

Avances para el control del transporte de fondo en una crecida controlada


Vericat D., Tena A., Ville F., Batalla, R.J.



Universitat
de Lleida



www.fluvialdynamics.com

 [rius_research](https://www.instagram.com/rius_research)

BEDLOAD: NOT AN EASY TASK

WATER RESOURCES RESEARCH, VOL. 42, W01402, doi:10.1029/2005WR004025, 2006

Bed load bias: Comparison of measurements obtained using two (76 and 152 mm) Helley-Smith samplers in a gravel bed river

Damia Vericat

Department of Environment and Soil Sciences, University of Lleida, Lleida, Spain

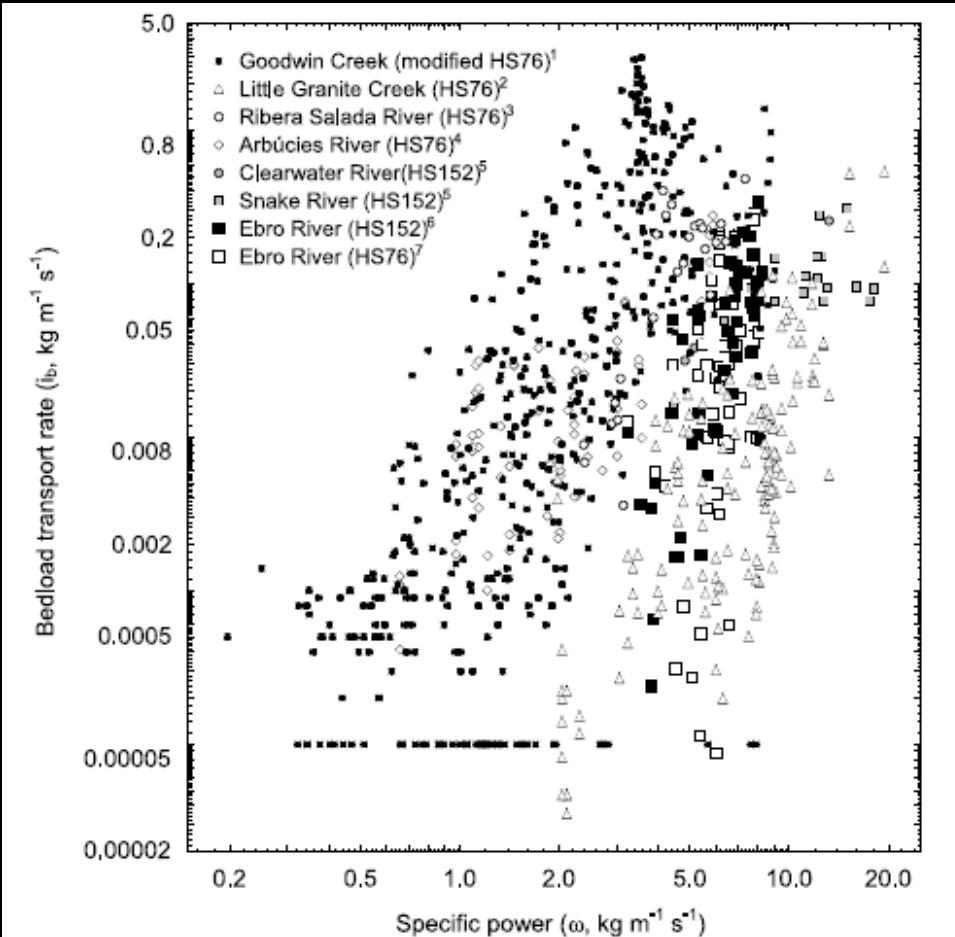
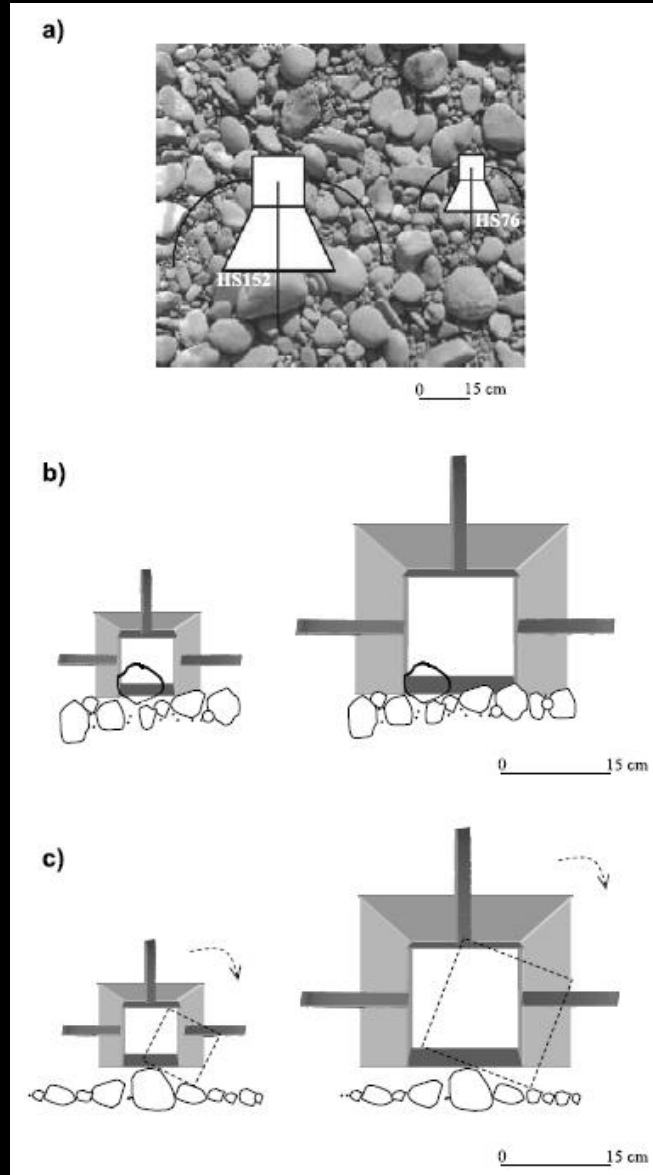
Michael Church

Department of Geography, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada

Ramon J. Batalla

Department of Environment and Soil Sciences, University of Lleida, Lleida, Spain
Forestry Institute of Catalonia, Solsona, Spain

