

# Manual de usuario del programa *SWOCS*

versión 1.0

**Autores:** Javier Burguete Tolosa y Samuel Ambroj Pérez

Copyright © 2011-2012 Javier Burguete Tolosa. Todos los derechos reservados

20 de junio de 2012

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
1.1. Internacionalización . . . . .	2
<b>2. Instrucciones de instalación y ejecución</b>	<b>3</b>
2.1. Requisitos de compilación . . . . .	3
2.2. Instalación en el sistema operativo Unix . . . . .	3
2.3. Instalación en el sistema operativo Microsoft Windows . . . . .	4
2.4. Ejecución del programa . . . . .	4
<b>3. Formato de los ficheros de entrada y salida</b>	<b>6</b>
3.1. Formato del fichero de entrada del cauce . . . . .	6
3.1.1. Tipo de salida . . . . .	7
3.1.2. Modelos y coeficientes de fricción . . . . .	7
3.1.3. Modelos y coeficientes de infiltración . . . . .	8
3.1.4. Modelos y coeficientes de difusión . . . . .	8
3.1.5. Tipos y parámetros de las condiciones iniciales . . . . .	8
3.1.6. Modelos numéricos del flujo de superficie . . . . .	9
3.1.7. Modelos numéricos de la difusión . . . . .	9
3.1.8. Modelos físicos de la superficie de flujo . . . . .	9
3.2. Formato del fichero de resultados de las variables . . . . .	9
3.3. Formato del fichero de resultados de los flujos . . . . .	9
3.4. Formato del fichero de resultados del avance . . . . .	10
3.5. Formato del fichero de entrada de las sondas . . . . .	10
3.6. Formato del fichero de resultados de las sondas . . . . .	10

# Capítulo 1

## Introducción

El programa *SWOCS* (*Shallow Water Open Channel Simulator*) está diseñado para resolver numéricamente flujos transitorios unidimensionales y transporte con difusión de solutos en un canal o surco, con presencia de infiltración. Existen versiones para sistemas operativos Unix y Windows. Windows es una marca registrada de Microsoft Corporation.

El código ha sido escrito en lenguaje C. El programa se distribuye junto con el código fuente, siendo de libre uso y distribución bajo una licencia de tipo BSD.

### 1.1. Internacionalización

El programa *SWOCS* está escrito en inglés. Para evitar problemas con el formato de los ficheros de entrada y salida con distintas configuraciones regionales, se ha fijado el formato de los números reales en el estándar internacional. Por tanto, debe usarse el carácter “.” para señalar la coma decimal. El carácter “e”, bien en mayúsculas o en minúsculas, indica el exponente del número. Todas las unidades están expresadas en el Sistema Métrico Decimal.

# Capítulo 2

## Instrucciones de instalación y ejecución

### 2.1. Requisitos de compilación

Para compilar el programa *SWOCS* en sistemas operativos de tipo Unix se necesita tener instalados:

`gcc`, `GNU make`

En Windows puede realizarse la compilación a través de las plataformas *cygwin* (<http://www.cygwin.com/>) y *MinGW* (<http://www.mingw.org/>).

También pueden usarse otros compiladores. En este caso el archivo de compilación proporcionado (`makefile`) no es compatible, y sería necesario crear algún tipo de fichero o proyecto para compilar el conjunto de ficheros.

### 2.2. Instalación en el sistema operativo Unix

La instalación de este programa en Unix consta de los siguientes pasos:

1. Descomprima el fichero *swocs-src-1-0.zip*.  
Al descomprimir el archivo aparecen archivos con extensiones `.c`, `.h` y un archivo de compilación (`makefile`) en formato *GNU make*.

2. En un terminal ejecute la instrucción: **make**  
Este paso crea el ejecutable **swocs**
3. También pueden descargarse:
  - el manual de usuario en español (*swocs-manual-usuario-1-0.pdf*)
  - el manual de usuario en inglés (*swocs-user-manual-1-0.pdf*)
  - y un manual de referencia del programador (*swocs-reference-manual-1-0.pdf*).

## 2.3. Instalación en el sistema operativo Microsoft Windows

Para realizar la instalación en Windows sólo necesita un paso:

1. Descargue el ejecutable *swocs.exe*.  
Si descarga este fichero no necesitará realizar la compilación de los códigos fuente. Si desea compilar a partir de los códigos fuente descargue y descomprima el fichero *swocs-src-1-0.zip* y proceda igual que la compilación en Unix descrita en la sección anterior.

## 2.4. Ejecución del programa

En sistemas Microsoft Windows, para ejecutar el programa vaya al modo de comandos:

**Inicio→Programas→Accesorios→Símbolo del sistema**

Después acceda usando la orden *cd* al directorio donde se ubica el ejecutable.

