



Modellazione fisica a servizio della progettazione delle dighe

Relatore:

R. Padulano – Università degli Studi di Napoli Federico II

Il team:

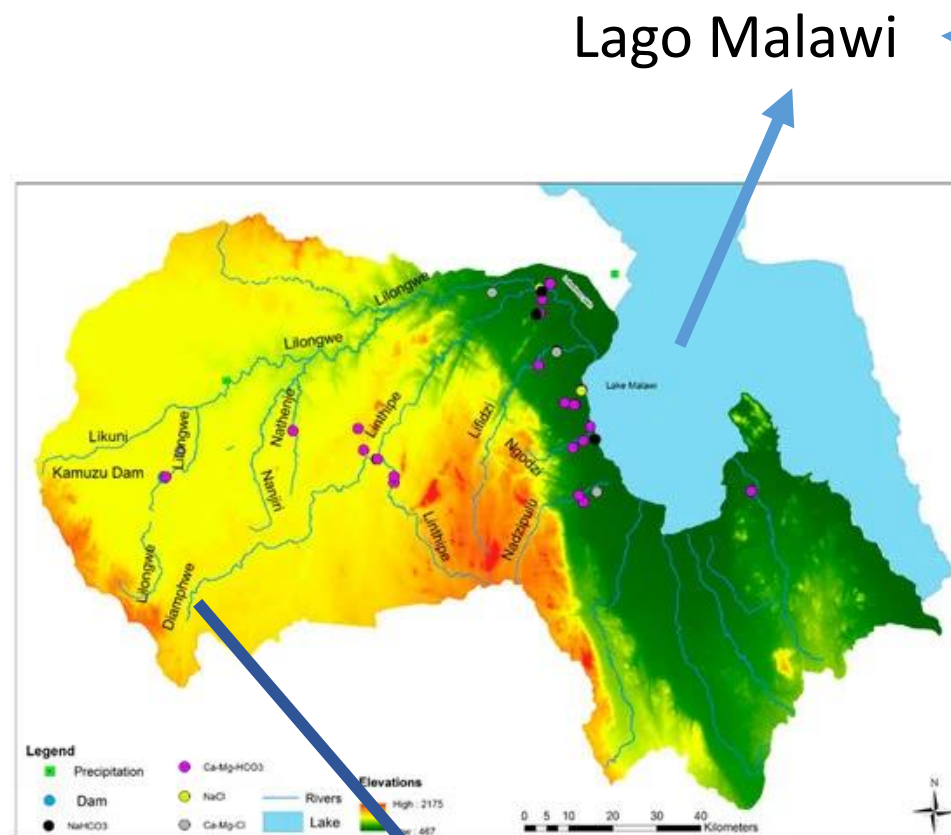
A. Carravetta, G. Del Giudice, O. Fecarotta – Università degli Studi di Napoli Federico II

A. Brasca, M. Pontillo – Studio Ing. Pietrangeli s.r.l.

Special thanks to:

T. Mileo – Studio Ing. Pietrangeli s.r.l.





Lago Malawi

Fiume Diamphwe



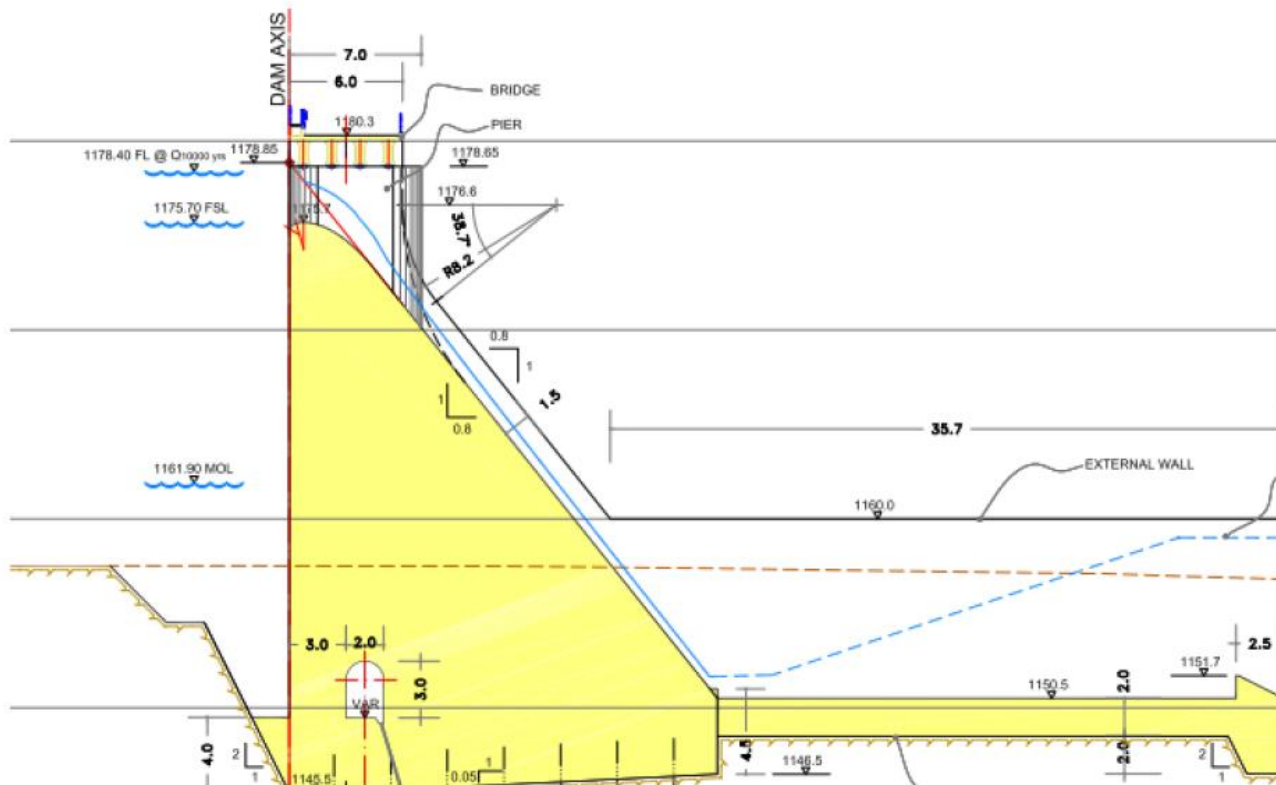


- ❖ Esigenze irrigue
- ❖ Esigenze idropotabili ➡ **«Multipurpose Dam»**
- ❖ Esigenze idroelettriche



Uno studio per un possibile progetto della diga fu affidato nel 2015 allo Studio Pietrangeli S.r.l., leader nel settore.

S.P. commissionò al DICEA lo studio sperimentale della struttura di dissipazione al piede dello scivolo.



- Larghezza 168 m
- Altezza 26 m
- Profilo della sommità tipo «Creager»
- Pendenza dello scivolo 0.8:1
- USBR Type II stilling basin

Troppo pieno



Risultato di una non corretta progettazione



Esistono altri tipi di sfioro



Escavazione



Come sagomare al meglio la sommità dello scivolo?



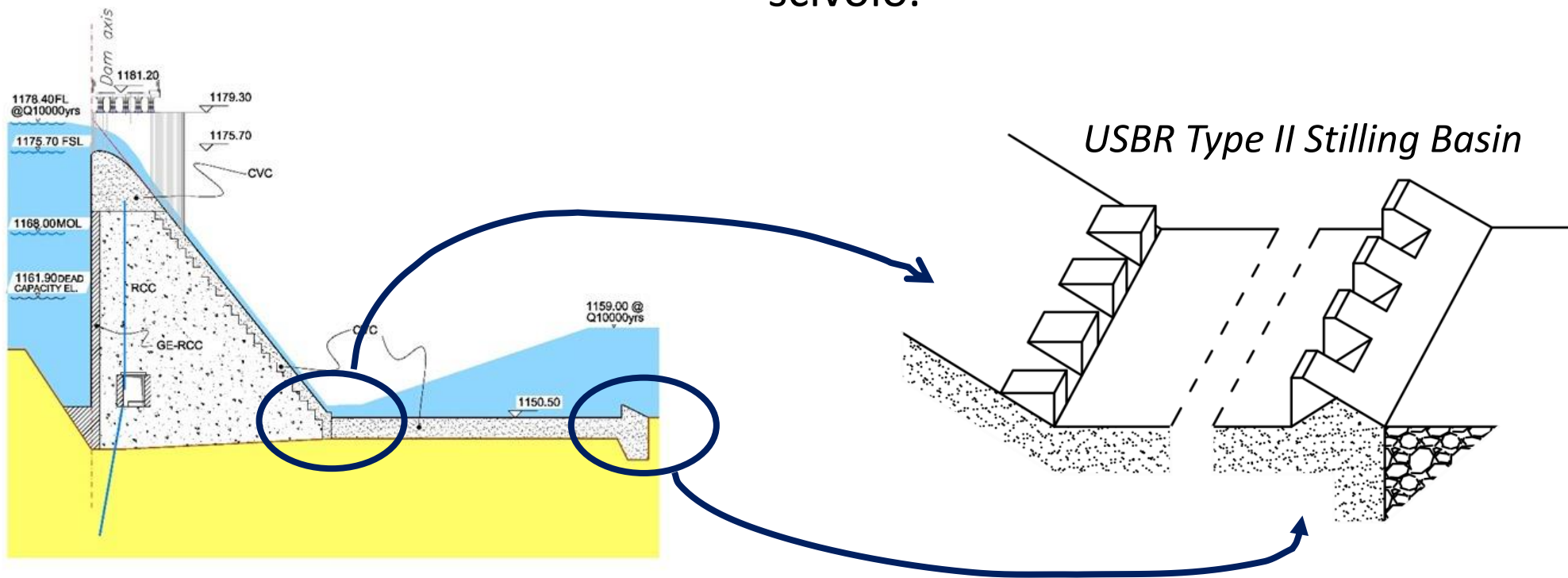
Qual è la dissipazione indotta dai blocchi?