- No linealidad (...)
- Metodología para su cuantificación: (a) métodos directos, o (b) métodos indirectos
- Dato instantáneo → en un punto en un momento
- Dato que integra un periodo de tiempo → compensación



¹ data from Kuhnle [1992]

² data from Ryan and Emmett [2002]

³ data from Batalla et al. [2005]

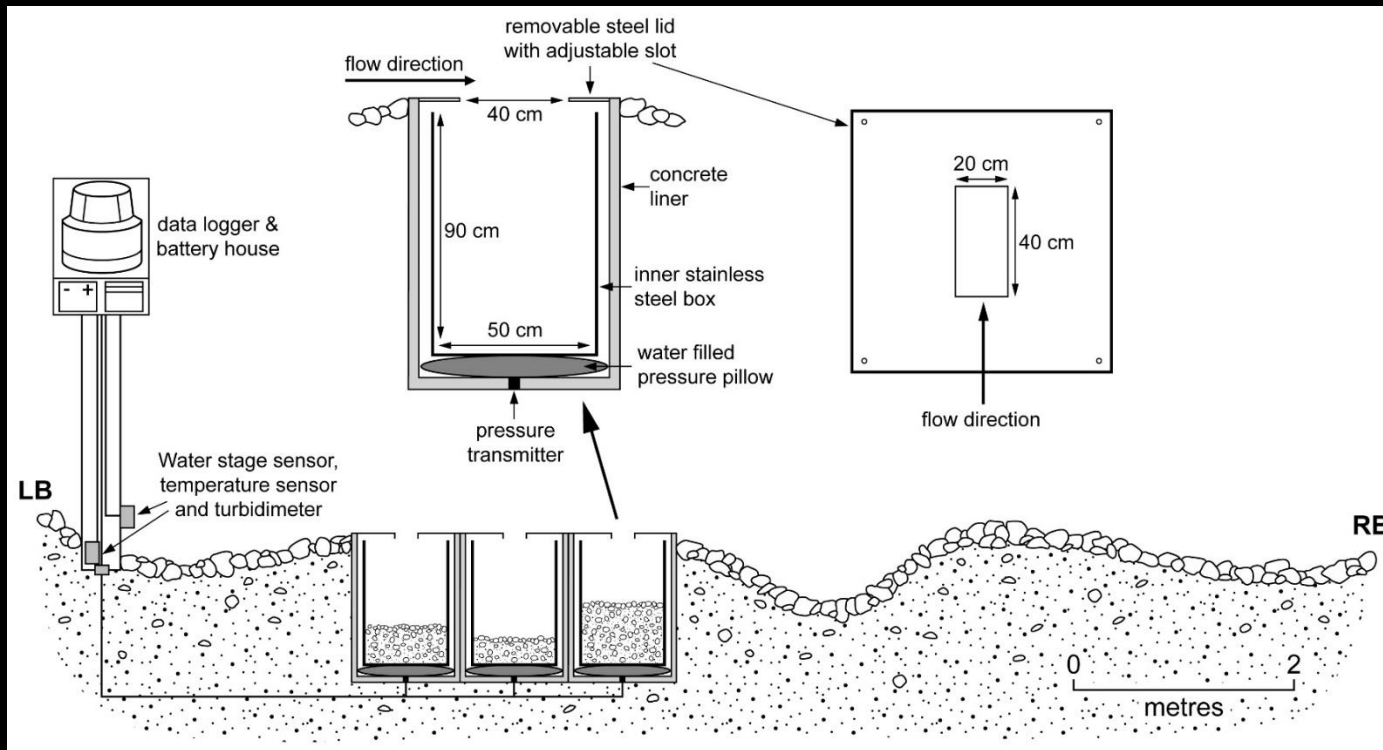
⁴ data from Batalla [1997]

⁵ data from Jones and Seitz [1980]

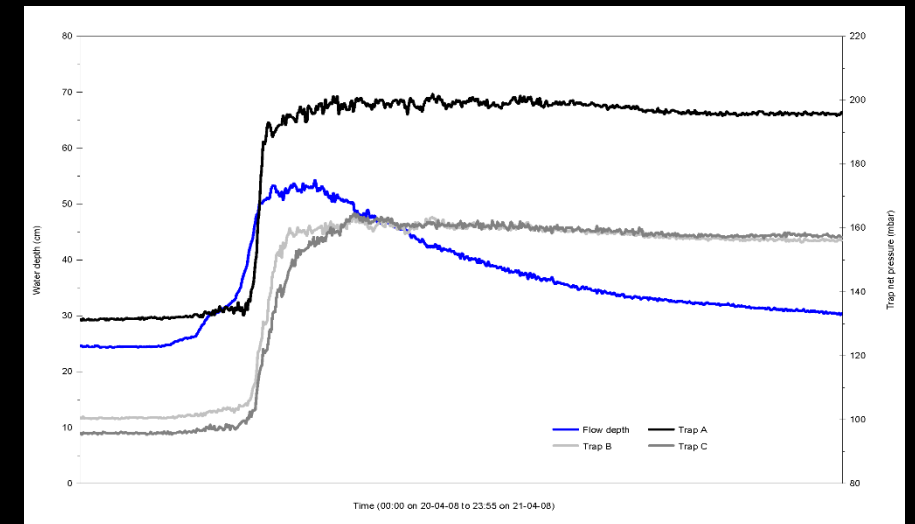
⁶ data from this study (HS152)

⁷ data from this study (HS76)

BEDLOAD: NOT AN EASY TASK



- Metodologías para obtener datos en continuo en ríos 'pequeños'
- *But*, volumen limitado, elevado coste de mantenimiento, calibración (...)



