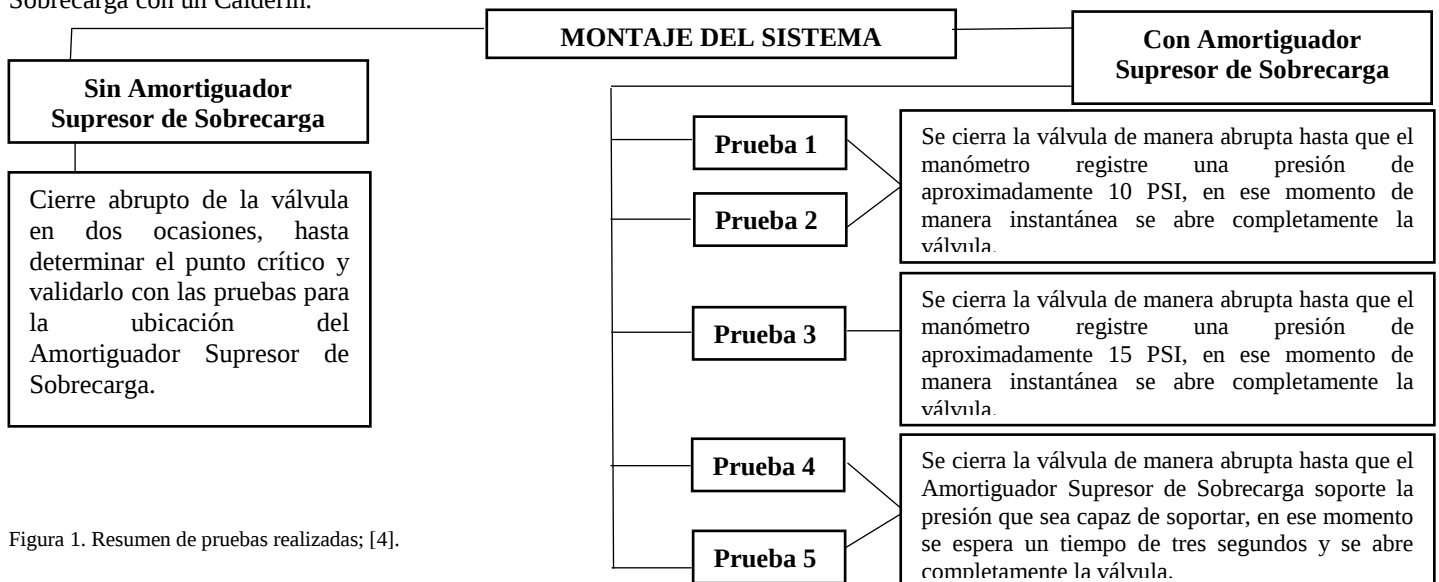
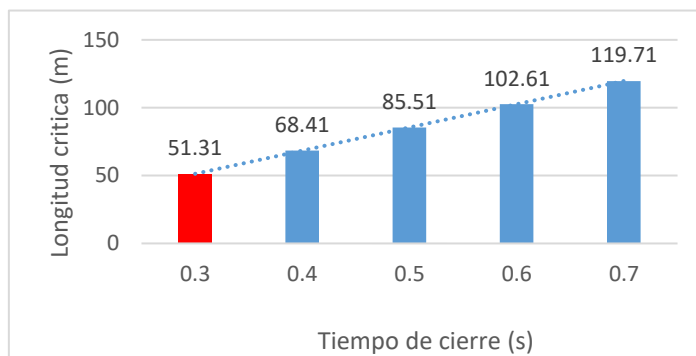