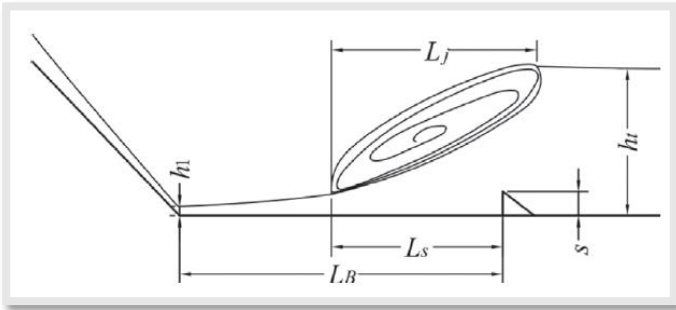


Quanto deve essere grande il bacino di dissipazione?

Uno studio per un possibile progetto della diga fu affidato nel 2015 allo Studio Pietrangeli S.r.l., leader nel settore.

S.P. commissionò al DICEA lo studio sperimentale della struttura di dissipazione al piede dello scivolo.





Il rapporto tra i tiranti a monte e a valle del risalto è regolato da equazioni che tengono conto delle grandezze geometriche che delimitano il fenomeno

Risalto idraulico

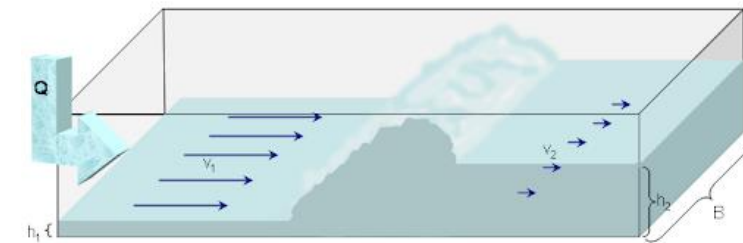
Confinato

Libero o classico

Il rapporto tra i tiranti a monte e a valle del risalto è regolato dalle ben note equazioni dell'idraulica

Sommerso

Non sommerso



Modello 1:70 in «similitudine di Froude»

Ingresso della portata

Trasduttori di pressione

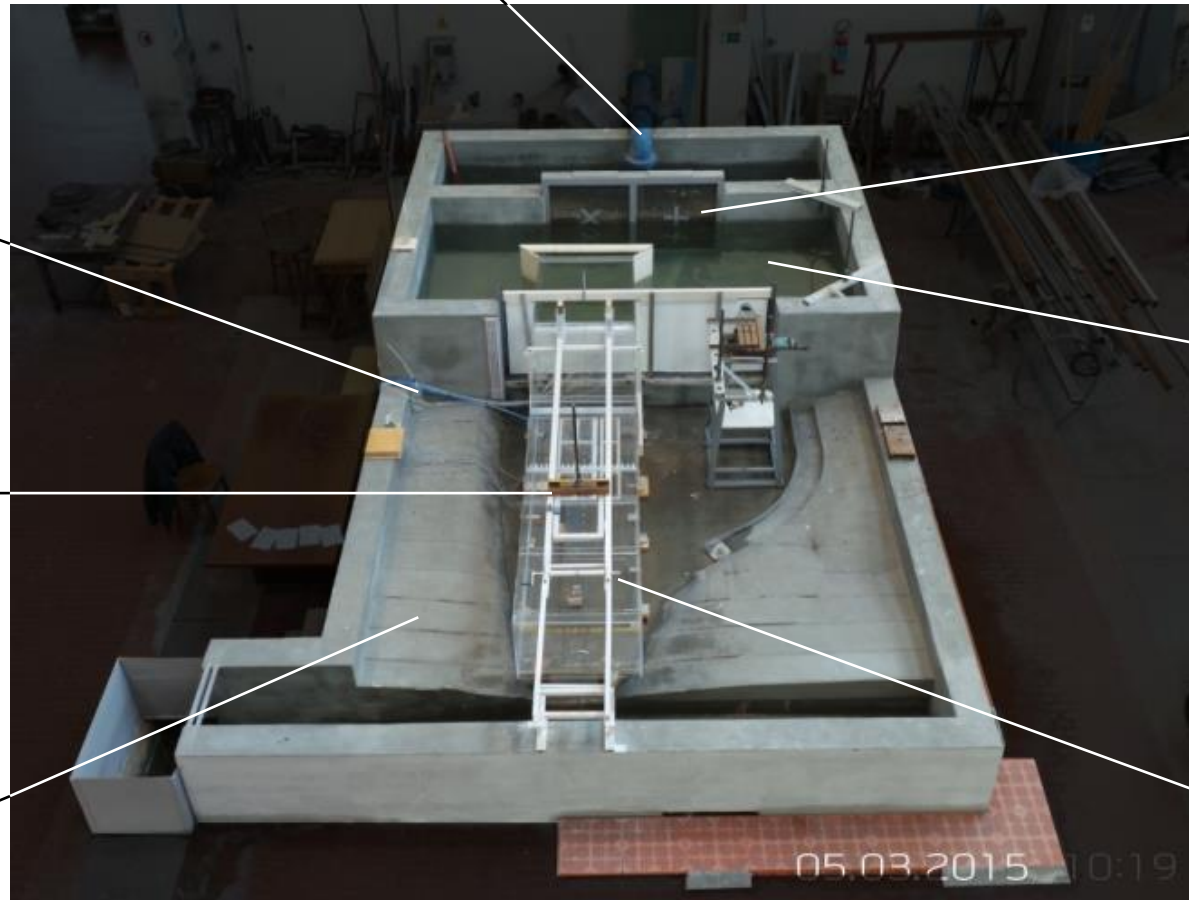
Idrometro a punta per
la misura del livello