Catena 82 (2010) 77-86

Contents lists available at ScienceDirect

ELSEVIER

Catena

journal homepage: www.elsevier.com/locate/catena

Sediment transport from continuous monitoring in a perennial Mediterranean stream

Damià Vericat ^{a,b,*}, Ramon J. Batalla ^{a,c}

^a Forest and Technology Center of Catalonia, E-25280, Solsona, Catalonia, Spain

^b Institute of Geography and Earth Sciences, Aberystwyth University, Ceredigion SY23 3DB, Wales, UK

^c Department of Environment and Soil Sciences, University of Lleida, E-25198, Lleida, Catalonia, Spain

BEDLOAD: NOT AN EASY TASK



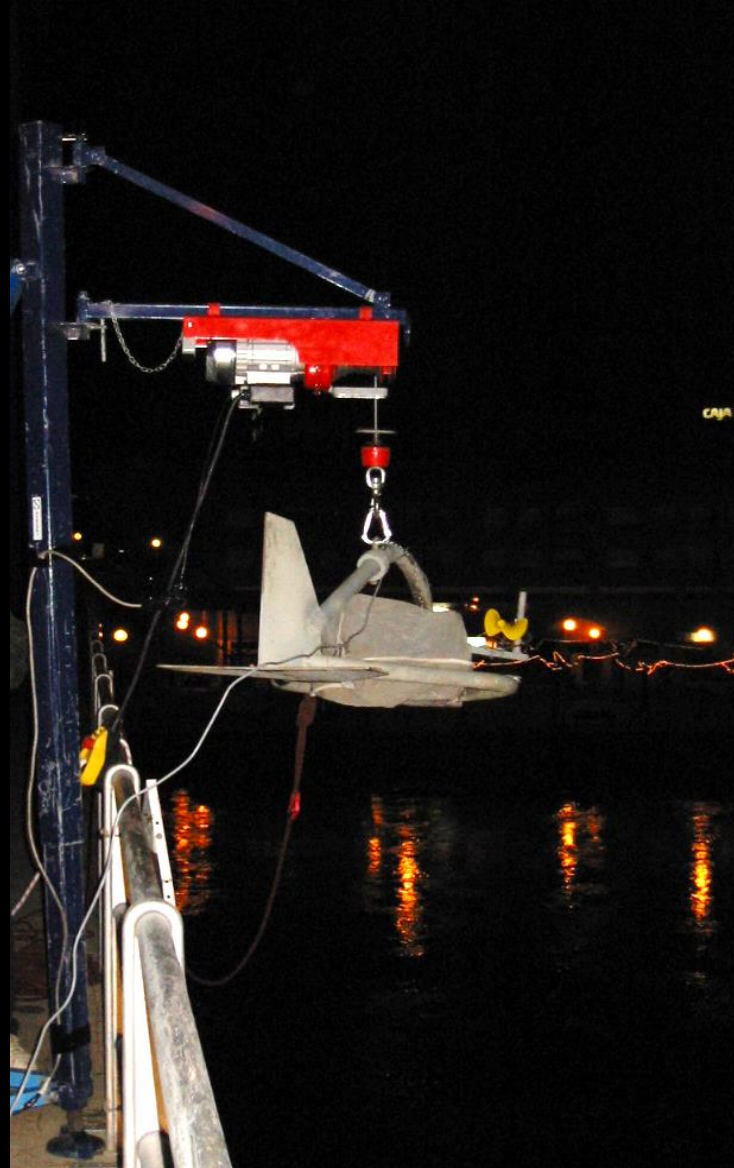
Image and Photo-rendered Point Cloud
TLS-BLK360; Río Cinca en Escalona

- ¿Donde?
- Efecto textura del cauce?
- (...)



Photo-rendered Point Cloud | Fotogrametría Digital | Río Cinca

BEDLOAD: NOT AN EASY TASK



- Tiempo reacción
- ¿Cómo?
- (...)

BEDLOAD: METODOLOGÍAS INDIRECTAS

SEDIMENT CONTINUITY APPROACH

$$(Q_{bin} - Q_{bout})\Delta t = (1 - p)\Delta V$$

Morphological
Sediment Budget

$$\Delta V = V_d - V_e$$

- Topografía
- Multitemporal
- Integración
- Compensación
- Cálculo tasas mínimas
- Pero permite estudiar los mecanismos responsables del cambio y balances

MORPHOLOGICAL SEDIMENT BUDGET:

$$V_{in} - V_{out} = \Delta V_{DoD}$$

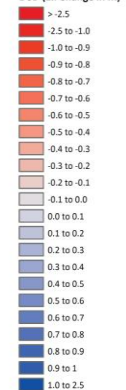
Volumetric Flux Difference Change in Storage

$$\Delta V_{DoD} = \Sigma V_D - \Sigma V_E$$

DoD Measured

Digital Elevation Model (DEM)

DoD (Ei. Change in m)



Avulsion

Bar Development

Flow Direction

NEW DEM

Floodplain

Old main channel

$$V_{in} = \Sigma V_d + V_w$$

(-) Erosion (red)

(+) Deposition (blue)

DEM of Difference (DoD)