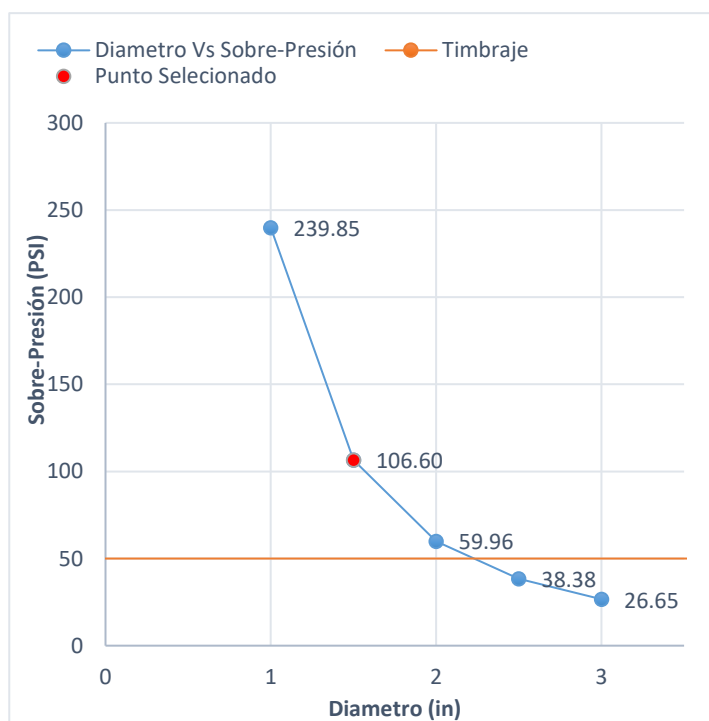
Figura 1. Resumen de pruebas realizadas; [4].

### 3. Resultados

Para el tiempo de cierre mínimo obtenido, en la *Figura 2* se puede observar que la longitud crítica correspondiente es de aproximadamente de cincuenta y un metros (51.31 m); ahora bien, dado que en la formulación de *Allievi* se estipula que para que se cumpla la condición de que la longitud de la tubería tiene que ser mayor a la longitud crítica, el valor de longitud total se estipuló en sesenta metros (60 m). Para obtener el diámetro de la tubería, tal como se muestra en la *Figura 3*, se procedió a realizar varias iteraciones con el fin de determinar el diámetro óptimo para que la sobrepresión generada fuese la requerida para inducir el transitorio hidráulico.



*Figura 2.* Valores de Longitud crítica según tiempos de cierre; [4].



*Figura 3.* Iteraciones para determinar el diámetro; [4].

Como se puede ver en la *Figura 3*, se inició con una tubería de tres pulgadas (3 in) de diámetro y sesenta metros (60 m) de conducción en el modelo matemático. La sobrepresión con estas variables resultó ser de 26.50 PSI. Dado que dicho valor no sobrepasó el timbraje de la tubería (50 PSI); se continuó iterando el diámetro en el modelo matemático, ahora con dos pulgadas y media (2.5 in) y conservando el valor de la longitud total de la tubería, el resultado de sobrepresión resultó ser de 38.38 PSI (no se generaba aún la sobrepresión). El siguiente diámetro utilizado en el modelo matemático fue de dos pulgadas (2 in), y con la misma longitud, se logra obtener una sobrepresión superior al límite establecido, sin embargo dado que aún se mantenía en el límite de la sobrepresión, se decidió trabajar un diámetro de pulgada y media (1.5 in), siendo este el diámetro óptimo para proceder con el montaje del modelo físico. La sobrepresión resultante con ese diámetro fue de 106.6 PSI sobrepasando el límite (presión de trabajo). Con el fin de verificar las condiciones de trabajo, se procedió con una última iteración, un diámetro de una pulgada (1 in), y el resultado de sobrepresión fue de (239.85 PSI). Como era de esperarse fue mucho mayor al presentado con el diámetro anterior y por tanto se descartó. Cabe aclarar que la relación diámetro espesor para la tubería en mención es de 31.58 y el coeficiente K por tratarse de tubería PVC [2] fue de 25, siendo 33.3 el valor recomendado para tuberías a presión.

#### 3.1 Modelo Físico

El resultado de la unión y ensamblaje de todos los elementos, equipos y accesorios mencionados en la descripción del montaje sin Amortiguador Supresor de Sobrecarga se representan en la siguiente ilustración. La *Figura 4* se trata de un renderizado realizado en el programa SolidWorks.



*Figura 4.* Resultado esquemático del Montaje sin el Amortiguador Supresor de Sobrecarga; [4].

#### 3.2 Diseño final del Amortiguador Supresor de Sobrecarga

En la Ilustración se muestra el resultado final una vez ensamblados todos los elementos del amortiguador supresor de sobrecarga. La *figura 5* muestra el esquema en diferentes vistas isométricas, representado en el resultado del sistema final, y los renderizados realizados con el programa de SolidWorks.



Figura 5. (a) Amortiguador Supresor de Sobrecarga. (b) Vistas semifrontal e isométrica; [4].

