

LLETRES DE BATALLA

Nova tècnica per a l'estudi de la relació entre la deriva de macroinvertebrats i el transport de sediments

Damià Vericat^{*,**}, Ramon J. Batalla^{**,***} & Chris N. Gibbins^{****}

Rebut: 16.12.08
Acceptat: 20.02.09

Resum

En aquesta nota tècnica es presenten els resultats obtinguts amb un canal d'assaigs portàtil que permet l'estudi de la interacció entre els paràmetres hidràulics del flux, el transport de sediments i la mobilitat de macroinvertebrats en sistemes fluvials. Els resultats obtinguts en els experiments realitzats a la conca de la ribera Salada posen de manifest que la mobilitat involuntària de macroinvertebrats (anomenada *deriva catastròfica*) és un fenomen relativament freqüent i que està directament relacionat amb l'inici de moviment de les partícules del llit del riu.

MOTS CLAU: macroinvertebrats, transport de sediments, canal d'assaig, paràmetres hidràulics, rius, experiments de camp

* Aberystwyth University. Institute of Geography and Earth Sciences. Centre for Catchment and Coastal Research (País de Gal·les, Regne Unit). A/e: ddv@aber.ac.uk

** Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Àrea d'Hydrologia (Catalunya, Espanya). A/e: damia.vericat@ctfc.cat, ramon.batalla@ctfc.cat

*** Universitat de Lleida. Departament de Ciències del Sòl i Ciències de la Terra (Catalunya, Espanya). A/e: rbatalla@macs.udl.cat

**** University of Aberdeen. Department of Geography and Environment (Escòcia, Regne Unit). A/e: c.gibbins@abdn.ac.uk

Abstract

New field technique to study the relation between invertebrate drift and sediment transport

This technical communication describes the results obtained using a novel portable flume that allows the study of the interactions among channel hydraulics, sediment transport and macroinvertebrate drift. First results obtained in the experimental Ribera Salada basin show as involuntary drift (so-called *catastrophic drift*) is a relatively frequent process and it is directly related to the sediment entrainment threshold conditions.

KEY WORDS: macroinvertebrates, sediment transport, portable flume, hydraulic parameters, rivers, field experiments

Resumen

Nueva técnica para el estudio de la relación entre la deriva de macroinvertebrados y el transporte de sedimentos

En esta nota técnica se presentan los resultados obtenidos con un canal de ensayos portátil que permite el estudio de la interacción entre los parámetros hidráulicos del flujo, el transporte de sedimentos y la movilidad de macroinvertebrados en sistemas fluviales. Los resultados obtenidos en los experimentos realizados a la cuenca de la Ribera Salada ponen de manifiesto que la movilidad involuntaria de macroinvertebrados (denominada *deriva catastrófica*) es un fenómeno relativamente frecuente y que está directamente relacionado con el inicio de movimiento de las partículas del lecho del río.

PALABRAS CLAVE: macroinvertebrados, transporte de sedimentos, canal de ensayos, parámetros hidráulicos, ríos, experimentos de campo

Base lògica

S'ha dissenyat i construït un canal d'assaigs portàtil que permet l'estudi de les relacions entre la hidràulica del flux, el transport de sediments i la deriva de macroinvertebrats bentònics en rius.

Els macroinvertebrats es mobilitzen de manera voluntària o involuntària. En condicions de cabal baix i a causa de necessitats biològiques (per exemple, refugi, alimentació, etc.), aquests animals poden desplaçar-se des del seu hàbitat a un altre deixant-se portar voluntàriament pel corrent del riu. Contràriament, en moments de crescuda són fàcilment mobilitzables i transportats de manera massiva i involuntària. Aquest fenomen s'ha descrit habitualment amb el terme *deriva catastròfica* (*catastrophic drift*; vegeu, per exemple, Giller & Malmqvist, 1998). La mobilitat del sediment que forma el llit del riu ha estat apuntada com la principal causa d'aquest procés (Brittain & Eikeland, 1988). Aquesta hipòtesi sembla força evident i incostestable, ja que molts invertebrats es refugien entre els intersticis dels sediments (per exemple, sorres, graves, etc.) que formen els llits dels rius i, per tant, estan sotmesos a la dinàmica de

moviment i repòs de les partícules. La mobilitat dels sediments durant les crescudes implicaria, per consegüent, el desplaçament dels macroinvertebrats de manera involuntària aigües avall. Paradoxalment, és summament difícil el fet de disposar de dades empíriques per corroborar aquesta hipòtesi, ja que durant els episodis de crescuda les condicions hidràuliques a la llera dificulten l'accés i/o la instal·lació d'equipament per realitzar mesures directes. Aquest article descriu les característiques i el funcionament d'un canal d'assaigs portàtil que permet recrear condicions hidràuliques semblants a les que es donen al llarg de crescudes de baixa magnitud, i també durant els primers instants de crescudes d'alta magnitud. Els primers experiments s'han realitzat sobre el llit de graves de la conca experimental de la ribera Salada.

