CARATTERIZZAZIONE IDRODINAMICA DELLE CORRENTI A PELO LIBERO

SSD – ICAR01
Prof. Ing. Greco Michele
Ing. Mirauda Domenica
Ing. Pannone Marilena

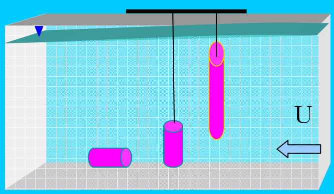
TEMA DI RICERCA

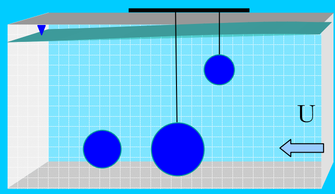
Analisi delle oscillazioni e dei campi di moto di strutture sommerse da correnti stazionarie attraverso modelli numerici e indagini di laboratorio

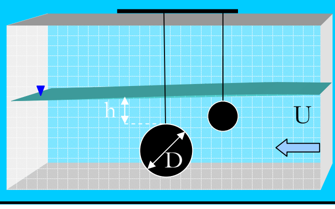
Collaborazioni esterne con il Politecnico di Milano

Descrizione della ricerca

Da anni il gruppo di ricerca di idraulica in collaborazione con il politecnico di Milano analizza gli spostamenti e i campi di moto nell'intorno di strutture bidimensionali e tridimensionali completamente o parzialmente sommerse.







L'analisi delle vibrazioni e la ricostruzione dei campi di moto a valle di strutture investite da correnti fluide è un argomento della ricerca di base con riscontri applicativi in molti campi dell'ingegneria.

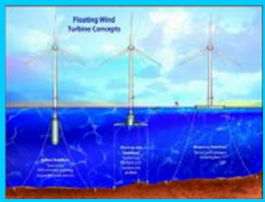
Le eccessive vibrazioni possono causare:

- ***cedimenti e/o danneggiamenti strutturali;***
- ***perdite di efficienza di organi meccanici.***

Paratoia

Pile di ponti

Piattaforma



Impianti eolici

Turbine marine

In particolare l'obiettivo principale risiede nella

Ricerca di soluzioni che consentano l'attenuazione delle vibrazioni indotte dall' interazione corrente – struttura.

Differenti forme

(2D, 3D)

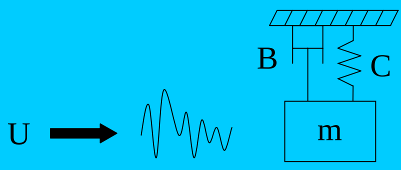
Differenti condizioni al contorno (completamente o parzialmente sommerse e prossime alla parete)

Differenti materiali (leggeri, pesanti)

- ***Approccio analitico***
- ***Approccio sperimentale***

Approccio analitico

Sistema: Massa – Molla – Smorzatore



- ***Comportamento lineare***
- ***2 gradi di libertà***

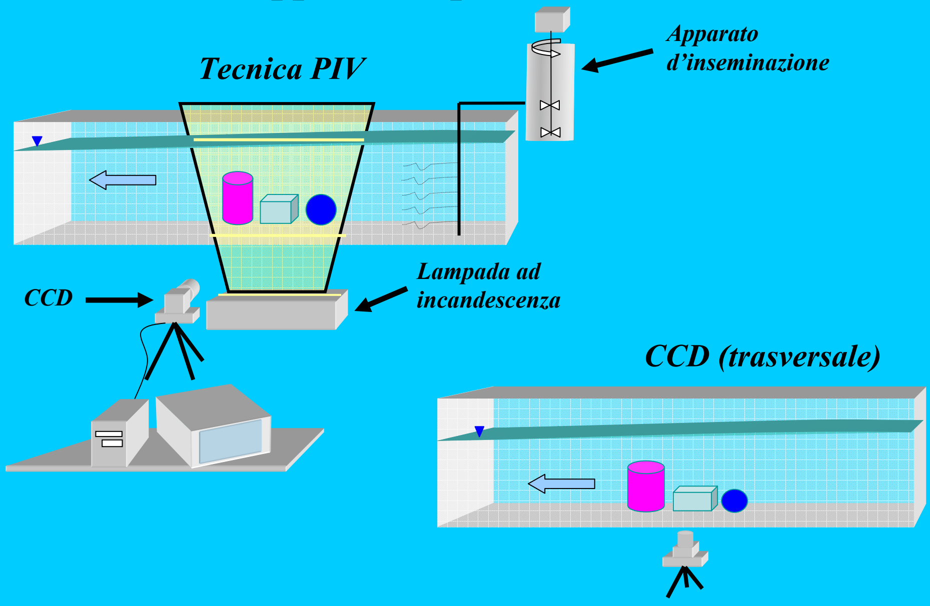
Equazione del moto: $\ddot{x}+2\omega_n\zeta\dot{x}+\omega_n^2 x=\frac{F(t)}{m}$

