

STIMA DELLA VELOCITA' MEDIA TRAMITE TEORIA ENTROPICA AL VARIARE DELLA CONFIGURAZIONI PLANIMETRICA: VERIFICA SPERIMENTALE IN CANALI DI LABORATORIO

Donatella Termini¹, Tommaso Moramarco²

(1) Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale e dei Materiali – Università di Palermo, Viale delle Scienze, 90128 Palermo, e-mail: donatella.termini@unipa.it; (2) Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica Via Madonna Alta, 126 Perugia – e-mail: t.moramarco@irpi.cnr.it

ASPETTI CHIAVE

- Viene esaminata la relazione entropica tra velocità media e massima della corrente con dati di laboratorio per differenti configurazioni planimetriche del canale e con fondo fisso e mobile
- I risultati mostrano la robustezza della relazione e sono in accordo a quanto osservato in canali naturali evidenziando come il parametro entropico è rappresentativo della forma dei profili di velocità
- L'analisi è di grande interesse per il monitoraggio della portata durante eventi di piena, consentendo di delineare il tipo di relazione da adottare in accordo alle caratteristiche planimetriche del corso d'acqua

1 PREMESSA

Il modello di entropia sviluppato da Chiu (1988) consente di correlare la velocità media, u_m , e u_{max} mediante una relazione lineare, $u_m = \Phi(M) u_{max}$, che dipende dal parametro entropico, M , caratteristico della sezione fluviale. Tale formulazione è stata verificata su diversi corsi d'acqua naturali con differenti caratteristiche idrauliche e geometriche (Ammari et al. 2010, Xia, 1997; Moramarco et al. , 2004). Nel presente lavoro, l'attenzione è rivolta alla verifica della relazione entropica tra la velocità media e la velocità massima al variare delle configurazioni planimetriche del canale (andamento rettilineo e andamento curvilineo) e in presenza di elementi forzanti come la curvatura del canale e la deformazione del fondo. L'analisi è condotta con l'ausilio di dati sperimentali raccolti in canali di laboratorio realizzati presso il Dipartimento DICAM dell'Università di Palermo.

2 MATERIALI E METODI

Per analizzare l'effetto della configurazione planimetrica sull'applicabilità della sopradetta relazione lineare, nel presente lavoro si è fatto riferimento a due dataset sperimentali di precedenti studi (Termini & Sammartano 2008; Termini & Piraino, 2011): il primo riguarda un canale rettilineo di larghezza 0.4 m e lunghezza complessiva pari a 7 con fondo scabro e comprende i valori delle componenti longitudinale e trasversale della velocità misurate in 16 sezioni sia con pareti lisce (set I-PL) che con pareti scabre (set I-PS); il secondo dataset fa riferimento ad un canale meandrifome di larghezza 0.5 m e comprende i valori delle componenti longitudinale, verticale e trasversale misurati sia con fondo piano (set II-MP) che con fondo deformato (set II-MD) in sezioni caratteristiche (tra cui le sezioni di apice e di inflessione) opportunamente scelte lungo in canale.

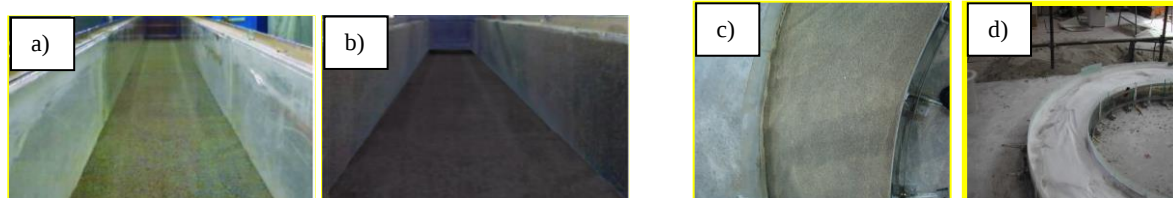


Figura 1: Condizioni di scabrezza messe a confronto a) prova I-PL; b) prova I-PS; c) prova II-MP; c) prova II-MD

3 RISULTATI

L'integrazione dei profili sperimentali di velocità in ogni verticale di misura ha quindi consentito di determinare, per ciascuna prova, i valori delle velocità medie verticali, $u_{m,v}$. Per ciascuna verticale, tali valori sono poi stati confrontati con i valori della velocità massima $u_{max,v}$. La Figura 1 mostra che le coppie di valori ($u_{m,v}$, $u_{max,v}$) possono essere interpolati da una retta per tutte le prove sperimentali anche se il coefficiente R^2 assume valori minori nella prova II-MD.