Morfologia dei luoghi con
modello in cls

Filtro per ridurre la
turbolenza

Invaso

Scivolo + canale in acrilico
(larghezza 85 cm)



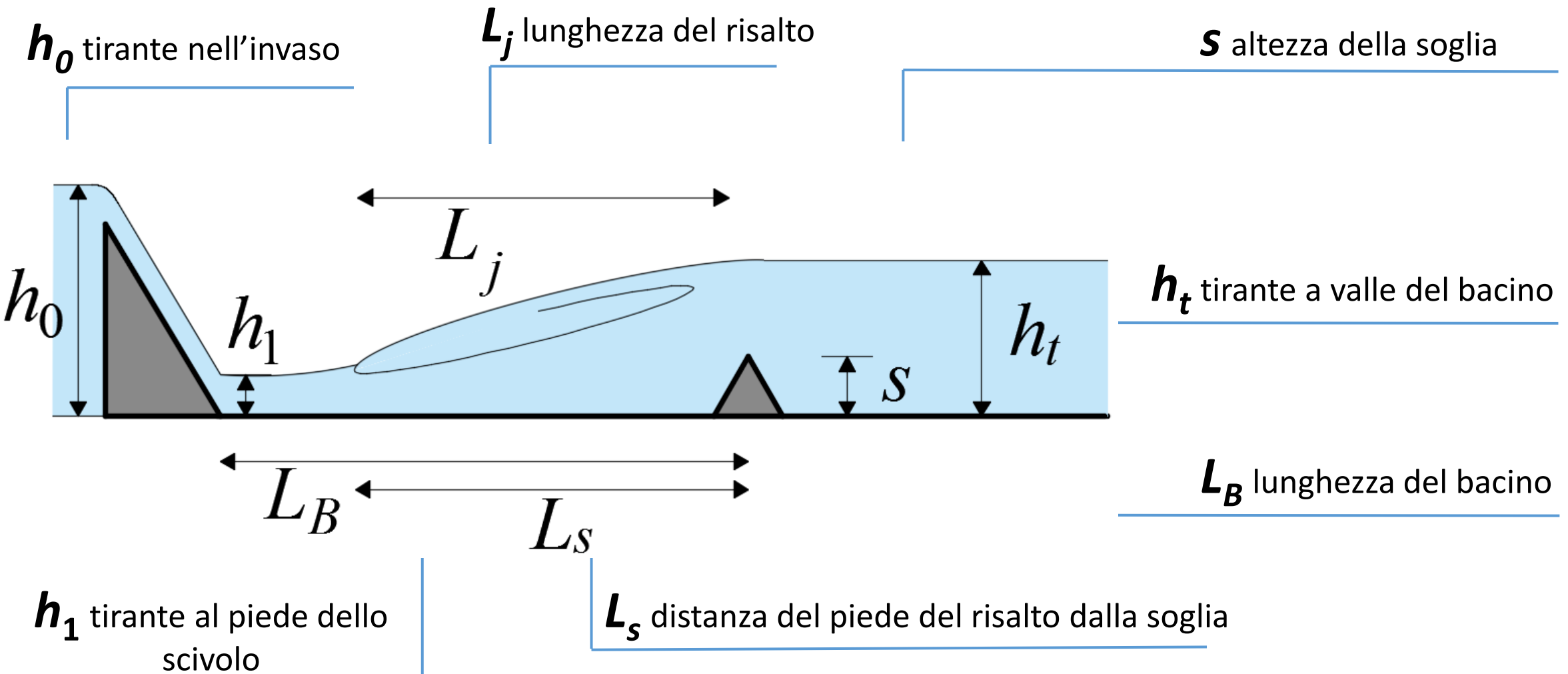


I trasduttori misurano la pressione sul fondo in 4 sezioni a monte e 4 a valle del bacino