$$V_w = V_{out} - \Sigma V_e = V_{in} - \Sigma V_d$$

Washload

$$\Sigma V_e + V_w = V_{out}$$

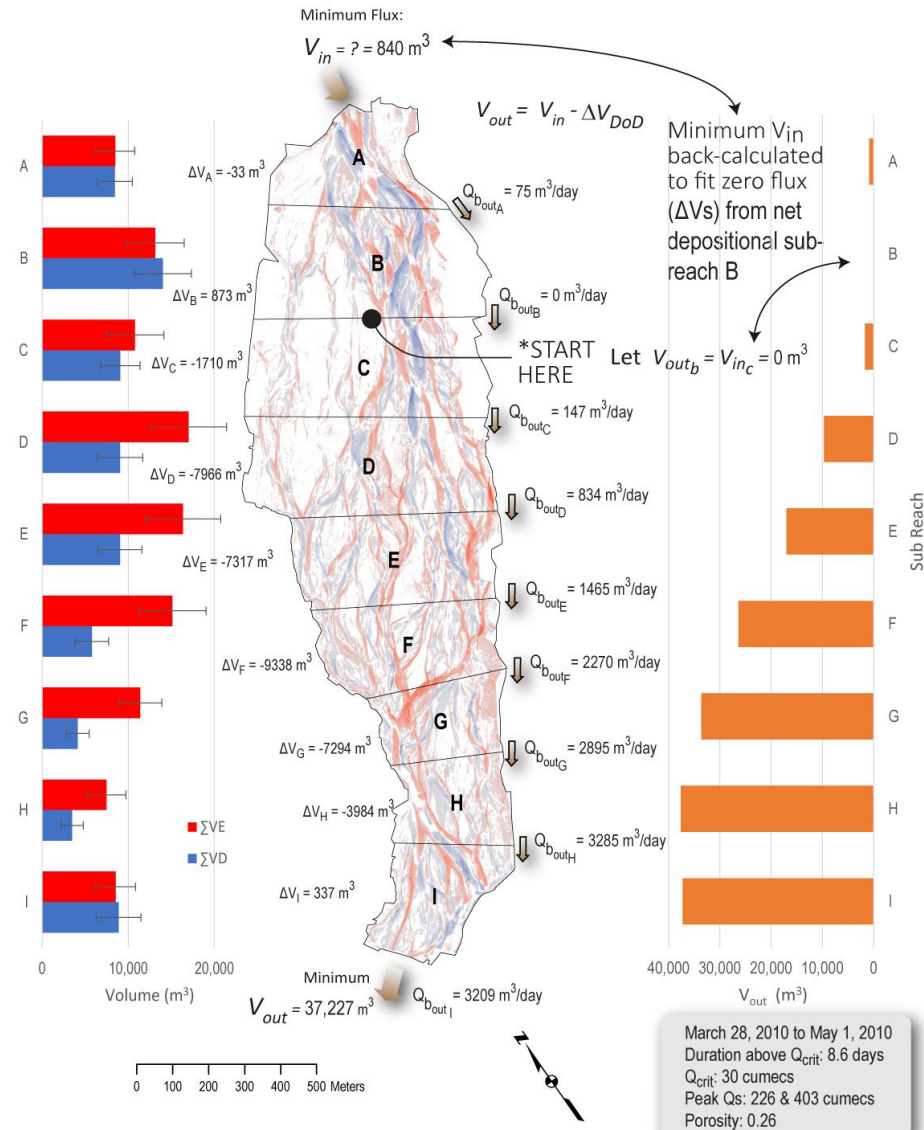
= DoD

5

Revisiting the Morphological Approach: Opportunities and Challenges with Repeat High-Resolution Topography

Damià Vericat, Joseph M. Wheaton, and James Brasington

Gravel-Bed Rivers: Processes and Disasters, First Edition. Edited by Daizo Tsutsumi and Jonathan B. Laronne. © 2017 John Wiley & Sons Ltd. Published 2017 by John Wiley & Sons Ltd.



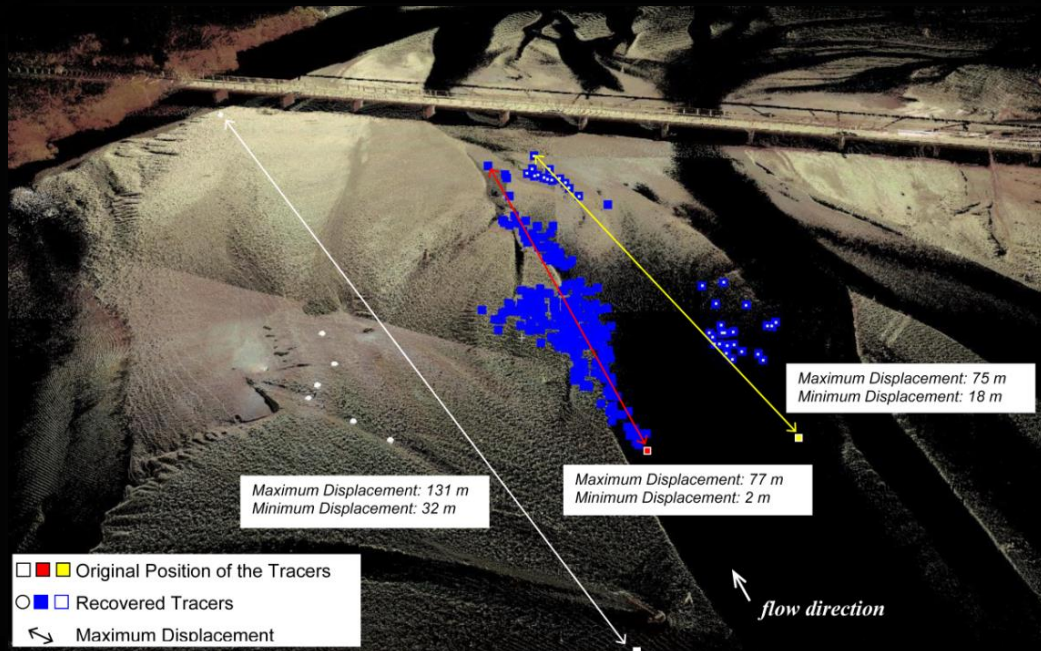
BEDLOAD: METODOLOGÍAS INDIRECTAS

THE STEP LENGTH APPROACH

$$Q_b = (v_b \Sigma V_e (1 - p) \rho_s) / L_c$$

Virtual Velocity

$$v_b = L/T$$



- Trazadores (pintura, magnéticos, RFID ...)
- Dificultad para recuperar la localización de los trazadores
- Integración
- Compensación
- Representatividad de la población de trazadores y zonas de ubicación