**Ejemplo:** `cd C:\Programas\Swocs`

La sintaxis de ejecución, tanto en sistemas Unix como en Microsoft Windows, de una simulación es la siguiente:

*swocs fichero1 fichero2 fichero3 fichero4 fichero5 fichero6*

donde los ficheros son:

*fichero1*, fichero de entrada del cauce.

*fichero2*, fichero de resultados de las variables.

*fichero3*, fichero de resultados de los flujos.

*fichero4*, fichero de resultados del avance.

*fichero5*, fichero de entrada de las sondas.

*fichero6*, fichero de resultados de las sondas.

El formato de cada uno de los 6 ficheros se explica en el capítulo posterior.

## Capítulo 3

# Formato de los ficheros de entrada y salida

Todos ficheros de entrada y salida utilizan codificación ASCII, pudiéndose crear y modificar con una gran variedad de editores de texto (`notepad`, `vim`).

### 3.1. Formato del fichero de entrada del cauce

Se muestra en primer lugar un ejemplo de un fichero de entrada del cauce:

```
100 0 0.14 1.222 0.27
2
1 1 1
0.062
9.6e-06 0.115 0 0.8
11.82
1
0 0.001
4
567 0
567 0.0106
867 0.0106
867 0
401 1
3900 60 0.9 0.01
2 2
1
```

Cada valor tiene la siguiente correspondencia:

```

(longitud) (pendiente fondo) (anchura fondo) (pendiente pared) (profundidad)
(tipo de salida)
(modelo de fricción) (modelo de infiltración) (modelo de difusión)
(coeficientes de fricción) ...
(coeficientes de infiltración) ...
(coeficientes de difusión) ...
(número de puntos hidrograma de entrada de agua)
(tiempo hidrograma de entrada) (caudal hidrograma de entrada)
...
(número de puntos hidrograma de entrada de soluto)
(tiempo hidrograma entrada soluto) (caudal hidrograma entrada soluto)
...
(número de nodos de la malla) (tipo de condiciones iniciales)
(tiempo final) (intervalo tiempo entre medidas) (número CFL) (altura mínima)
(modelo numérico flujo de superficie) (modelo numérico de la difusión)
(modelo físico de la superficie flujo)

```

### 3.1.1. Tipo de salida

- 1: Cerrada.
- 2: Abierta.

### 3.1.2. Modelos y coeficientes de fricción

En la versión actual sólo se encuentra disponible el modelo de fricción de Gauckler-Manning. El único coeficiente de fricción necesario para este modelo es el número de Gauckler-Manning,  $n$ . Nuevos modelos de fricción podrían necesitar más de un único coeficiente de fricción.

```

(modelo de fricción):
    1: Gauckler-Manning.
(coeficientes de fricción):
     $n$ 

```

En el caso de Gauckler-Manning la formulación empleada es la siguiente ([Burguete et al., 2009]):

$$S_f = \frac{n^2 Q |Q| P^{4/3}}{A^{10/3}} \quad (3.1)$$

donde  $S_f$  es la pendiente de fricción,  $Q$  es el caudal superficial,  $P$  es el perímetro mojado de la sección transversal superficial y  $A$  es el área mojada de la sección transversal superficial.



### 3.1.3. Modelos y coeficientes de infiltración

En la versión actual sólo se encuentra disponible el modelo de infiltración de Kostiakov-Lewis. Para este modelo son necesarios 4 coeficientes de infiltración. Nuevos modelos de infiltración podrían necesitar un número distinto de coeficientes de infiltración.

(modelo de infiltración):  
1: Kostiakov-Lewis.  
(coeficientes de infiltración):  
 $K \quad a \quad i_c \quad D$

La formulación del modelo de Kostiakov-Lewis ([Burguete et al., 2009]):

$$\frac{d\alpha}{dt} = P \left[ i_c + Ka \left( \frac{\alpha}{DK} \right)^{a-1/a} \right] \quad (3.2)$$

donde  $\alpha$  es el área infiltrada,  $t$  es la coordenada temporal,  $i_c$  es la velocidad de infiltración en suelo saturado,  $K$  es el parámetro de infiltración de Kostiakov,  $a$  es el coeficiente de infiltración de Kostiakov y  $D$  es la distancia entre surcos.

### 3.1.4. Modelos y coeficientes de difusión

En la versión actual sólo se encuentra disponible el modelo de difusión de Rutherford. El único coeficiente de difusión necesario para este modelo es el coeficiente adimensional de difusión superficial,  $D_x$ .