### 3.3 Montaje final con el Amortiguador

Se ubicó el Amortiguador Supresor de Sobrecarga en el punto crítico como se puede ver en la *figura 6* y de forma detallada se iniciaron las pruebas del montaje con el elemento de protección diseñado. Antes de iniciar con las pruebas se comprobó que la bomba impulsaba el mismo caudal promedio aproximado (2.44 lps), dado que este dato es relevante en el modelo matemático.



Figura 6. Detalle del montaje con Amortiguador Supresor de Sobrecarga; [4].

Como se observa en la *Figura 7*, sin presencia del Amortiguador Supresor de Sobrecarga, el sistema sobrepasa la presión de trabajo de la tubería (verde fluorescente), mientras que instalado el supresor, de la primera a la tercera prueba se observa que se mantiene la presión en el rango de tiempo de dos a dos segundos y medio, hasta que la válvula nuevamente se abre y la presión disminuye de manera lineal hasta que registró un valor nulo de presión. En la gráfica se observa que en la cuarta y quinta prueba la presión se mantiene recta (sostenida) hasta un segundo y medios (1,5 s) aunque en las pruebas se dejó hasta tres segundos (3 s) y la presión se sostuvo hasta la apertura de la válvula donde la pendiente decaía de manera lineal hasta registran un valor nulo de presión (0 PSI). Las envolventes piezométricas tienden a comportarse de manera estable, manteniendo presiones cercanas a las de servicio en un sistema de acueducto normal:

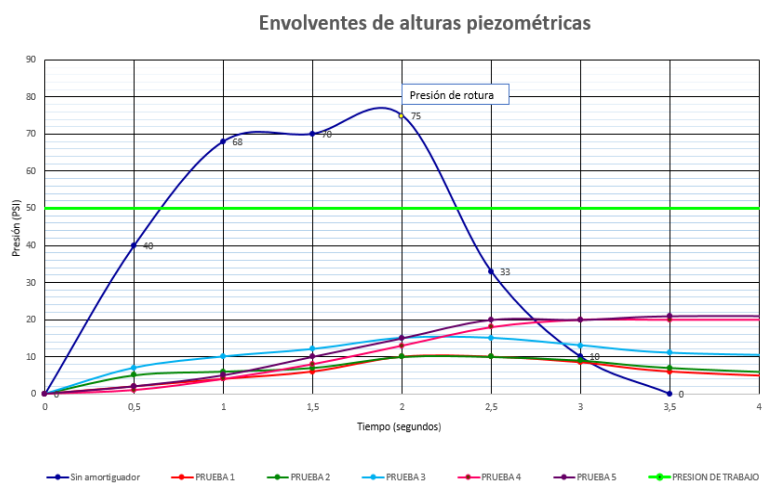
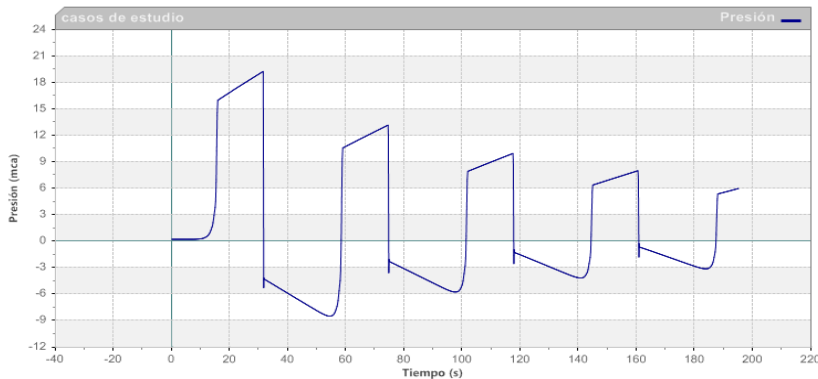


Figura 7. Envolventes de alturas piezométricas; [4].