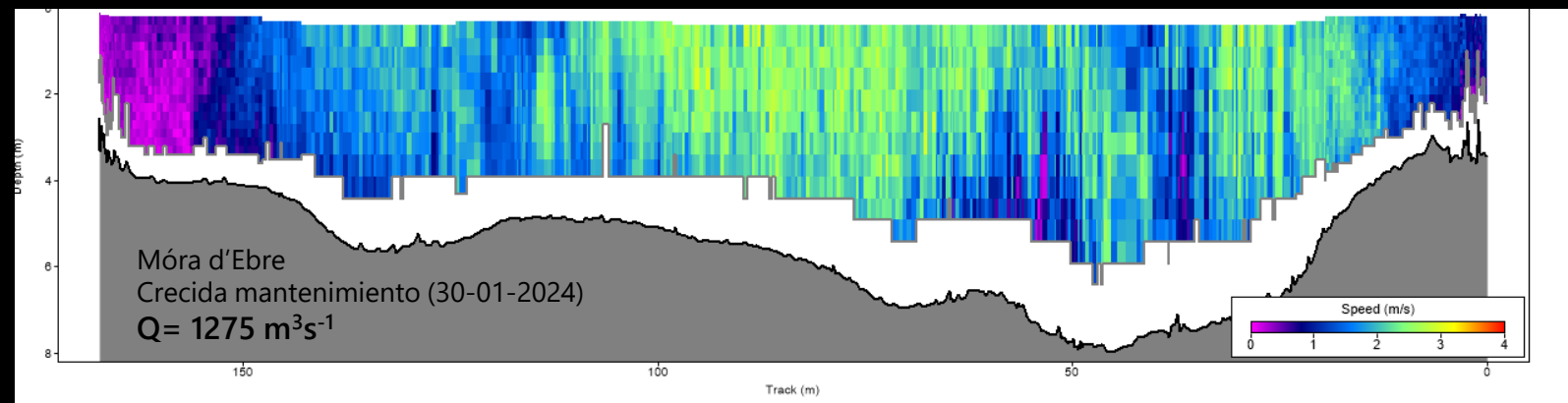
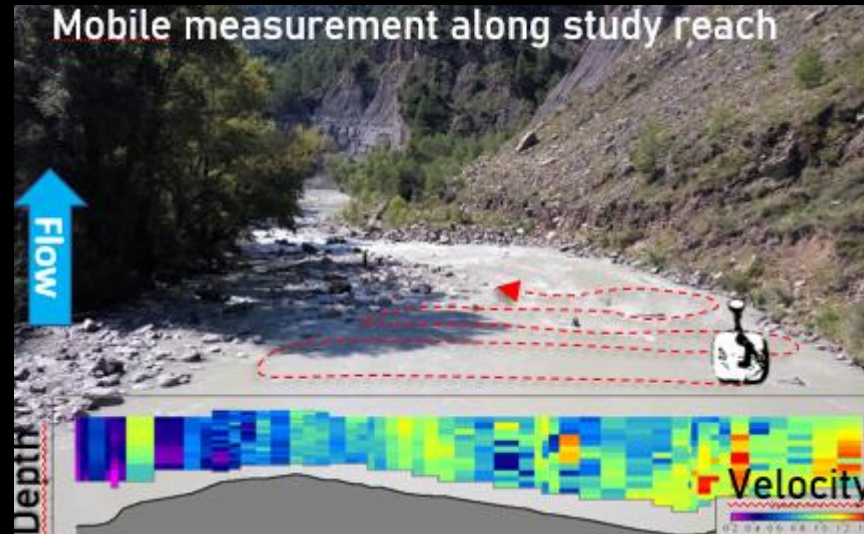
‘BEDSPEED’: UNA MEDIDA INDIRECTA NO INVASIVA

- Método acústico (Sonar Doppler | aDcp | e.g. SonTek River Surveyor M9).



‘BEDSPEED’: UNA MEDIDA INDIRECTA NO INVASIVA

- Método acústico (Sonar Doppler | aDcp | River Surveyor M9).
- Múltiples haces, distribución velocidad en **profundidad**, cálculo desplazamiento de la plataforma (bottom tracking o a través GNSS), **sección topográfica**, cálculo del caudal.



‘BEDSPEED’: UNA MEDIDA INDIRECTA NO INVASIVA

- El *bottom tracking* y la utilización de un rtk-GNSS permite calcular la velocidad de movimiento del cauce (materiales).
- El *bottom tracking* (BT) implica enviar un pulso acústico a lo largo de cada uno de varios haces hasta el lecho del río. La componente (E, N) de velocidad paralela a cada haz puede determinarse a partir del cambio en la frecuencia del pulso de retorno de cada haz retrodispersado desde el lecho del río (Doppler shift). Se asume que este cambio se debe a la velocidad del barco (V_{BT}), pero si el material del lecho del río se está moviendo, entonces el *bottom tracking* o el seguimiento del aDcp está sesgado por la velocidad del lecho, y el cambio de frecuencia se debe tanto a la velocidad del barco como al movimiento del sedimento.

‘BEDSPEED’: UNA MEDIDA INDIRECTA NO INVASIVA

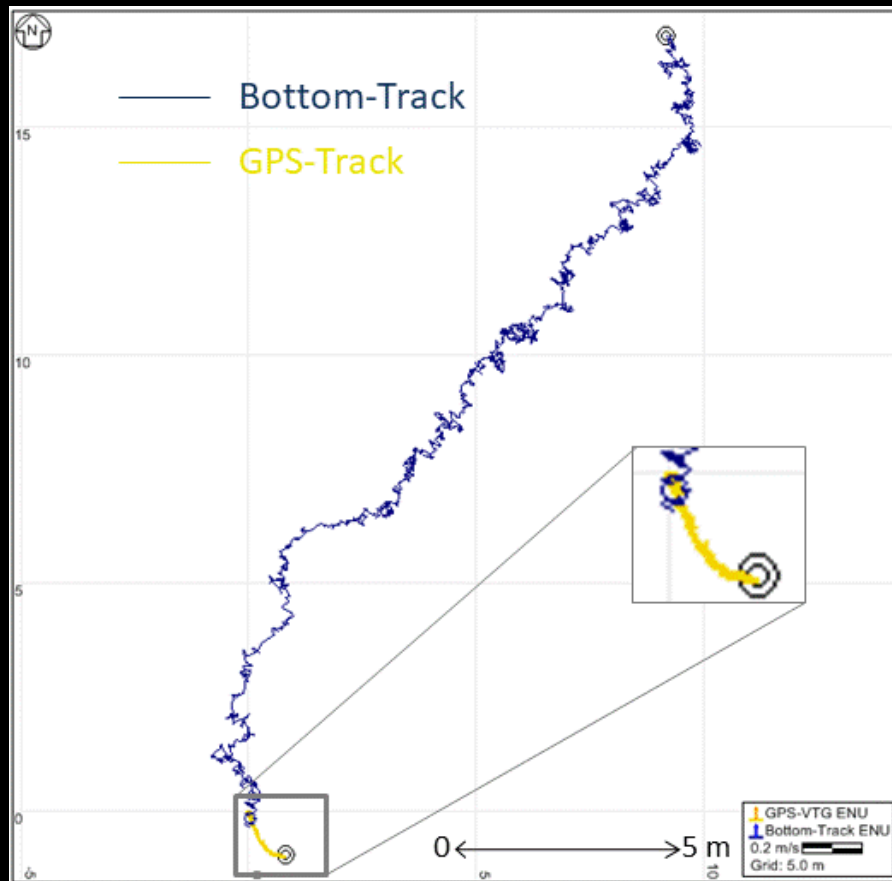
- Si se dispone de un rtk-GNNS, la diferencia entre la V_{BT} y la velocidad del barco calculada por el rtk-GNNS ($V_{rtk-GNNS}$) se utiliza como medida de la velocidad aparente de la carga de fondo (V_a) (Rennie, Millar y Church, 2002, Journal of Hydraulic Engineering 128(5), 473–483).