(modelo de difusión):  
1: Rutherford.  
(coeficientes de difusión):  
 $D_x$

La formulación del modelo de difusión de Rutherford ([Burguete et al., 2009]):

$$K_x = D_x \sqrt{gAP|S_f|} \quad (3.3)$$

donde  $K_x$  es el coeficiente de difusión superficial y  $g$  es la constante gravitatoria.

### 3.1.5. Tipos y parámetros de las condiciones iniciales

1: Cauce seco.

### 3.1.6. Modelos numéricos del flujo de superficie

- 1: McCormack.
- 2: Upwind.

### 3.1.7. Modelos numéricos de la difusión

- 1: Explícito.
- 2: Implícito.

### 3.1.8. Modelos físicos de la superficie de flujo

- 1: Completo.
- 2: Cero-inercia.
- 3: Difusivo.
- 4: Cinemático.

## 3.2. Formato del fichero de resultados de las variables

El fichero de resultados de las variables presenta el valor en la coordenada longitudinal,  $x$ , de 5 variables de interés, para el tiempo final de la simulación. El orden es el mostrado a continuación:

$$\begin{array}{cccccc} x & A & Q & A \cdot s & \alpha & \alpha \cdot s_i \\ & & & & & \dots\dots\dots \end{array}$$

donde  $s$  es la concentración de soluto promedio en la sección transversal superficial y  $s_i$  es la concentración de soluto infiltrada.

## 3.3. Formato del fichero de resultados de los flujos

El fichero de resultados de los flujos presenta el valor en la coordenada longitudinal,  $x$ , de 4 variables de interés, para el tiempo final de la simulación.

El orden es el mostrado a continuación:

$$\begin{array}{ccccccccc}
 x & \frac{\delta(Qu)}{\delta x} & -gA\frac{\delta z_b}{\delta x} & gA\frac{\delta h}{\delta x} & gAS_f & & & & \\
 & & & & & \dots\dots\dots & & & 
 \end{array}$$

donde  $u$  es la velocidad promedio en la sección transversal superficial,  $h$  es la altura de agua superficial y  $z_b$  es la coordenada vertical del fondo de la sección transversal.

### 3.4. Formato del fichero de resultados del avance

Este fichero guarda para cada paso temporal la pareja de valores:

$$\begin{array}{cc}
 t & x_{av} \\
 \dots & 
 \end{array}$$

donde  $x_{av}$  es la coordenada longitudinal máxima que alcanza el agua en tiempo  $t$ .

### 3.5. Formato del fichero de entrada de las sondas

El formato del fichero de entrada se sondas es muy sencillo:

$$\begin{array}{l}
 (\text{número de sondas}) \\
 (\text{coordenada } x) \\
 \dots
 \end{array}$$

### 3.6. Formato del fichero de resultados de las sondas

El número de columnas de este fichero depende del número de sondas que hayan sido definidas en el fichero de entrada de sondas. En cada paso temporal guarda para cada sonda la pareja de valores  $(h, s)$ :

$$\begin{array}{ccccccc}
 t & h_1 & s_1 & \cdots & h_N & s_N \\
 & & & & & & \dots\dots\dots
 \end{array}$$

donde  $N$  es el número total de sondas.

## Notación

$\alpha$  = área infiltrada,

$A$  = área mojada de la sección transversal superficial,

$a$  = es el coeficiente de infiltración de Kostiakov,

$D$  = distancia entre surcos,

$D_x$  = coeficiente adimensional de difusión superficial,

$g$  = constante gravitatoria,

$h$  = altura de agua superficial,

$i_c$  = velocidad de infiltración en suelo saturado,

$K$  = parámetro de infiltración de Kostiakov,

$K_x$  = coeficiente de difusión superficial,

$N$  = número total de sondas,

$n$  = número de Gauckler Manning,

$P$  = perímetro mojado de la sección transversal superficial,

$Q$  = caudal superficial,

$S_f$  = pendiente de fricción,

$s$  = concentración de soluto promedio en la sección transversal superficial,

$s_i$  = concentración de soluto infiltrada,

$t$  = coordenada temporal,

$u = \frac{Q}{A}$  = velocidad promedio en la sección transversal superficial,

$x$  = coordenada longitudinal,

$x_{av}$  = coordenada longitudinal máxima que alcanza el agua en tiempo  $t$ ,

$z_b$  = coordenada vertical del fondo de la sección transversal,

# Bibliografía

- [Burguete et al., 2009] Burguete, J., Zapata, N., García-Navarro, P., Maïka-ka, M., Playán, E., and Murillo, J. (2009). Fertigation in furrows and level furrow systems. I: Model description and numerical tests. *ASCE Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 135(4):401–412.