$f_n=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{C+C'}{m+m_a}}$ ***la frequenza naturale del corpo in acqua*** ($f_n=\omega_n/2\pi$)

$m_a=\frac{1}{6}\alpha C_A\pi\rho D^3$ ***la massa aggiunta*** m_a ***(Patton 1965)***

$\frac{2\pi\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}=\ln\left(\frac{x_i}{x_{i+1}}\right)$ ***il rapporto di smorzamento*** ζ ***(Naudascher 1994)***

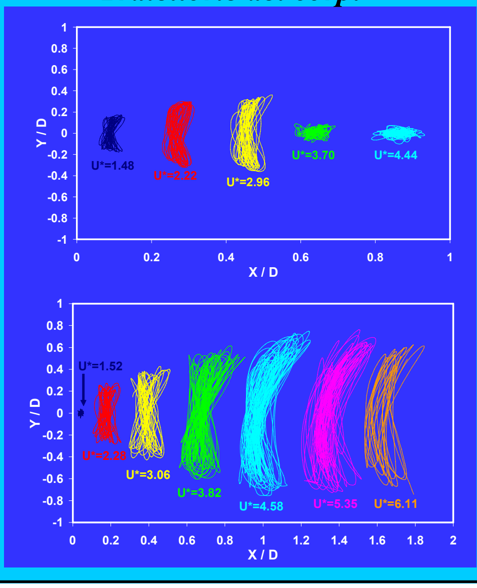
Approccio sperimentale



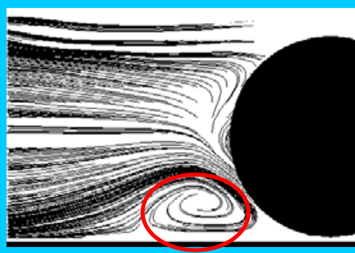
Le misure sono state effettuate sia nel Laboratorio di Idraulica e Costruzioni Idrauliche dell'Università degli Studi della Basilicata sia nel Laboratorio di Idraulica del Politecnico di Milano

Alcuni risultati della ricerca

Traiettorie dei corpi



Campi di moto



TEMA DI RICERCA

METODOLOGIA SPEDITIVA PER LA DETERMINAZIONE DEL CAMPO DI MOTO IN ALVEI NATURALI

Collaborazioni esterne con il CNR-IRPI di Perugia e con l'Università Erciyes, Kayseri, Turchia

Obiettivi della ricerca

a) Validazione del modello entropico come metodo speditivo per la misura della portata liquida.

b) Caratterizzazione del parametro entropico dalle grandezze che intervengono nella definizione di una corrente fluida a pelo libero e nella descrizione dei processi energetici principali che in essa hanno atto, quali possono essere la portata, la pendenza, il raggio idraulico, la forma, la scabrezza e gruppi adimensionali come ad es. il numero di Froude, la scabrezza relativa, ecc.

A tal fine sono state condotte esperienze di laboratorio e di campo

Modello entropico

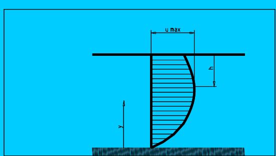
Si basa sulla teoria di massimizzazione del contenuto entropico - informazionale di un sistema fisico (Chiu 1987):

$$u = \frac{U_{max}}{M} \ln\left[1 + \left(e^{M} - 1\right)\frac{\xi - \xi_0}{\xi_{max} - \xi_0}\right]$$

da cui deriva il legame esplicito tra la velocità media e la velocità massima della sezione:

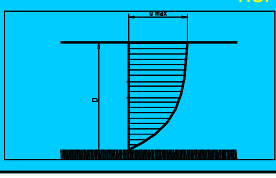
$$\frac{U}{U_{max}} = \frac{e^M}{\left(e^M - 1\right)} - \frac{1}{M} = b$$

dove ξ rappresenta la variabile adimensionale del sistema di riferimento adottato per la rappresentazione del piano fisico :



$$\xi = \frac{y}{D-h} \exp\left(1 - \frac{y}{D-h}\right)$$

nel caso di canali naturali larghi:



$$\xi = \frac{y}{D}$$

Sviluppi del modello entropico

$$u = \frac{u_{maxi}}{M} \ln\left[1 + \left(e^{M} - 1\right)\frac{y}{D_i - h}\exp\left(1 - \frac{y}{D_i - h}\right)\right]$$

dove U_{maxi} **rappresenta** la massima velocità della verticale, D_i **la** profondità della corrente della verticale e **n** il numero di verticali campionate nella sezione trasversale.

