
canalflowmodel.net

Asier Lacasta Soto
ghc.unizar.es

V.1.1 Febrero 2015

Índice general

1. Introducción	5
2. Paso I: Preproceso	7
2.1. Geometría	7
2.2. Condiciones Iniciales	8
2.3. Condiciones de Contorno	9
2.4. Condiciones de Contorno Internas	9
2.5. Compuertas laterales	9
2.6. Compuertas transversales	10
2.7. Parámetros de simulación	10
3. Paso II: Cálculo	13
4. Paso III: Postproceso	15

CAPÍTULO 1

Introducción

El programa **canalflowmodel**, de la Universidad de Zaragoza, es un programa diseñado para resolver numéricamente flujos transitorios en todo tipo de cauces, basado en computación en la nube sin necesidad de instalación local. La aplicación se ejecuta yendo a la dirección <http://canalflowmodel.net> 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.

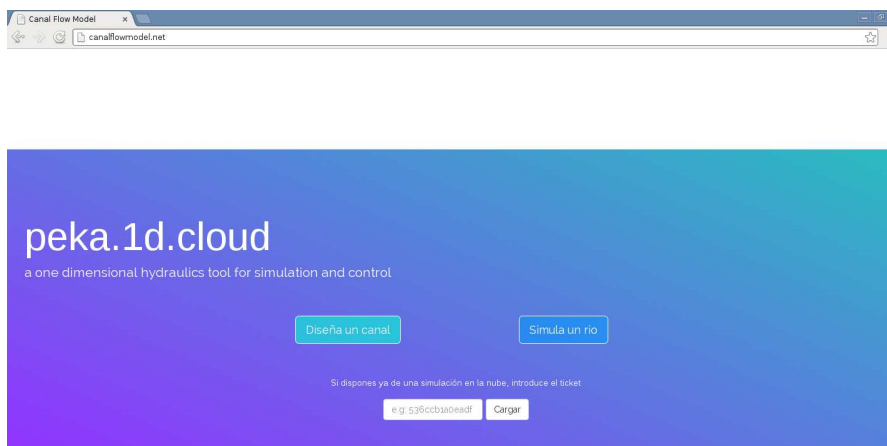


Figura 1.1: Pantalla de acceso a la aplicación

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 **canalflowmodel** aparece en la barra superior de la pantalla una ventana como la que se ilustra en la figura 1.2.

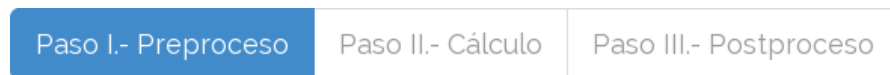


Figura 1.2: pasos de los que consta la ejecución

CAPÍTULO 2

Paso I: Preproceso

El preproceso define la geometría del caso, las condiciones iniciales de la simulación, las condiciones de contorno que definiran el tipo de entrada y salida que hay en la región a simular y el resto de parámetros del método numérico.

2.1. Geometría

NOTA: Es importante definir al principio el número de secciones transversales en el cauce y el número de puntos que definen cada sección transversal. Esto se realiza pulsando el botón Propiedades.

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 que se quiere simular y vendrá dado principalmente por la longitud del mismo y el número de secciones que lo definen. Esto se hace en el panel que se muestra en la figura 2.1

Por otro lado, estas secciones completarán la geometría. Esta operación se hace en el panel mostrado en la figura 2.2

Además de la geometría, es necesario especificar valores asociados a las fuerzas de rozamiento generadas por el material del que está construido el canal o la rugosidad del fondo del cauce. En este modelo, esta rugosidad la aporta el coeficiente de fricción de Manning. Además de esto, es necesario especificar a partir de qué calado las fuerzas de rozamiento predominan y frenan el movimiento del agua. Este parámetro es el calado mínimo (en metros).