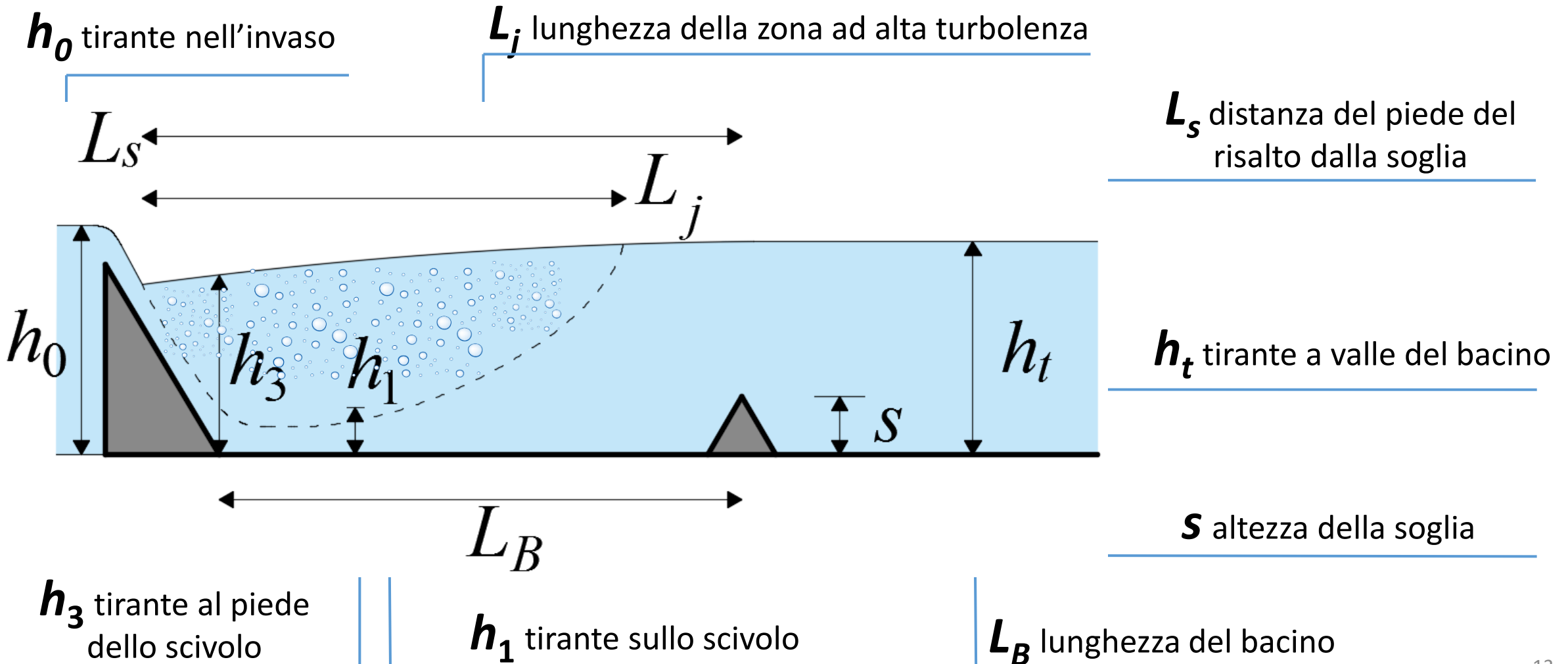
Un flap permette di variare il tirante di valle (simula condizione al contorno di valle)



RISALTO



RISALTO SOMMERSO



Vengono date in input al modello 11 portate diverse. Per ogni portata viene fatta variare, mediante il flap, l'altezza idrica di valle. A questo punto vengono misurate le variabili rilevanti e viene «osservato» il tipo di risalto.

Variabili misurate

Q , profilo di corrente, h_1 per risalto non sommerso, h_3 per risalto sommerso, h_t , L_s , L_j , tipo di risalto, pressioni

Variabili derivate

F_1 , h_1 per risalto sommerso, altezza coniungata nel risalto «classico», variabili adimensionali

Range dei parametri sperimentali

$Q_{\text{real scale}}$ [m ³ /s]	Q_{model} [l/s]	F_1	h_1 [cm]	h_t max [cm]	h_t min [cm]
20.85	10.3	19.89	0.336	14.83	6.06
132.36	65.4	8.41	2.044	29.97	16.24

È importante far variare i numeri di Froude (F_1) per simulare diversi regimi idrologici del corso d'acqua (magre, piene, etc.).

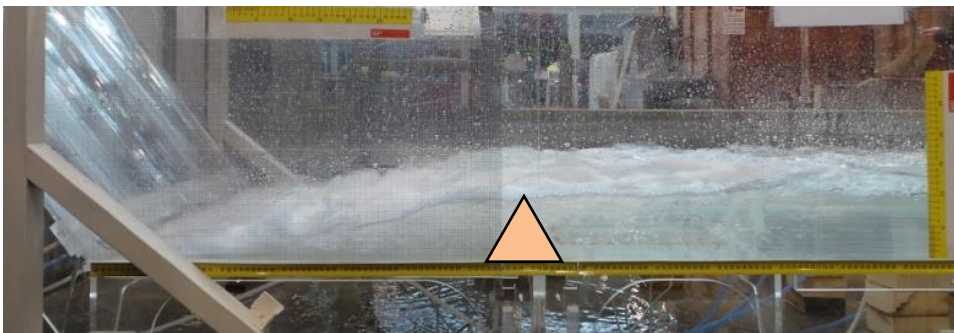
Classificazione dei «tipi» di risalto» (Hager & Li, 1992)