Greco et al. (2002)

$$\frac{\bar{u}_i}{u_{maxi}} = e^{M_i}\left(e^{M_i} - 1\right)^{-1} - \frac{1}{M_i}$$

Moramarco et al. (2004)

$$\phi(M) = \frac{e^{M}}{e^{M} - 1} - \frac{1}{M}$$

dove Φ(M) è il coefficiente della retta che meglio approssima le coppie di punti velocità media e velocità massima della sezione per differenti valori di portata.

Ardiclioglu et al. (2005)

$$M = \frac{u_{max}}{\bar{u}}$$

dove M (costante lungo tutte le verticali) è il coefficiente della retta che meglio approssima le coppie di punti velocità media e velocità massima della sezione per differenti valori di portata.

Esperienze di laboratorio

Sezione rettangolare

Sezione trapezia asimmetrica

Sezione trapezia simmetrica

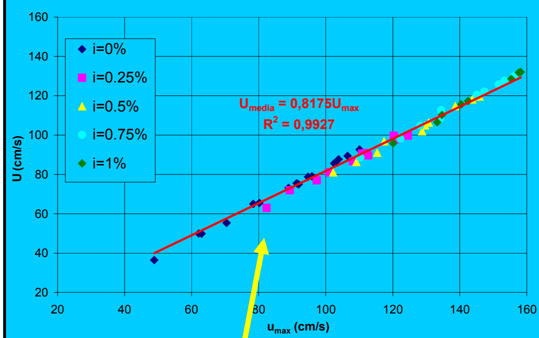
Misure di campo

rilievo svolto a guado con asta graduata

rilievo svolto da ponte con sistema di calata: carrello, peso idrodinamico

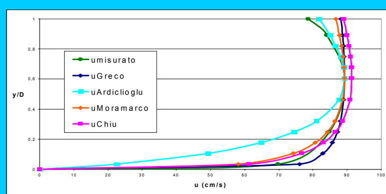
Alcuni risultati della ricerca

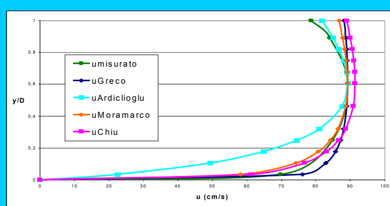
Relazione tra la velocità media e massima della corrente



$$\phi(M) = \frac{e^M}{e^M - 1} - \frac{1}{M}$$

Ricostruzione del profilo di velocità con il modello entropico





TEMA DI RICERCA

Analisi del transitorio nel processo di dispersione idrodinamica all'interno di aste fluviali

Contenuti

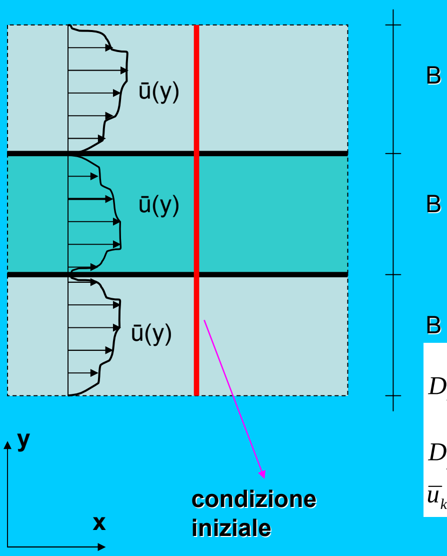
- Proposta di un **nuovo approccio analitico** per la valutazione del **coefficiente di dispersione longitudinale** in **canali** uniformemente rettilinei a **sezione fortemente dissimmetrica** in **condizioni transitorie ed asintotiche**.

- La base di partenza è rappresentata dalla **teoria del trasporto stocastica lagrangiana**, in cui gli elementi del tensore di macrodispersione sono direttamente legati al tasso di variazione dei momenti del 2° ordine della singola particella di soluto.

- Le curve risultanti sono state plottate utilizzando i profili di velocità ricavati a partire dalle **misure di profondità** effettuate lungo sei fiumi calabresi, sulla base di una **equazione di Manning opportunamente generalizzata**.

