

# ESTUDIO EXPERIMENTAL Y TEÓRICO DE LA RESISTENCIA Y LA CARACTERIZACIÓN TURBULENTO DEL FLUJO EN LECHOS CON COBERTURA VEGETAL FLEXIBLE

## RESUMEN

En la actualidad los pasos de la obra civil en ríos y demás sistemas hidráulicos van encaminados hacia una "naturalización" de los mismos. Este concepto consiste en poner en práctica una serie de actuaciones sobre los cauces de los ríos, de manera que se recuperan las características naturales e intrínsecas de las corrientes fluviales, afectadas invariablemente por la acción humana y las estructuras ingenieriles. La recuperación de los meandros y la reforestación son medidas que persiguen la reducción del impacto, y la mejora de las condiciones medioambientales.

Bajo esta filosofía, se procedió a la plantación de unas zonas de humedal en el tramo bajo del río Besos, a la salida de la depuradora de aguas de Montcada. Dichos humedales están formados por especies fluviales autóctonas, básicamente por *Phragmites Australis*, de gran resistencia ante los cambios de flujo. Además de una acción de estabilización del cauce del río, las plantas realizan un proceso de depuración terciaria de las aguas procedentes de la depuradora. Las raíces del *Phragmites Australis* absorben los fosfatos y los nitratos que no se eliminan en las depuradoras, mejorando considerablemente los parámetros de calidad del agua del río.

Desgraciadamente, estos humedales provocan una obstrucción a la corriente en condiciones de avenida, reduciendo la capacidad del río en dicho tramo. Esta preocupación lleva a un estudio detallado de la influencia y el efecto de las plantas en la resistencia al flujo. Para ello, se construye un modelo reducido del tramo en cuestión, con unos elementos flexibles (tiras de plástico), que trata de reproducir las condiciones tanto hidráulicas como de rigidez del *Phragmites* (estudio realizado por el CEDEX y el dept. Hidráulica e Hidrología de la ETSECCPB-UPC).

En este marco, y como continuación, se engloba esta tesina de especialidad. En la experimentación se utilizó un canal de 20 m de longitud y 1 m de anchura, con un fondo de grava de pendiente  $i = 0.64\%$ , en el cual se plantaron estos modelos de plástico (de 13 cm de altura) en un tramo de 8 m de longitud. Uno de los objetivos era conocer la influencia de la densidad de plantas en el lecho, por lo que se distribuyeron con 3 densidades distintas: 156 plantas/m<sup>2</sup>, 100 pl/m<sup>2</sup> y 70 pl/m<sup>2</sup>. Las condiciones hidráulicas fueron también modificadas, con 7 caudales de ensayo distintos.

Las medidas experimentales tomadas fueron calados y velocidades a lo largo de 66 puntos repartidos en una sección transversal. Se registraron grandes series de velocidades por punto, y se midieron las 3 componentes de la velocidad a lo largo de perfiles verticales con un velocímetro de alta frecuencia de muestreo (25 Hz). Estos datos nos permiten describir el comportamiento turbulento del flujo. También se midió la flexión de la planta en cada ensayo.

Los datos arrojan resultados interesantes, como la reducción de los coeficientes de fricción (coeficientes de Manning) a medida que el caudal aumenta, de forma que la pérdida de capacidad del río frente a avenida no resulta tan importante. Además, la influencia de la densidad de plantas pierde importancia para caudales altos y planta totalmente flexionada. Se hace un análisis de la estrecha relación existente entre condiciones de flujo y deformación de la

planta, en base a sus características mecánicas y su distribución superficial.

Se realiza una modelización de los perfiles verticales de velocidad para el flujo con plantas. El comportamiento se divide en dos regiones, una por debajo de planta (inter-planta) con distribuciones lineales de velocidad y otra región por encima de la planta, con distribución logarítmica. Las plantas modifican, en esencia, la difusión de momentum y energía en el flujo. En la zona de frontera entre regiones ( zona de extremo de planta) se produce el cambio de estado, acompañado de un aumento de la actividad y de las tensiones turbulentas. Es una zona de intensificación de remolinos y la transferencia de energía entre ellos es mayor.