Risalto sommerso: il risalto avviene sotto il pelo libero, e il tirante in corrente veloce (a monte) non può realizzarsi



A-jump: il risalto termina prima o in corrispondenza della soglia



B-jump: il risalto si estende al di là della soglia

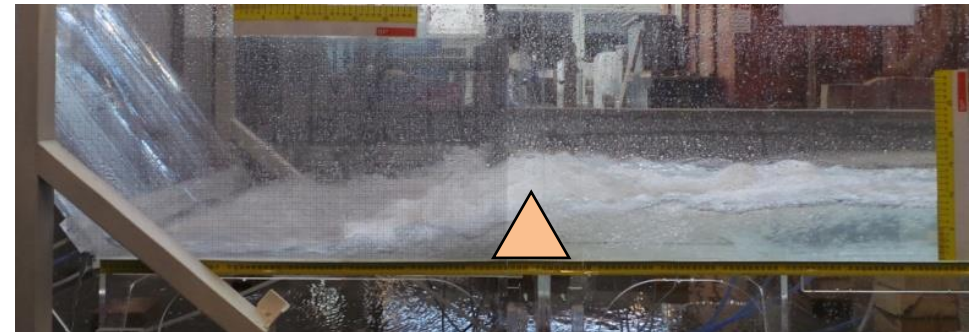
Portata fissata, al diminuire del tirante di valle

Portata fissata, al diminuire del tirante di valle

Minimum B-jump (B_m): come il B-jump ma con un secondo vortice a valle della soglia

C-jump: il profilo a valle della soglia è ondulato, con pulsazione e spray

Spray jump: il tirante in corrente veloce (a monte) impatta contro la soglia → la dissipazione di energia non è efficace