- Gli stessi calcoli sono stati ripetuti con riferimento a distribuzioni di **velocità relative a sezioni simmetriche equivalenti**, caratterizzate dai soli parametri **idrodinamici e morfologici medi**, per i 6 casi allo studio e per una vasta gamma di fiumi statunitensi a coefficienti di dispersione asintotici noti.

Approccio stocastico lagrangiano



Coefficiente di dispersione longitudinale

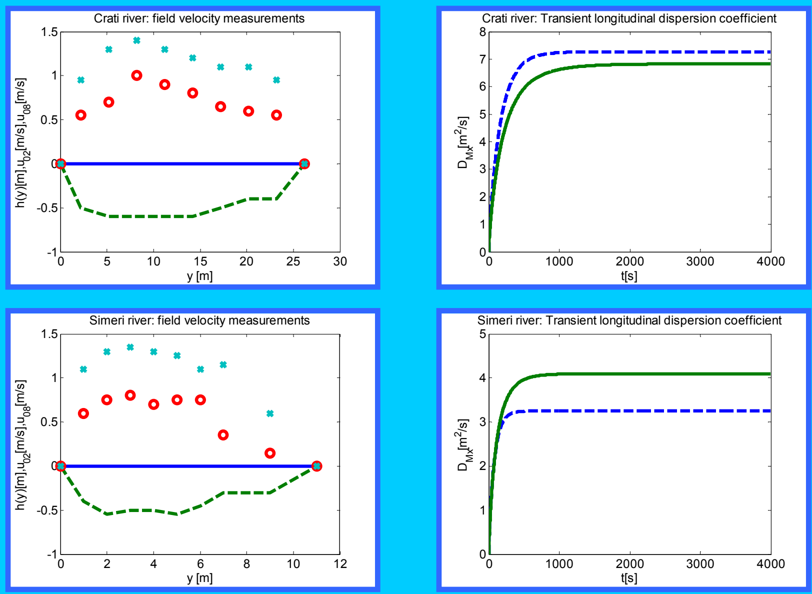
$$D_{Mx}(t)=\frac{1}{2}\frac{d\langle X'^2\rangle}{dt}$$

$$D_{Mx}(t)=\sum_{k=1}^{\infty}\frac{\bar{u}_k^2 B^2}{2\pi^2 k^2 D_y}\left[1-\exp\left(-\frac{\pi^2 k^2 D_y t}{B^2}\right)\right]$$