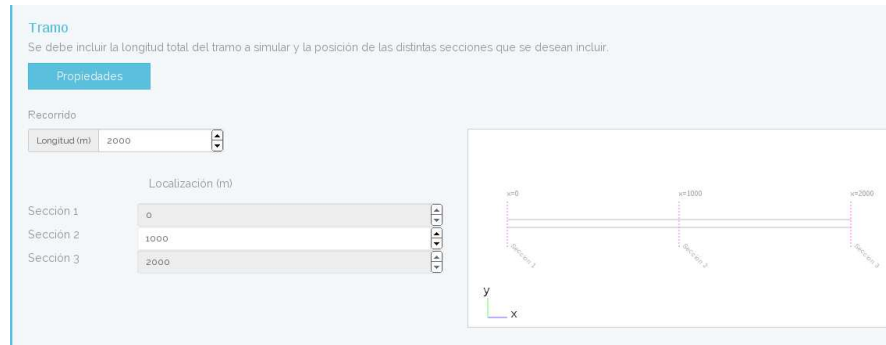


Figura 2.1: Definición de la posición de las secciones transversales

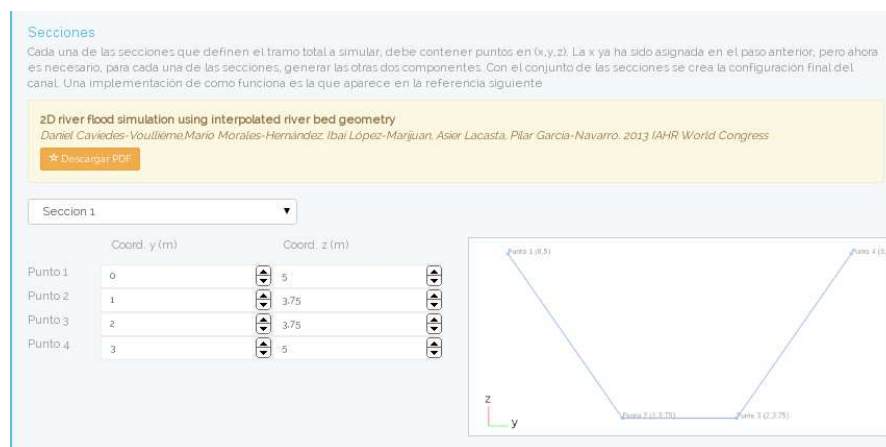


Figura 2.2: Definición de cada sección transversal

2.2. 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.

2.3. 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

2.4. Condiciones de Contorno Internas

Se incluye la posibilidad de definir la presencia de compuertas laterales y de compuertas transversales al flujo. Estas últimas pueden funcionar de forma automática con arreglo a un objetivo. Para empezar se introduce el número total de elementos de regulación en una ventana como la que se muestra en la figura 2.3.

2.5. Compuertas laterales

Cada compuerta lateral se caracteriza por su posición, su anchura, su coeficiente de descarga (menor o igual a 1) y la historia temporal de aperturas como la que se muestra en la figura 2.4.

Figura 2.3: Definición del número de compuertas

Tiempo (s)	Apertura/Objetivo (m)
0	10
720	10
1440	10
2160	10
2880	10

Figura 2.4: Parámetros de una compuerta lateral

2.6. Compuertas transversales

Cada compuerta transversal se caracteriza por su posición, su coeficiente de descarga (menor o igual a 1) y la historia temporal de aperturas o de valores objetivo del calado aguas arriba como la que se muestra en la figura 2.4. Para posibilitar la regulación conforme a un objetivo hay que marcar la casilla *Automática* y configurar el controlador PID como se muestra en la figura 2.5.

2.7. Parámetros de simulación

El número CFL establece el tamaño de paso temporal Δt con la ley

$$\Delta t = CFL \min \left(\frac{\Delta x}{|u| + \sqrt{gA/B}} \right) \quad (2.1)$$

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

Configuración Regulación Versión Beta

Configura los parámetros con la regulación del tramo a simular. Esta regulación puede hacerse a través de distintos métodos. Por el momento, se permite incluir una compuerta regulada a través de un controlador PID. Puedes consultar más información de esta técnica en la contribución:

Simulation of PID Control Applied to Irrigation Channels
Asier Lacasta, Mario Morales-Hernández, Pilar Brufau, Pilar García-Navarro. 12th International Conference on Computing and Control for the Water Industry, CCWI2013

[★ Descargar PDF](#)

Periodo de integración del controlador TI: 30	Periodo de derivación del controlador TD: 10	Periodo de muestreo del controlador TS: 20
Velocidad máxima de desplazamiento de compuerta (en S.I.). v Max: 0.01	Posición máxima de la compuerta (en S.I.). NOTA: ha de tenerse en cuenta que esta cola es aditiva a la cola en la que está posicionada la compuerta. z Max: 2	Rango de banda muerta mediante el cual se define el margen de no actuación de la compuerta (en S.I.). B.M.: 0.01
Coefficiente de tiempo actual. NOTA: valor entre 0 y 1. k (t): 1	Coefficiente de tiempo anterior (t-1). NOTA: valor entre 0 y 1. k (t-1): 0.8	Coefficiente de tiempo t-2. NOTA: valor entre 0 y 1. k (t-2): 0.6

Figura 2.5: Parámetros de regulación PID

simulación y la frecuencia temporal de volcado de datos. Esto se muestra en la figura 2.6.