Descripció del canal d'assaigs

El canal d'assaigs (figura 1) permet realitzar experiments al mateix llit del riu sense modificar-ne les estructures sedimentàries i l'hàbitat fluvial, la qual cosa millora els treballs anteriors fets en laboratori i dona, per tant, una base empírica més robusta als resultats obtinguts i a la seva generalització. Les característiques del canal d'assaigs es mostren a la figura 1. Bàsicament consta de dues parts: *a*) la zona fixa experimental i de mesures ($1 \times 0,5 \times 0,5$ m) i *b*) les portes mòbils que permeten manipular el flux ($1,2 \times 0,5 \times 0,5$ m). A la part final de la zona experimental hi ha ubicat un sistema que permet fixar una xarxa per al mostreig del sediment mobilitzat (per exemple, sorres i graves) i els animals que es posen en deriva durant els experiments. La mida de diàmetre de porus de xarxa emprada durant els experiments ha estat d'1 mm. D'aquesta manera, el mostreig de sediments i de macroinvertebrats vindrà condici-

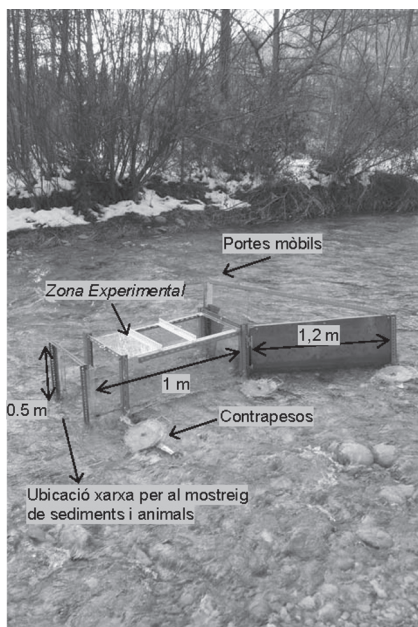


FIGURA 1. Fotografia del canal d'assaigs experimental amb indicació de les mesures i els seus components principals.

onat per aquest diàmetre. Així, s'han eliminat de les anàlisis tots aquells animals i sediments inferiors a 1 mm. Tot i això, el diàmetre de porus de xarxa pot ser modificat en funció de l'objectiu dels experiments. Mitjançant l'obertura de les portes, s'incrementa la circulació d'aigua a la zona de mesura, tot alterant les condicions hidràuliques (per exemple, més velocitat i més tensió de tall sobre la llera) dins del canal i, en particular, sobre l'àrea objecte d'experimentació.

Resultats dels experiments

S'ha realitzat un total de 27 experiments amb el canal d'assaigs entre el gener i l'abril del 2006 a la conca experimental de la ribera Salada (per a més detalls d'aquesta conca, vegeu Batalla *et al.*, 2005). Els experiments

consten de dues fases. A la primera (*no manipulació*) es col·loca el canal sobre la zona objecte d'estudi, es posen les portes en paral·lel, i es mesuren les variables hidràuliques a l'àrea experimental, i el transport de sediments i de macroinvertebrats a la sortida del canal. A la segona fase (*manipulació*), s'obren les portes i, consegüentment, s'incrementa l'amplada de la secció que deriva cabal cap a la zona experimental (figura 1). En incrementar el cabal d'aigua que circula per l'interior del canal, s'observa un important increment de la velocitat de l'aigua. A l'interior de la zona experimental, es mesuren les mateixes variables indicades anteriorment. La tensió de tall es calcula mitjançant els valors de velocitat mesurats just sobre el llit del riu seguint el mètode proposat per Whiting & Dietrich (1990). La tensió de tall exercida pel flux a les proximitats del llit del riu és un clar indicador de la capacitat de mobilitzar sediment. La figura 2 mostra els valors de tensió de tall durant la primera i la segona fase dels diversos experiments. Durant la fase de *no manipulació*, els valors obtinguts a la zona experimental coincideixen amb els valors obtinguts abans de posar el canal a la llera. La tensió de tall no va sobrepassar en cap de les mesures els 7 N m^{-2} . En cap d'aquests experiments no es va recollir sediment a la xarxa de mesura col·locada a la sortida del canal (figura 3). El nombre de macroinvertebrats mobilitzats per unitat de temps no va superar els 8 animals per minut, un valor característic de mobilitat voluntària (vegeu, per exemple, Giller & Malmqvist, 1998; figura 3). Amb l'obertura de les portes, o fase de *manipulació*, s'observa un clar increment dels valors de velocitat dins el canal i, per tant, de tensió de tall. El màxim increment observat va ser de 3 Nm^{-2} a 40 Nm^{-2} (figura 2). En incrementar els valors de tensió de tall, s'assoleix el llinard d'inici de moviment de sediments característic d'aquest riu (per exemple, taques de sorra i grava fina

