
waterhammer

Asier Lacasta Soto
Javier Fernández Pato
ghc.unizar.es

V.1.1 Mayo 2015

Índice general

1. Introducción	5
1.1. Paso I: Preproceso	6
1.1.1. Geometría	6
1.1.2. Elementos de regulación: Bomba y válvula	6
1.1.3. Características del fluido	7
1.1.4. Parámetros de simulación	7
1.1.4.1. Condiciones Iniciales	7
1.1.4.2. Condiciones de Contorno	7
1.1.4.3. Parámetros de cálculo	8
1.2. Paso II: Cálculo	8
1.3. Paso III: Postproceso	9

CAPÍTULO 1

Introducción

El programa WATERHAMMER, de la Universidad de Zaragoza, es un programa diseñado para resolver numéricamente flujos transitorios y estacionarios en conductos, basado en computación en la nube sin necesidad de instalación local. La aplicación se ejecuta yendo a la dirección <http://canalflowmodel.net/waterhammer> que ofrece la pantalla de la figura 1.1. En ella se ofrece la creación de casos nuevos de tipo canal o de tipo río y la posibilidad de abrir un caso existente mediante el sistema de tickets.

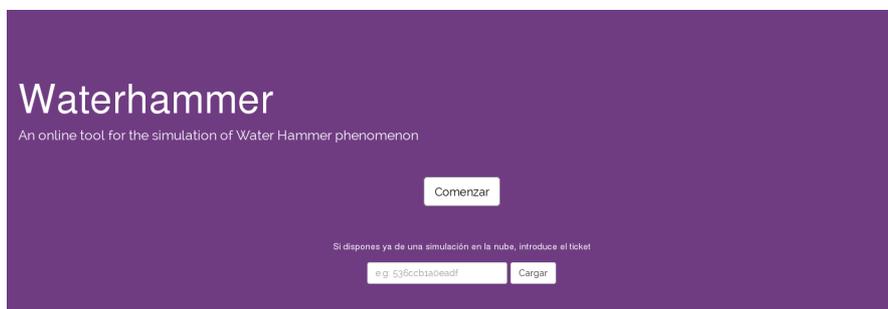


Figura 1.1: Pantalla de acceso a la aplicación

Describimos a continuación la secuencia a seguir para crear un nuevo caso. Si se parte de un ticket con un caso precargado hay que seguir estas mismas etapas pero con menos esfuerzo. Al comenzar la ejecución del programa **WATERHAMMER** aparece en la barra superior de la pantalla un resumen de los pasos de los que consta la ejecución.

1.1. Paso I: Preproceso

El preproceso define la geometría del caso, los elementos de regulación, las características del fluido y los parámetros de la simulación.

1.1.1. Geometría

Esta sección contiene los elementos que configurarán la parte geométrica del caso. La geometría consta de dos partes: la primera es la definición del tramo o tramos que se quiere simular y vendrá dado principalmente por la longitud de cada uno y las cotas de los extremos que lo definen. Esto se hace en el panel que se muestra en la figura 1.2

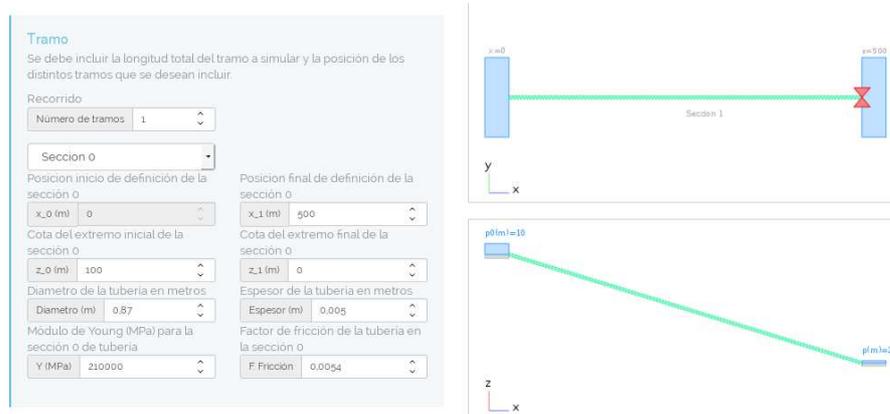


Figura 1.2: Definición de la posición de las secciones transversales

Además, es necesario especificar el diámetro, espesor de la pared y valores asociados al rozamiento y elasticidad del material del que está construido el tramo. En este modelo, la fricción se formula mediante el factor de fricción de Darcy.