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. CFL: 0.9	Tiempo en el que arranca la simulación. Tiempo en segundos Tiempo Inicial: 0	Tiempo final de la simulación. Este tiempo está expresado en segundos Tiempo Final: 3600
Intervalo de volcado por pantalla. NOTA: Poner un valor muy bajo puede repercutir en la velocidad de la simulación. Inter. Screen: 1000	Intervalo de volcado de Datos. Este valor está expresado en segundos. Inter. Data: 100	Intervalo de volcado de sondas (si las hay). Este valor está expresado en segundos. Inter. Sondas: 100

Parámetros computacionales

La configuración de estos parámetros están orientados a las operaciones que se harán en el servidor de **pelka1D**.

Número de celdas en las que discretizar el dominio ncells: 100	Tiempo máximo permitido para el cálculo del caso tc Max: 0.0	Número máximo de pasos de tiempo para el cálculo del caso niter Max: 3600.0
---	---	--

Figura 2.6: Parámetros numéricos de la simulación

CAPÍTULO 3

Paso II: Cálculo

Para iniciar el Paso II hay que pulsar el boton 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 mostrará una pantalla como la de la figura 3.1 donde la aplicación representa caudales en la entrada y la salida a lo largo del tiempo de la simulación así como el paso de tiempo que se calcula de forma dinámica y el error de conservación de la masa.

Entonces se accede al Paso III.



Figura 3.1: Evolución temporal durante el cálculo

CAPÍTULO 4

Paso III: Postproceso

Los resultados muestran:

- Perfiles longitudinales de nivel superficial a lo largo del canal en diferentes instantes de tiempo.
- Perfiles longitudinales de caudal a lo largo del canal en diferentes instantes de tiempo.
- Evolución temporal de apertura y caudal en las compuertas laterales.
- Evolución temporal de apertura, calado calculado y calado objetivo (en caso de ser automáticas) en las compuertas transversales

Todo esto se muestra en la figura 4.1:

Por último, es importante destacar que los resultados se pueden descargar a ficheros externos mediante el botón "Descargar resultados" situado arriba a la izquierda.

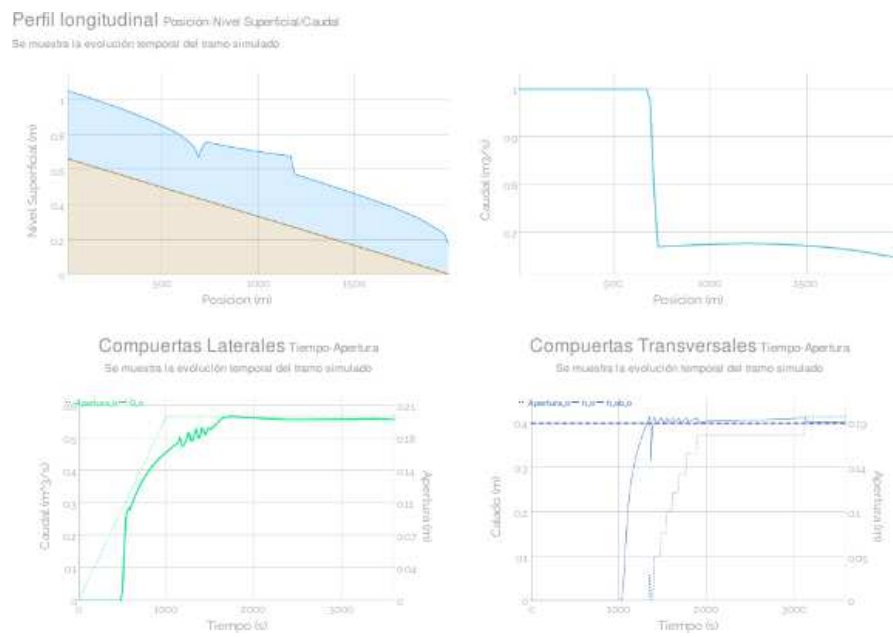


Figura 4.1: Resultados de la simulación