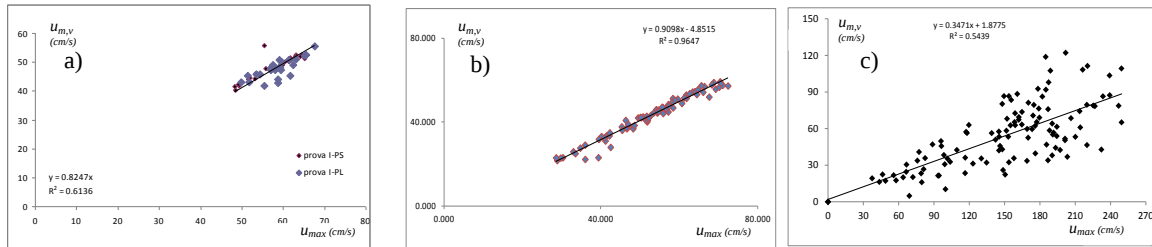


Figura 1: confronto per ciascuna verticale di misura: a) prove I-PL e I-PS; b) prova II-MP; c) prova II-MD

Successivamente, per ciascuna prova, dopo aver integrato i profili sull'intera sezione trasversale, sono stati confrontati i valori della velocità media, u_m , con i corrispondenti valori della velocità massima dell'intera sezione, u_{max} . Quindi è stato determinato il rapporto u_m/u_{max} per ogni condizione esaminata. Si è osservato che, ad eccezione del caso di canale meandriforme a fondo deformato, i punti cadono all'interno del range 0.5-0.8, e quindi nell'intorno di un valore medio del rapporto u_m/u_{max} pari a circa 0.6. Tale valore è molto prossimo a quello identificato in alvei naturali (Moramarco e Singh, 2010).

Nel caso di fondo deformato, invece, i valori del rapporto u_m/u_{max} si trovano nell'intorno di un valore medio pari a 0.26. Questo diverso comportamento potrebbe essere dovuto all'effetto della topografia del fondo che accentua il moto convettivo della corrente, determina un aumento di scabrezza del fondo e modifica l'andamento del profilo verticale della velocità longitudinale.

4 CONCLUSIONE

I risultati ottenuti hanno mostrato che il legame lineare tra la velocità media e la velocità massima, definita dal modello entropico, rimane valido anche nel caso di canale di elevata curvatura in cui è significativo l'effetto della corrente di circolazione secondaria. In particolare, tenendo solo conto dell'effetto della curvatura (assenza di deformazione del fondo) il valore del fattore $\Phi(M)$ è simile a quello ottenuto sia in canali di laboratorio rettilinei, per diverse condizioni di scabrezza, che in corsi d'acqua naturali. Per effetto della deformazione del fondo, il fattore $\Phi(M)$ assume un valore inferiore. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che la topografia del fondo accentua il moto convettivo della corrente, determina un aumento di scabrezza del fondo e modifica l'andamento del profilo verticale della velocità longitudinale.

5 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Ammari, A., and Remini, B. (2009). Estimation of Algerian rivers discharges based one Chiu's equation, Arab J Geosc., DOI 10.1007/s12517-009-0056-y.
- Chiu C.L., (1988) Entropy and 2-D velocity distribution in open channels, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 114(7), 738-756
- Moramarco T., C., Saltalippi, V.P., Singh (2004), Estimation of mean velocity in natural channel based on Chiu's velocity distribution equation, Journal of Hydrologic Engineering., ASCE, 9(1).
- Moramarco T., V.P., Singh. (2010). Formulation of the entropy parameter based on hydraulic and geometric characteristics of river cross sections. Journal of Hydrologic Engineering, 15(10), doi:10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000255
- Termini, D. and Sammartano, V., 2008, Experimental analysis of relation between coherent turbulent structures and bed-formsformation. Archives of Hydroengineering and Environmental Mechanics, 55(3-4). 29-47
- Termini, D., Piraino, M: (2011). Experimental analysis of cross-sectional flow motion in a large amplitude meandering bend. Earth Surface Processes and Landforms. 36(2), 244-256.