Risalto sommerso

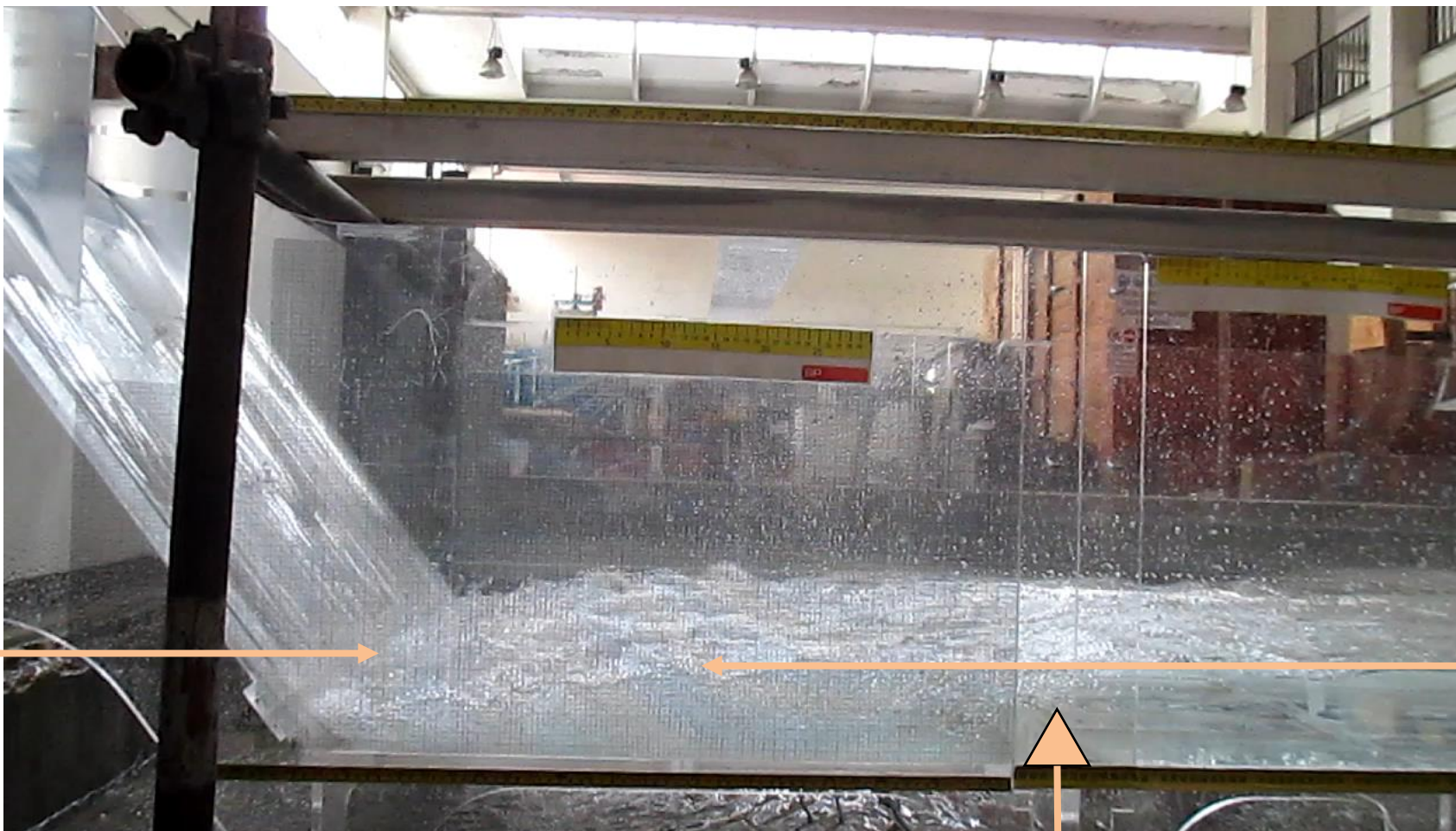


Il vortice è
sott'acqua

Tirante a valle
della soglia
regolare

soglia

A-jump



L'altezza idrica al piede dello scivolo è quella in corrente veloce

Il vortice è visibile in superficie

soglia

C-jump

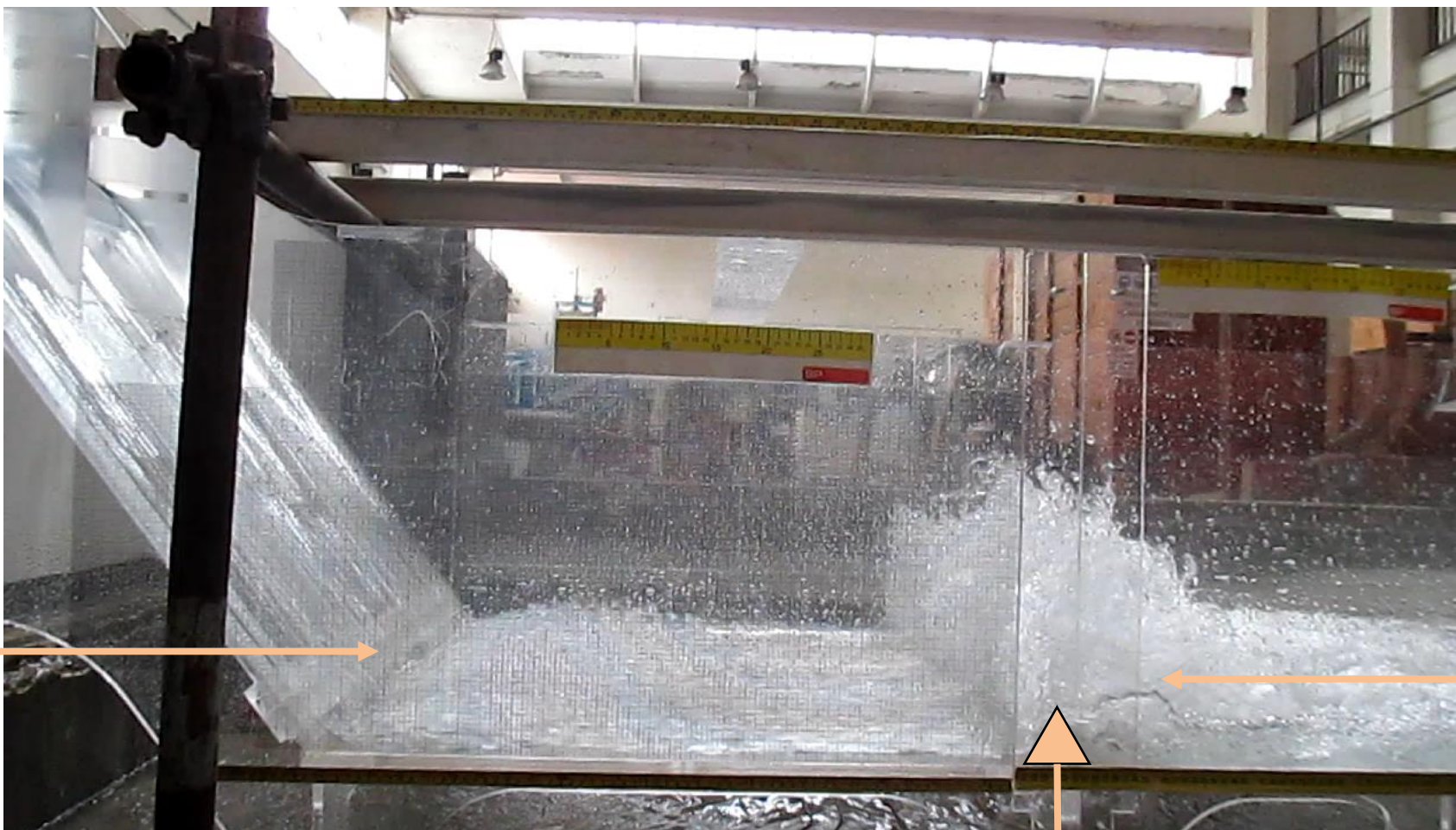


L'altezza
idrica al piede
dello scivolo
è quella in
corrente
veloce

Il tirante di valle
è ondulato

soglia

Spray jump



L'altezza
idrica al piede
dello scivolo
è quella in
corrente
veloce

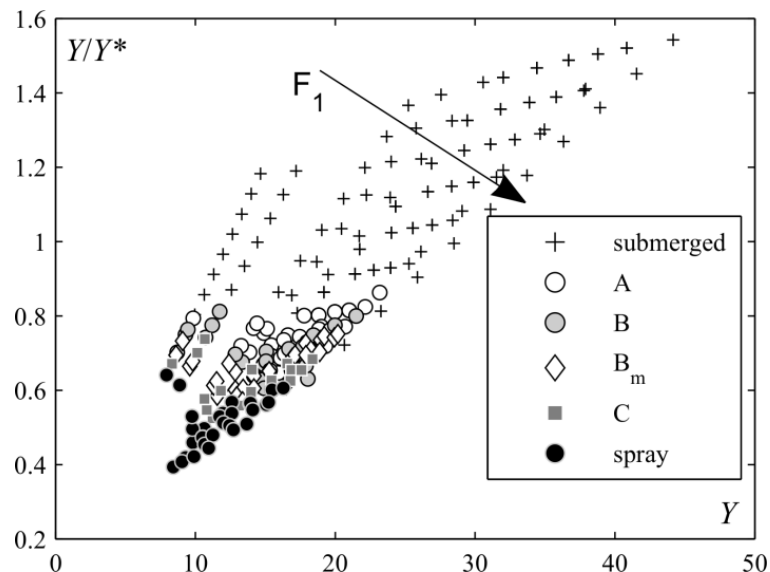
Non c'è vortice,
bensì l'impatto
del getto

soglia

L'analisi dei dati sperimentali è stata condotta su variabili adeguatamente adimensionalizzate, per trattare nello stesso tempo tutti i tipi di risalto.