### 3.4 Modelación en Allievi

Luego de calcular el transitorio hidráulico (primer caso de estudio) se procedió a obtener las curvas envolventes piezométricas de cada uno de los casos para comparar cuál de las dos se acerca más al Amortiguador Supresor de Sobrecarga diseñado anteriormente. Se observó que utilizando una *válvula reductora de presión* (segundo caso de estudio) se reduce significativamente la onda de sobrepresiones, pero no cuenta con la misma funcionalidad que presenta el Amortiguador Supresor de Sobrecarga, dado que la válvula únicamente reduce presión y el elemento de protección diseñado en el proyecto, además de reducir presión, sostiene el dato de presión reducido hasta la disipación de la onda o la apertura de la válvula de corte. Hay un gran cambio en cuanto al funcionamiento utilizando una *válvula sostenedora de presión* (tercer caso de estudio), evidenciando una equivalencia funcional de la *sostenedora de presión* con el Amortiguador Supresor de Sobrecarga en cuanto a la linealización de la presión disipada. El método de disipación de la válvula *reductora de presión* usada en el segundo modelo no mantiene un valor lineal en la cresta de la onda, es decir, no sostiene la presión. La válvula *sostenedora de presión* reduce la presión y dicho valor se sostiene en determinado tiempo.



En la *figura 8* se observa que la cresta de la onda sostiene el valor de la amplitud reducida, por lo que resulta útil y óptimo modelar el sistema en las condiciones más similares.

Figura 8. Presión Vs Tiempo con válvula sostenedora de presión en el sistema; [4].

Finalmente, para poder realizar una comparación del *Calderín* respecto al Amortiguador Supresor de Sobre carga, es necesario remitirnos donde se observa el valor del *Calderín* respecto a su volumen y su capacidad de disipación de energía. Se observa que el elemento de protección disipo la onda de sobrepresión generada en la *figura 8*, la funcionalidad del *Calderín* es similar a los resultados obtenidos con el Amortiguador Supresor de Sobrecarga, solo que tiene la ventaja de linealizar las sobre-presiones generadas en mayor cantidad que las del mismo, dado tiene mayor capacidad de sostener la presión. En la *tabla 2* se representa una relación de costos entre el *Calderín* y el Amortiguador Supresor de Sobrecarga equivalente a la válvula sostenedora de presión por similitudes funcionales, además se evidencia la cantidad necesaria de cada elemento, como se mencionó en el tercer escenario, para mitigar diferentes sobrepresiones y finalmente proteger el sistema de abastecimiento:

Tabla 2 Comparación entre el costo del Calderín y el Amortiguador Supresor de Sobre carga; fuente propia

| Presión (P=100 PSI)                                                 |                |                                     |                |
|---------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|
| Calderín (50 PSI)                                                   |                | Amortiguador Supresor de Sobrecarga |                |
| Cantidad                                                            | Precio         | Cantidad                            | Precio         |
| 2                                                                   | \$742,000.00   | 2                                   | \$300,000.00   |
| Presión de trabajo de tubería a presión (P=200 PSI Aproximadamente) |                |                                     |                |
| Calderín (100 PSI)                                                  |                | Amortiguador Supresor de Sobrecarga |                |
| Cantidad                                                            | Precio         | Cantidad                            | Precio         |
| 2                                                                   | \$1'646,000.00 | 4                                   | \$600,000.00   |
| Presión (P=300 PSI)                                                 |                |                                     |                |
| Calderín (150 PSI)                                                  |                | Amortiguador Supresor de Sobrecarga |                |
| Cantidad                                                            | Precio         | Cantidad                            | Precio         |
| 2                                                                   | \$2,140,000.00 | 5                                   | \$1,500,000.00 |

Como se puede observar, la relación en el costo respecto a presión y el tipo de protección utilizado en un sistema de abastecimiento es mucho menor con el Amortiguador Supresor de Sobre- carga, aun así, cuando hay que utilizar más unidades, se evidenció que el elemento de protección diseñado presenta una disminución considerable en el costo en una obra de abastecimiento.