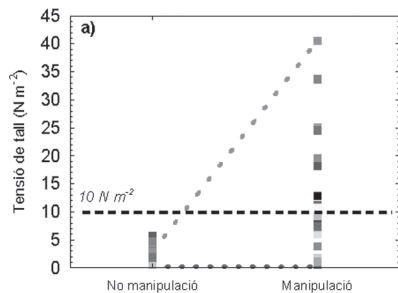


FIGURA 2. Valors de tensió de tall a les fases experimentals: *manipulació* i *no manipulació*. Les línies discontinues mostren el màxim i el mínim increment entre les dues fases. S'indica com a referència el llindar d'inici de moviment ($10 N m^{-2}$) de les fraccions grolleres del llit del riu (per exemple, sorres i graves).

envoltades per una cuirassa oberta de graves grolleres i còdols). Superat aquest llindar ($\approx 10 N m^{-2}$; per a més detalls, vegeu les figures 2 i 3), s'inicia el transport de sediment (càrrega de fons). A la figura 2 s'observa clarament que, un cop superat l'esmentat llindar, s'incrementen notablement les taxes de càrrega de fons, encara que els valors són baixos i no comporten ni mobilització general de la llera ni canvis en la seva morfologia. De la mateixa manera, quan s'inicia el transport de sediments augmenta de manera exponencial la quantitat d'animals mobilitzats des de l'interior de la zona experimental, tot obtenint valors entre els 10 i els 40 individus per minut (per a més detalls i informació referent a la composició dels animals mostrejats, vegeu Gibbins *et al.*, 2007).

Conclusions

Els experiments realitzats a la ribera Salada mitjançant un nou canal d'assaigs portàtil mostren les possibilitats d'ús d'aquesta tècnica per a l'obtenció de dades que permeten l'estudi de la interacció entre els paràmetres hidràulics del flux, el transport de sediments i la mobili-

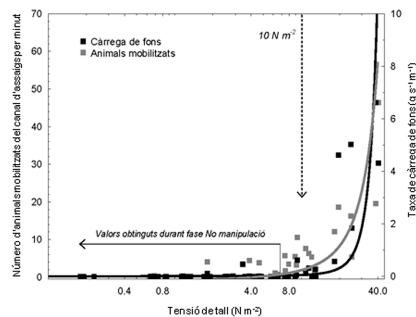


FIGURA 3. Relació entre la tensió de tall, el nombre d'animals mobilitzats per minut a la zona experimental del canal i el transport de sediments (taxa de càrrega de fons). Es mostren els models estadístics (exponencials) que millor s'ajusten a les dades i que permeten observar la tendència. S'indiquen: 1) el rang de valors obtinguts durant la fase de *no manipulació* i 2) el llindar d'inici de moviment ($10 N m^{-2}$). Vegeu el text per a més detalls.

tat de macroinvertebrats en sistemes fluvials. Els resultats han posat de manifest que la deriva en massa de macroinvertebrats (anomenada *catastròfica*) és un fenomen que succeeix de manera més freqüent del que fins ara es pensava i que està clarament associada a l'inici de moviment de les partícules del llit del riu, un fet que es dona en crescudes petites i freqüents. Aquest canal permet també estudiar amb detall aspectes clau en el camp de la geomorfologia (per exemple, l'inici de moviment dels sediments) i de l'ecologia fluvial (per exemple, els patrons de mobilitat de macroinvertebrats).

Agraïments

Els autors mostren el seu agraïment a la doctora Montserrat Real per l'avaluació i la revisió d'aquest article, i a les doctores Dubrovka Pokrajac i Lorna Campbell pels seus consells durant el disseny del canal d'assaigs. També s'agraeix el suport econòmic facilitat per la Leverhulme Trust (Regne

Unit) i per la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (Catalunya, Espanya).

Referències

- BATALLA, R. J.; GARCIA, C. & BALASCH, J. C. 2005. Total sediment load in a Mediterranean mountainous catchment (the Ribera Salada river, Catalan Pre-Pyrenees, NE Spain). *Zeitschrift für Geomorphologie*, 49(4): 495-514.
- BRITTAIN, J. & EIKELAND, T. J. 1988. Invertebrate drift —a review. *Hydrobiologia*, 166: 77-93.
- GIBBINS, C. N.; VERICAT, D. & BATALLA, R. J. 2007. When is stream invertebrate drift catastrophic? The role of hydraulics and sediment transport in initiating drift during flood events. *Freshwater Biology*, 52: 2369-2384.
- GILLER, P. S. & MALMQVIST, B. 1998. *The biology of streams and rivers*. Oxford University Press. Oxford.
- WHITING, P. J. & DIETRICH, W. E. 1990. Boundary shear stress and roughness over mobile alluvial beds. *Journal of Hydraulic Engineering*, 116(12): 1495-1511.

