

Anexo A

Resumen de los experimentos con puentes

En este anexo se resume el artículo del que se han obtenido los datos experimentales[Burguete et ál., 2008] con los que comparar el modelo. Los puentes utilizados en los experimentos son los de la figura A.1, cuyas dimensiones se reflejan en la tabla A.1.

Los resultados registrados de estos experimentos son el caudal, el régimen(lámina libre, presión, sumergido), el calado aguas arriba h_u y el calado aguas abajo h_d . También se proporciona el valor de calado aguas arriba simulando con HEC-RAS. El conjunto de resultados se muestra en la tabla A.2.

Para simular estos experimentos en las simulaciones de este proyecto se ha fijado una curva de descarga $Q(h)$ en base al calado aguas abajo. El punto $Q - h_d$ se ha unido con el origen para formar una recta que se utiliza como curva de descarga.

Puente	a (cm)	b (cm)	c (cm)	d (cm)	e (cm)	f (cm)	g (cm)
Rect1	24	11	7	6	12	4,5	–
Rect2	24	12	10	3.5	17	7	–
Rect3	24	6	7	6	12	2.5	–
RC	24	16.5	7	6	12	12	2.5
Arch	24	8	7	7.3	9.4	–	–
T	24	8.5	6	9	6	4.5	4

Tabla A.1: Dimensiones de los puentes utilizados en los experimentos.

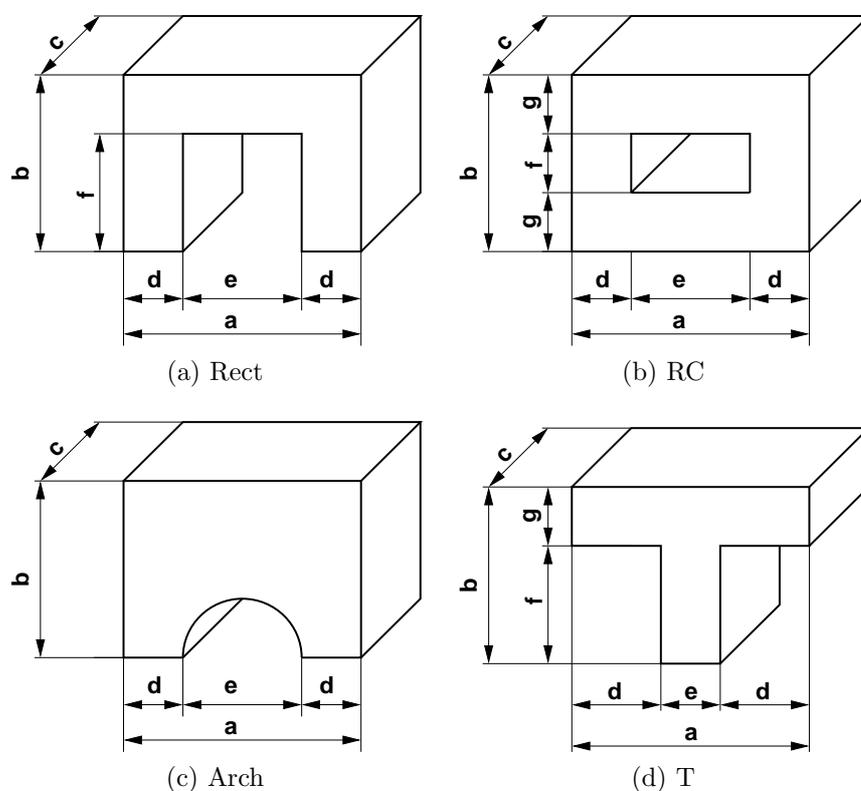


Figura A.1: Puentes utilizados en los experimentos.

Puente	Régimen	$Q(m^3/h)$	$h_u(cm)$	$h_d(cm)$	HEC-RAS $h_u(cm)$
Rect1	L. Libre	9.2	5.7	3.1	6.06
Rect1	Presión	12.8	7.5	3.7	8.39
Rect2	L. Libre	9.2	4.2	3.2	4.78
Rect2	L. Libre	14.8	6.0	4.5	6.52
Rect3	Presión	5.9	4.3	2.5	5.29
Rect3	Sumergido	10.73	7.6	3.2	7.86
Rect3	Sumergido	13.9	8.2	3.8	8.59
RC	L.Libre	14.8	10.4	3.5	10.6
Arch	L.Libre	5.8	5	2.4	5.82
Arch	Presión	8.26	7.3	2.5	8.38
T	L.Libre	5.8	3.2	2.4	3.49
T	L.Libre	8.2	4	2.9	4.29
T	Presión	15.9	6.5	4.2	6.87

Tabla A.2: Resumen de condiciones y resultados de los experimentos.