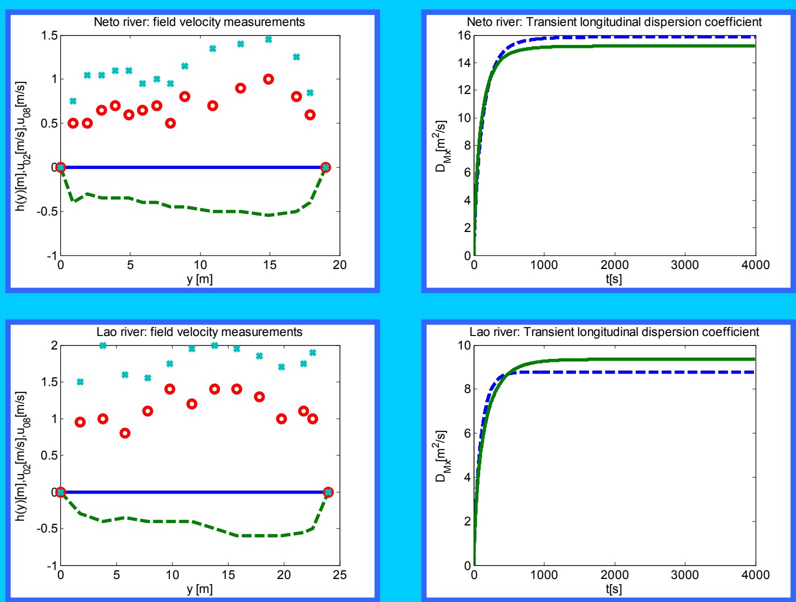
D_y : mixing turbolento trasversale

$\bar{u}_k$: coeff. Fourier velocità

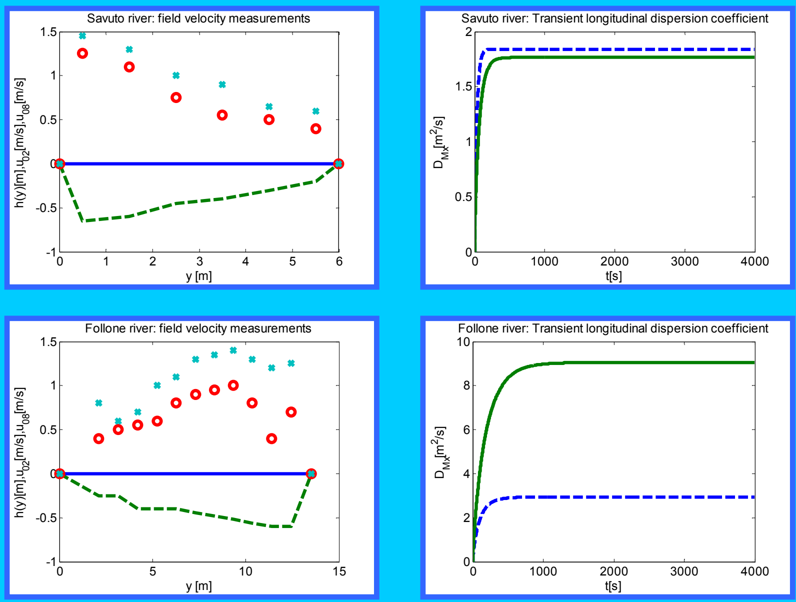
River	B(m)	H(m)	U(m/s)	u_*(m/s)	D_y(m²/s)
Neto	19	0.418	0.97	0.14	0.031
Lao	24	0.445	1.45	0.2	0.058
Crati	26.2	0.475	0.96	0.136	0.042
Savuto	6	0.41	0.96	0.14	0.013
Simeri	11	0.422	0.84	0.122	0.017
Follone	13.5	0.385	0.92	0.136	0.021



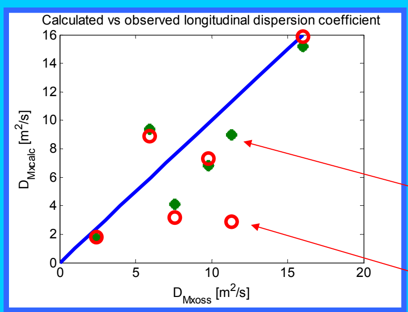
: D_{Mx} per profilo di velocità simmetrico generalizzato



: D_{Mx} per profilo di velocità simmetrico generalizzato



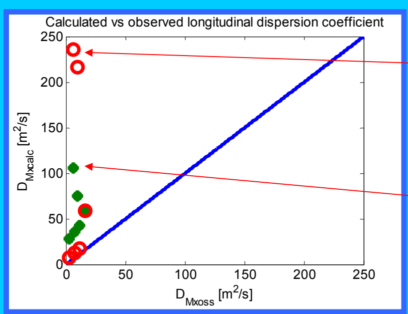
: D_{Mx} per profilo di velocita simmetrico generalizzato



Coefficienti di dispersione asintotici misurati (formula integrale di Fischer et al., 1979) e calcolati

Presente studio: profilo di velocità relativo alla sezione effettiva

Presente studio: profilo di velocità per le sezioni simmetriche equivalenti

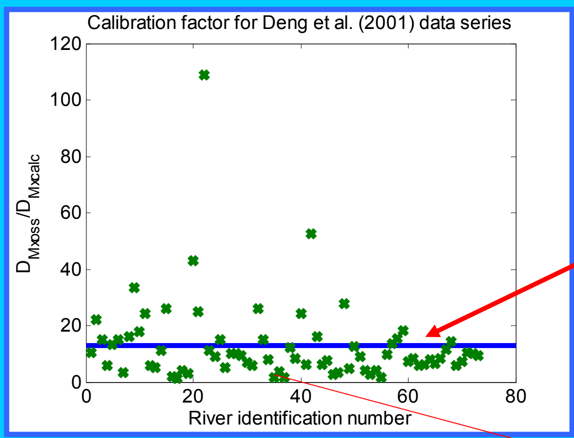


Formula calibrata di Deng et al., 2001:

$$\frac{D_{Mx}}{Hu_*} = \frac{0.15}{8\varepsilon_{t0}}\left(\frac{B}{H}\right)^{5/3}\left(\frac{U}{u_*}\right)^2$$

Formula di regressione di Seo e Cheong, 1998:

$$\frac{D_{Mx}}{Hu_*} = 5.915\left(\frac{B}{H}\right)^{0.62}\left(\frac{U}{u_*}\right)^{1.428}$$



In media

$D_{Mxoss}=KD_{Mxcalc}$

K=13

Mississippi, Louisiana.

Durata transitorio=25h