#### 4. Conclusiones

- Al evaluar el Amortiguador Supresor de Sobrecarga diseñado, se encontró que su funcionamiento es similar a una válvula sostenedora de presión, debido a que tiene la suficiencia de sostener una presión en el sistema con un valor de veintiún PSI (21 PSI) y además de ello, tras generarse un transitorio hidráulico en el sistema, el elemento de protección diseñado dispone la capacidad de disipar y mantener la presión mínima de trabajo de una red de abastecimiento común.
- Al realizar una comparación en el precio de varios tipos de capacidad de Calderin, respecto al Amortiguador Supresor de Sobrecarga, se observó una reducción del treinta por ciento (30%) respecto al precio comercial del Calderín de mayor capacidad en el mercado, y a su vez, se observó una reducción de mínimo el cincuenta por ciento (50%) respecto a los Calderines de menor capacidad, por lo cual, el elemento de protección diseñado resulto ser un dispositivo fiable para sistemas de abastecimiento que no cuenten con protecciones ante los efectos de un transitorio hidráulico y los recursos para un elemento de protección costoso.
- Al evaluar el diseño final del Amortiguador Supresor de Sobrecarga, se determinó que además de ser económico y viable para redes de acueducto municipales y veredales, también es amigable con el medio ambiente debido a los materiales que se utilizaron para la elaboración del mismo, brindando e incentivando el uso de materiales reciclados en la ingeniería en general.
- Los materiales seleccionados para la elaboración del Amortiguador Supresor de Sobrecarga resultaron idóneos ya que ningún material expuesto al transitorio hidráulico presento fisura, rotura o desgaste. Además, al realizar una observación sobre la corrosión en los resortes y las platinas, se determinó que no sufrieron daños debido a este efecto pese a que todos los materiales estuvieron en contacto con el agua.
- Con la modelación en el software *Allievi*, se determinó que el Amortiguador Supresor de Sobrecarga tiene una funcionalidad similar a la válvula *sostenedora de presión* y que con este elemento es posible proteger la conducción del municipio de Zipacón, lo cual, lo define como un elemento confiable en temas de funcionalidad y viable en temas económicos de municipios que no cuenten, ni con recursos, ni con elementos que protejan su sistema de abastecimiento.
- Tras hacer una evaluación y observación de las diferentes características que presenta el Amortiguador Supresor de Sobrecarga, hay algunos aspectos que pueden mejorarse para optimizar el diseño y capacidad de servicio. En primera instancia la ubicación del Amortiguador debe evaluarse minuciosamente ya que normalmente las conducciones son lineales y no presentan cambios de dirección bruscos como el modelo físico implementado en este proyecto. Además de la ubicación del amortiguador, se propone estudiar los materiales y el tipo de unión que se realiza entre los elementos de acrílico (cono y cilindro) y el disco metálico que los une entre ellos, ya que siendo del mismo material puede llegar a considerarse unir cada elemento con soldadura, lo que supone una disminución en las pérdidas del Amortiguador y un ahorro en cuanto al líquido que se transporta.
- Se recomienda buscar un elemento que haga retornar el resorte de compresión a su posición inicial después de accionar su función, debido a que, el caucho hace que el resorte después de comprimirse no retorne a su posición inicial. Diseñar y evaluar un elemento similar al presentado en el documento actual pero sin el resorte de compresión, cuando el fluido impacte la platina superior, esta tendrá un desplazamiento vertical lo cual generara desperdicio de fluido y se recomienda buscar un sistema que mitigue las fugas.

#### Referencias

- [1] D. B. Velásquez, artículo científico: "MONTAJE DE UN MODELO FÍSICO PARA LA PRUEBA DE LA INFLUENCIA DEL FENÓMENO DE GOLPE DE ARIETE EN DIVERSAS LONGITUDES DE TUBERÍA", Bogotá D.C: Universidad Católica de Colombia, 2015.
- [2] Castillo, U. M. (1987). Libro: *Teoría del Golpe de Ariete y sus aplicaciones en ingeniería hidráulica*. Ciudad de Mexico: LIMUSA.
- [3] J, C. E.-S. Abreu, libro: "TRANSITORIOS HIDRAULICOS" del régimen estacionario al golpe de ariete .Documento de Valencia: Universidad Politecnica de Valencia, 2012.
- [4] J. C. Quevedo Martínez, D. E. Grisales Morales, & M. A. Caicedo Londoño, proyecto de grado: "DISEÑO Y EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE UN AMORTIGUADOR SUPRESOR DE SOBRECARGA APLICADO A ACUEDUCTOS QUE NO CUENTEN CON PROTECCIÓN ANTE LOS EFECTOS DE UN TRANSITORIO HIDRÁULICO", Bogotá D.C: Universidad de La Salle, 2017.
- [5] Catedra de ingeniería rural. (2011).Documento El golpe de ariete. En C. d. rural, *Mecanica De Fluidos* (págs. 1-19). ciudad real: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real.
- [6] Eguilegor A, A. G. (2012). Flujo variable en tuberías – Documento Golpe de ariete. En A. G. Eguilegor A, Libro: *Mecanica De Fluidos Apuntes* (págs. 60-71). Bilbao: Universidad del país Vasco.
- [7] Luis Pérez, A. G. (2005). Informe: *Estudio de transitorios: Golpe de ariete*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.