'BEDSPEED': UNA MEDIDA INDIRECTA NO INVASIVA

DIAGRAMA CONCEPTUAL DEL CÁLCULO EN MODALIDAD ESTÁTICO

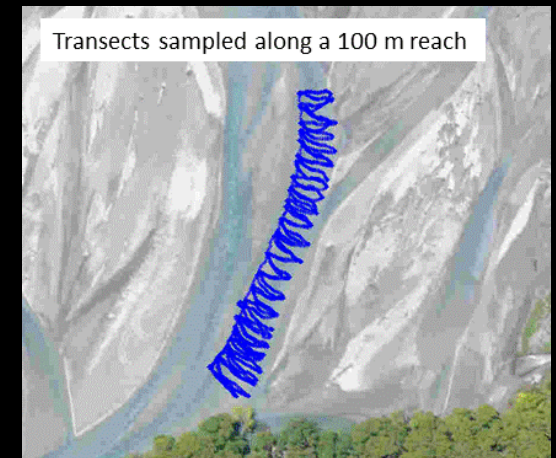
(el barco | aDcp está fijo en un punto)



- $V_{\text{rtk-GNNS}} \sim 0$ (está estático)
- $V_{\text{BT}} = \text{Corrected Track (m)} / \text{Tiempo registro (s)}$
- $V_a = V_{\text{BT}}$ (m/s)

- En modalidad en movimiento →
 - $V_a = V_{\text{BT}} - V_{\text{rtk-GNNS}}$
 - Requiere algoritmos de cálculo

- Colaboración con Rennie C. (University of Ottawa)



8

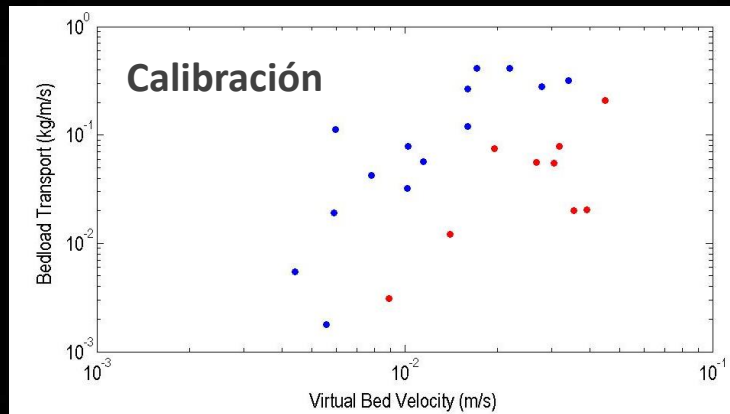
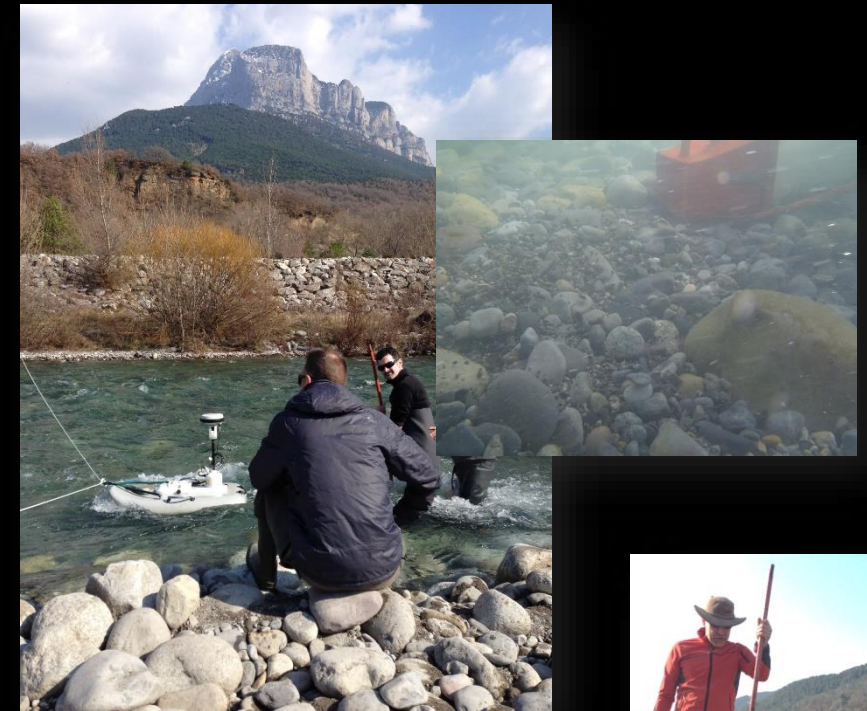
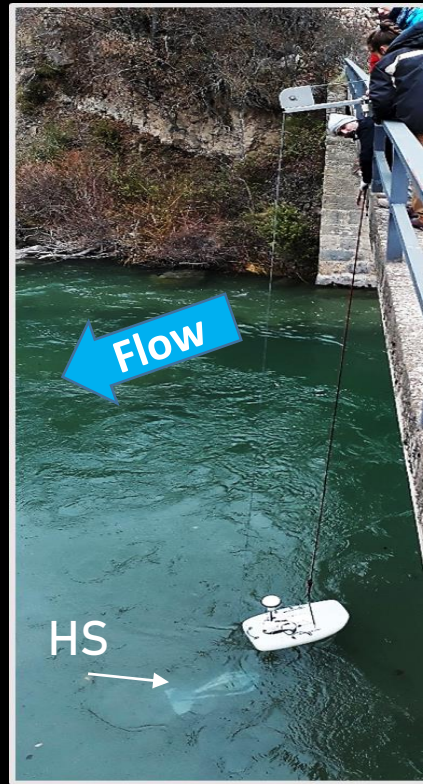
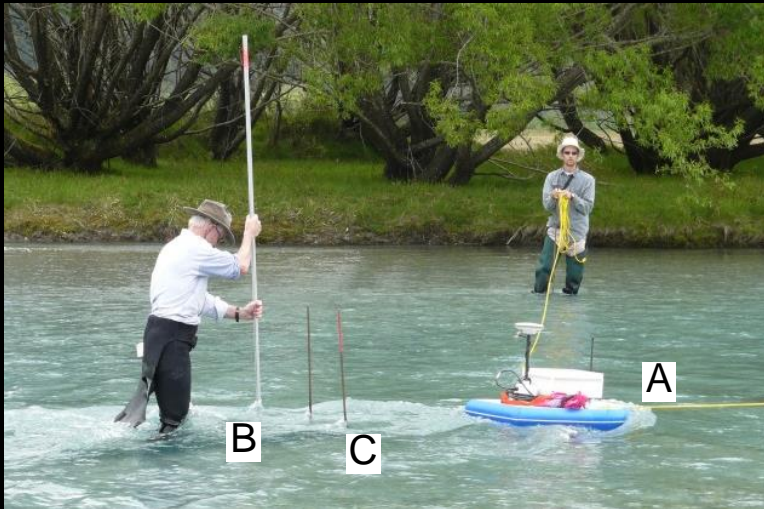
Calibration of Acoustic Doppler Current Profiler Apparent Bedload Velocity to Bedload Transport Rate