1.1.2. Elementos de regulación: Bomba y válvula

Si deseamos incluir una bomba hay que marcar "Activar bomba". En ese caso se debe especificar el comportamiento de la bomba. Se supone una curva de funcionamiento de la bomba $H=H_0-BQ^{\hat{\alpha}}$. Para ello se deben dar los valores H_0 como la altura correspondiente a la bomba con $Q=0$ y su correspondiente coeficiente de ajuste para la curva B . Además, se debe indicar la posición en la que está situada

así como el tiempo de apagado y su duración. Por otro lado si deseamos incluir una válvula hay que marcar "Activar válvula". Se permite entonces la configuración de la válvula de salida. Para ello se debe facilitar el tiempo y duración del proceso de cerrado.

1.1.3. Características del fluido

Es necesario especificar valores del fluido transportado. En particular, es necesario especificar la densidad, la viscosidad dinámica y el módulo de compresibilidad del fluido.

1.1.4. Parámetros de simulación

1.1.4.1. Condiciones Iniciales

Esta sección genera las condiciones del problema en el tiempo inicial de la simulación. Las opciones disponibles son las siguientes

- Canal seco: caudales y calados nulos al principio
- $h+z$ cte: Se genera una condición de $h+z$ constante con velocidad nula.
- Q cte: Se genera el estado correspondiente con un caudal estacionario.
- h cte: Todas las celdas tendrán el mismo calado y velocidad nula.
- Rotura de presa (dambreak): Discontinuidad de calados con velocidad nula.

1.1.4.2. Condiciones de Contorno

Las condiciones de contorno detallan el comportamiento que tiene la entrada y la salida del dominio unidimensional. Se entiende que la condición de contorno de entrada especifica el comportamiento del tramo aguas arriba, siendo el sentido del flujo entrante en el dominio mientras que la condición de contorno de salida detalla el comportamiento aguas abajo. En este último caso, el sentido del flujo dependerá del tipo de salida y el régimen que se establezca a lo largo de la simulación.

Las opciones disponibles en la entrada son las siguientes

- $h+z(t)$: Nivel superficial en función del tiempo.

- $Q(t)$: Caudal en función del tiempo
- $h(t)$: Calado en función del tiempo.

Las opciones disponibles en la salida son las siguientes

- Libre: No se impone ninguna condición
- $h+z(t)$: Nivel superficial en función del tiempo.
- $Q=Q(h+z)$: Caudal en función del nivel superficial
- Froude constante

1.1.4.3. Parámetros de cálculo

El número CFL establece el tamaño de paso temporal Δt con la ley $\Delta t = CFL \min \left(\frac{\Delta x}{|u| + \sqrt{gA/B}} \right)$ donde u es la velocidad de flujo, g la constante de gravedad, A el área de sección mojada, B la anchura superficial del agua y Δx el tamaño de las celdas de la malla. Por defecto, el programa utiliza el valor 0,9 que optimiza la velocidad de cálculo sin pérdida de precisión. Además hay que escoger el tiempo inicial y final de la simulación y la frecuencia temporal de volcado de datos. Esto se muestra en la figura 1.3.

Parámetros de cálculo
Configura los parámetros relacionados con el caso y el método numérico

Condición de CFL. El valor ha de estar acotado entre 0 y 1	Posición de la sonda. NOTA: Para que la información arrojada tenga sentido, la localización de la sonda debe estar dentro de la instalación (entre 0 y la longitud)	Tiempo final de la simulación. Este tiempo está expresado en segundos
CFL: 1	xProbe (m): 700	Tiempo Final: 3
Número de celdas en las que discretizar el dominio	Periodo de muestreo para las sondas	Periodo de volcado de ficheros de salida
ncells: 100	tsampling: 0.01	tdump: 0.1

Figura 1.3: Parámetros numéricos de la simulación

1.2. Paso II: Cálculo

Para iniciar el Paso II hay que pulsar el botón verde de **Simular**. La aplicación mostrará un panel resumen de la configuración de la simulación y asignará un código (ticket) a este caso. Después se pasará a una pantalla de visualización de resultados.

1.3. Paso III: Postproceso

Los resultados muestran:

- Perfiles longitudinales de altura de presión y cota a lo largo del canal en diferentes instantes de tiempo.
- Perfiles longitudinales de caudal a lo largo del canal en diferentes instantes de tiempo.
- Perfiles longitudinales de velocidad a lo largo del canal en diferentes instantes de tiempo.
- Evolución temporal de caudal en la entrada.
- Evolución temporal de altura de presión en la mitad del conducto y en la salida

Por último, es importante destacar que los resultados se pueden descargar a ficheros externos mediante el botón "Descargar resultados" situado arriba a la izquierda. Se obtienen dos tipos de ficheros. Por una parte los de evolución temporal cuya estructura es, por columnas, tiempo, altura de presión (H), caudal (Q). Por otra parte, los ficheros de perfil longitudinal almacenan por columnas, posición (x), altura total (H), velocidad (v), caudal (Q), cota (z) y presión (p).