Anexo B

El programa de simulación

En este anexo se describe el funcionamiento y uso del programa de simulación. El programa de simulación es un código escrito en FORTRAN, que lee unos archivos de entrada, hace los calculos necesarios, y escribe el resultado en unos archivos de salida. Los archivos de entrada son archivos de texto que describen todos los aspectos de la situación a simular. Los más importantes son:

- La malla: La malla se describe mediante nodos y celdas. Para cada nodo se especifican sus coordenadas x e y, y para cada celda los nodos de los que esta formado y su elevación. También se puede definir la situación inicial en la que se encuentra el flujo, o partir de una malla seca. Las mallas se generan programando códigos auxiliares que calculen las posiciones de los nodos y los nodos que configuran cada celda y escriban el fichero de entrada necesario. Un ejemplo de como es una malla creada se muestra en la figura B.1. El archivo de texto que define

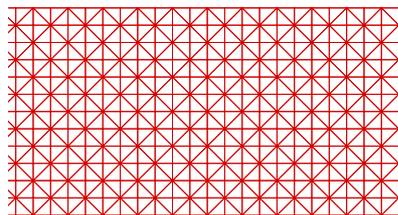


Figura B.1: Ejemplo de malla.

la malla tiene este aspecto:

```
NVERT          3
```

```

NCELL          4800
NNODE          2613
  0.0000000000000000      0.0000000000000000
  1.99999995529651642E-002  0.0000000000000000
  3.99999991059303284E-002  0.0000000000000000
  ...

      1      2      202
      2     203     202
      2      3     204
  ...

  0.0000000000000000
  0.0000000000000000
  0.0000000000000000
  ...

```

- Entradas de cauce: En un archivo de texto se definen las entradas de cauce a la malla. Por ejemplo en la mayoría de los casos simulados en este proyecto se tiene una única entrada de cauce que se define a través de las celdas a las que afectaba y un hidrograma (curva $Q(t)$). Esta curva se describe con algunos puntos, y en los puntos intermedios se interpolan los valores. Por ejemplo:

```

NUMERO_PUNTOS_FUNCION      3
0          0.002555556
10         0.002555556
36000      0.002555556

```

donde la primera columna especifica el tiempo en s y la segunda el caudal en m^3/s , sería un hidrograma de caudal constante.

- Salidas de cauce: Mediante otro archivo de texto similar al de entradas de cauce se definen las salidas de cauce de la malla. Este archivo fija la condición de contorno. En las simulaciones de este proyecto se ha utilizado una curva de descarga ($Q(h)$) para esta condición de contorno.
- Puentes: Cuando se representan los puentes con las formulaciones presentadas en este proyecto es necesario un archivo que defina los puentes. En este archivo se dan las características geométricas de los puentes a través de puntos que definan la sección, un valor de ancho del puente y

otro del rozamiento. También se le indica al programa las celdas a las que afecta el puente. Este archivo tiene el siguiente aspecto:

```
PAREJASCELDAS_PUENTE1          12
CELDA12          99 101
CELDA12          500 502
CELDA12          899 901
...

DIR_X            1.D0
DIR_Y            0.D0
ANCHO            0.07D0
MANNING          0.03D0
NPUNTOS_PUENTE  29
0.0000 0.0600 0.0600 0.0600 0.0600
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0600
0.0100 0.0000 0.0000 0.0000 0.0600
...
```

- Otros: A través de otros archivos se pueden controlar parametros de la simulación tales como el tiempo que se va a simular, los rozamientos con el fondo o la colocación de sondas.

Como archivos de salida obtenemos principalmente:

- Volcados de la solución: El programa vuelca la solución de las variables h , u y v para cada celda cada cierto tiempo en archivos de texto. Estos archivos tienen este aspecto:

```
NIVEL_SUPERFICIAL_INICIAL  0.0000000000000000
VELOCIDADX_INICIAL        0.0000000000000000
VELOCIDADY_INICIAL        0.0000000000000000
LEER_CELDAS                1
          0.052083198          0.204445015          0.000000000
          0.052081390          0.204451331          0.000000782
          0.052075700          0.204473947          0.000000000
...
```

Para las visualizaciones 2D y 3D se convierten estos archivos al formato reconocible por un programa de visualización, como por ejemplo Tecplot que ha sido el utilizado en este proyecto.

- Variables registradas por las sondas: Son archivos que continen las variables de interes registradas por las sondas en cada instante de tiempo.