Colin D. Rennie, Damià Vericat, Richard D. Williams, James Brasington, and Murray Hicks

Gravel-Bed Rivers: Processes and Disasters, First Edition. Edited by Daizo Tsutsumi and Jonathan B. Laronne. © 2017 John Wiley & Sons Ltd. Published 2017 by John Wiley & Sons Ltd.

'BEDSPEED': UNA MEDIDA INDIRECTA NO INVASIVA

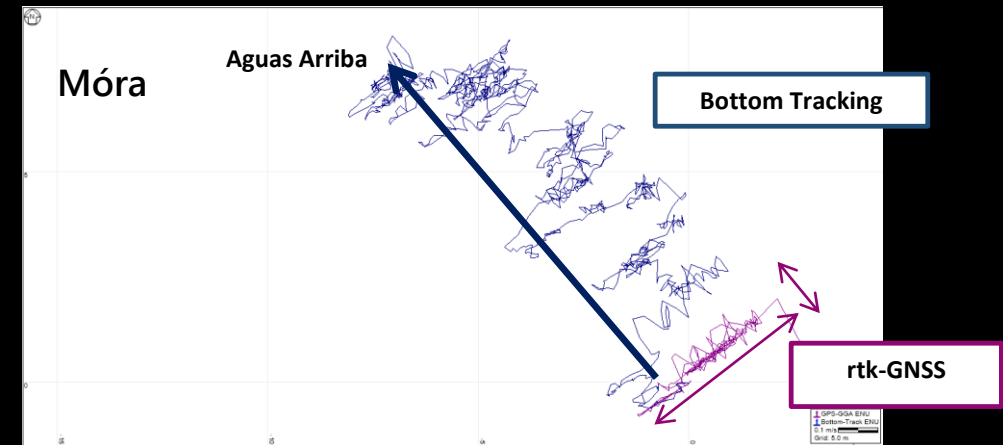
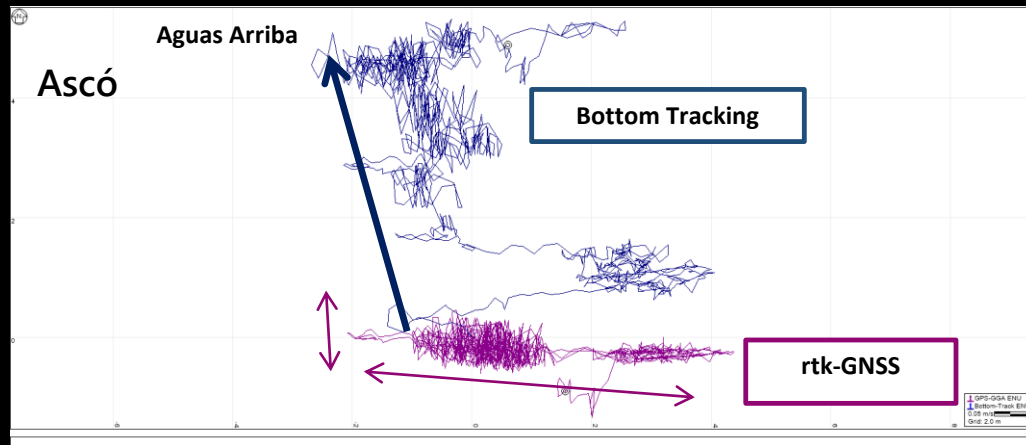
- Velocidad aparente de la carga de fondo → para pasarlo a tasa se requiere de una calibración.



'BEDSPEED': RESULTADOS PRELIMINARES (EBRO)

MUESTREO ESTÁTICO

- Existe respuesta → se puede obtener un valor de V_a con Q de alrededor los $1200 \text{ m}^3/\text{s}$.



- Elevada variabilidad (proceso errático) pero la integración de los datos estáticos (20 minutos) nos proporcionan valores de velocidad de la carga de fondo medios de:
 - Ascó: 0.0027 m/s (SD= 0.27 m/s)
 - Móra d'Ebre: 0.0038 m/s (SD= 0.20 m/s)

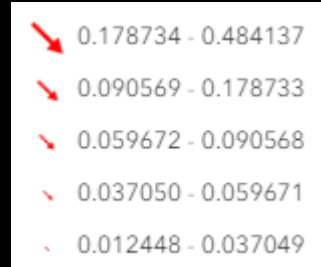
'BEDSPEED': RESULTADOS PRELIMINARES (EBRO)

MUESTREO DINÁMICO (Barridos)

- Existe respuesta, variabilidad espacial.
 - Ascó: Max = 0.48 m/s, Min= 0.01 m/s, Promedio= 0.12 m/s (SD= 0.13 m/s)



Ascó
(2 barridos)



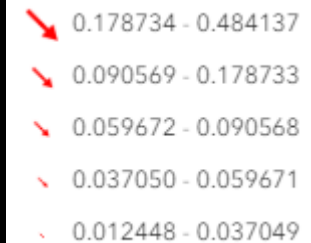
'BEDSPEED': RESULTADOS PRELIMINARES (EBRO)

MUESTREO DINÁMICO (Barridos)

- Existe respuesta, variabilidad espacial.
 - Ascó: Max = 0.48 m/s, Min= 0.01 m/s, Promedio= 0.12 m/s (SD= 0.13 m/s)
 - Móra d'Ebre: Max = 0.43 m/s, Min= 0.01 m/s, Promedio= 0.08 m/s (SD= 0.09 m/s)

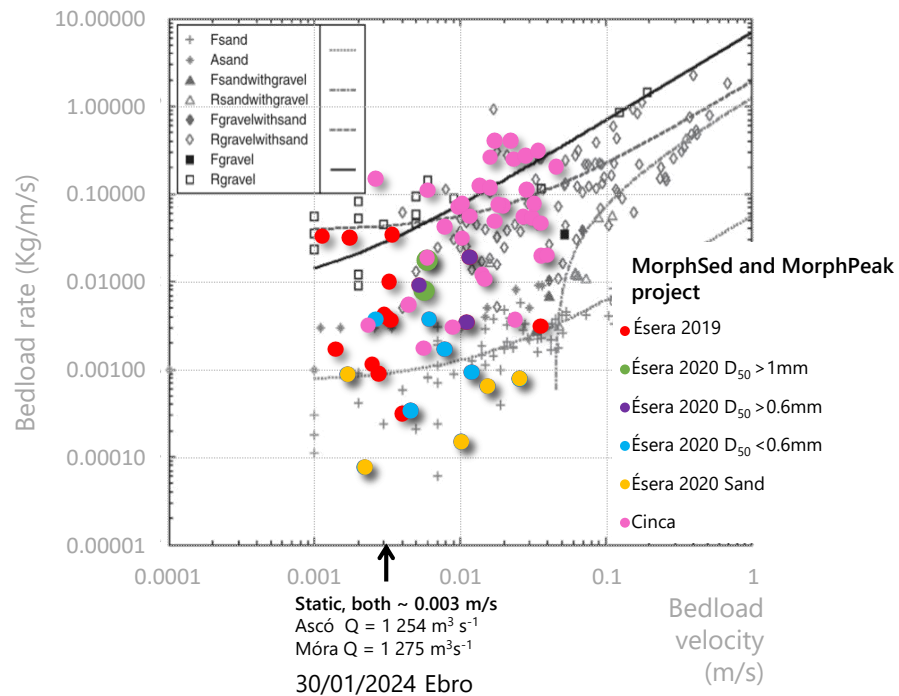


Móra d'Ebre
(2 barridos)

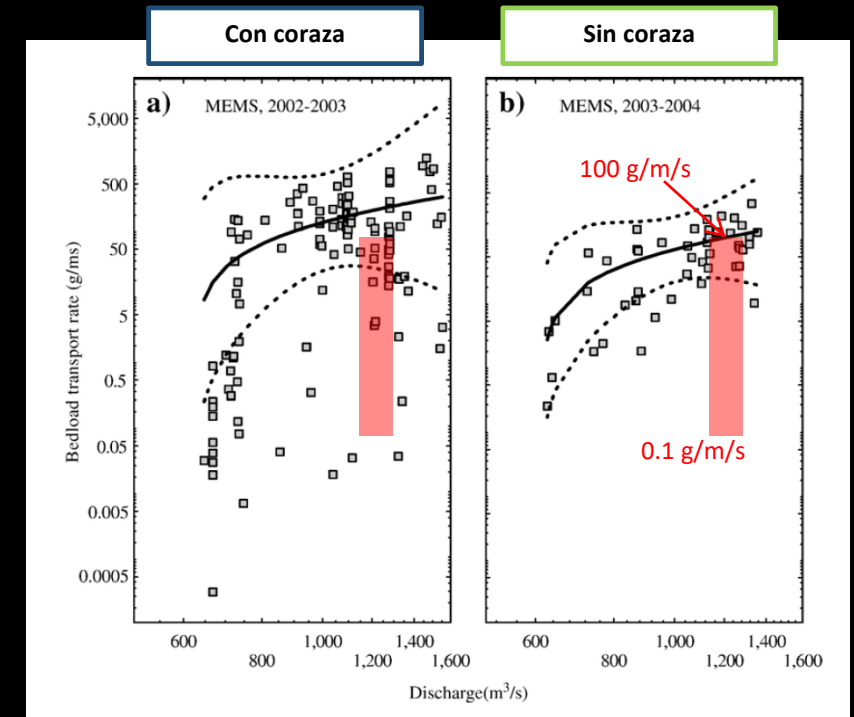


'BEDSPEED': RESULTADOS PRELIMINARES (EBRO)

- ¿Cómo son los valores del Ebro si lo comparamos en otros estudios con calibraciones?



y estas tasas, ¿cómo son si las comparamos con datos del Ebro? →



Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Geomorphology 79 (2006) 72–92

GEOMORPHOLOGY

www.elsevier.com/locate/geomorph

Sediment transport in a large impounded river: The lower Ebro, NE Iberian Peninsula

Damia Vericat ^{a,*}, Ramon J. Batalla ^{a,b}

^a Department of Environment and Soil Sciences, University of Lleida, Av. Alcalde Rovira Roure, 191, E-25198 Lleida, Spain
^b Forestry Institute of Catalonia, Solsona, Spain

Accepted 29 September 2005
 Available online 20 March 2006

'BEDSPEED': RESULTADOS PRELIMINARES (EBRO)

- Se trata de una evaluación de la metodología.
- Se requiere más trabajo (datos) con condiciones distintas de caudales → de la no movilidad a la movilidad 'total' del cauce.
- Se requiere de una calibración *ad hoc* si el objetivo es disponer de tasas de carga de fondo.
- Se requiere de un estudio del efecto potencial de los macrófitos sobre los resultados. Discusiones preliminares con el científico que ha desarrollado la metodología:

My experience is the macrophytes interfere with the ADCP if they are dense enough to make a weed bed. As a rough untested approximation, if you wouldn't want to swim through it, then the ADCP will not penetrate it.

- La densidad de macrófitos en el cauce no parece que sea los niveles para afectar.
- Los resultados en ambas secciones son coherentes con las observaciones de campo directos.