Sono stati ricavati degli abachi e delle formule che consentono di ricavare, per qualunque valore di portata, numero di Froude, tirante di valle e configurazione geometrica della soglia, il tipo di risalto e la dissipazione di energia (e viceversa).

h_1 tirante in corrente veloce (a monte del risalto)



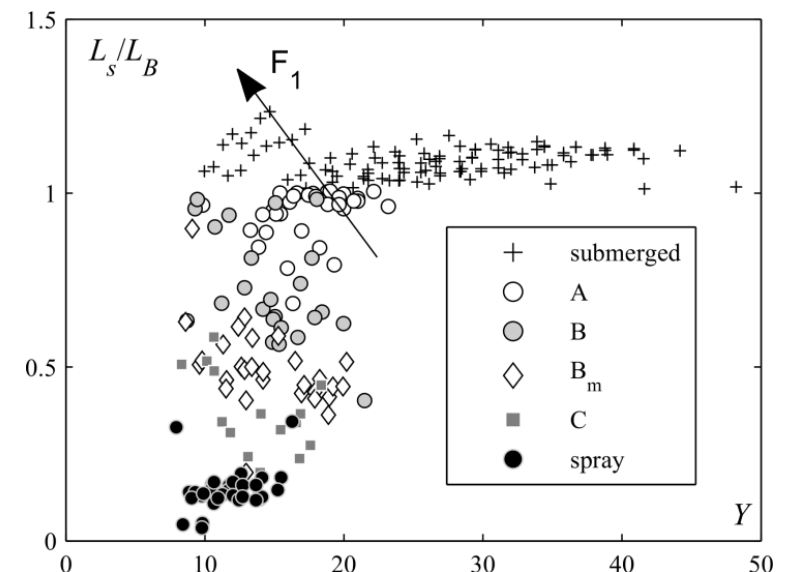
h_t tirante in corrente lenta (a valle del risalto)

$$Y = \frac{h_t}{h_1}$$

$$Y^* = \frac{h_2^*}{h_1}$$

$$\frac{Y}{Y^*} = \frac{h_t}{h_2^*}$$

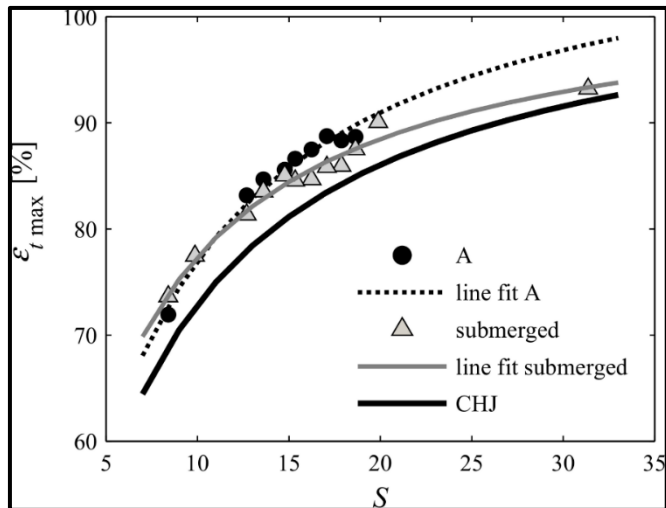
h_2^* tirante in corrente lenta coniugato nel risalto classico



Per maggiori approfondimenti:

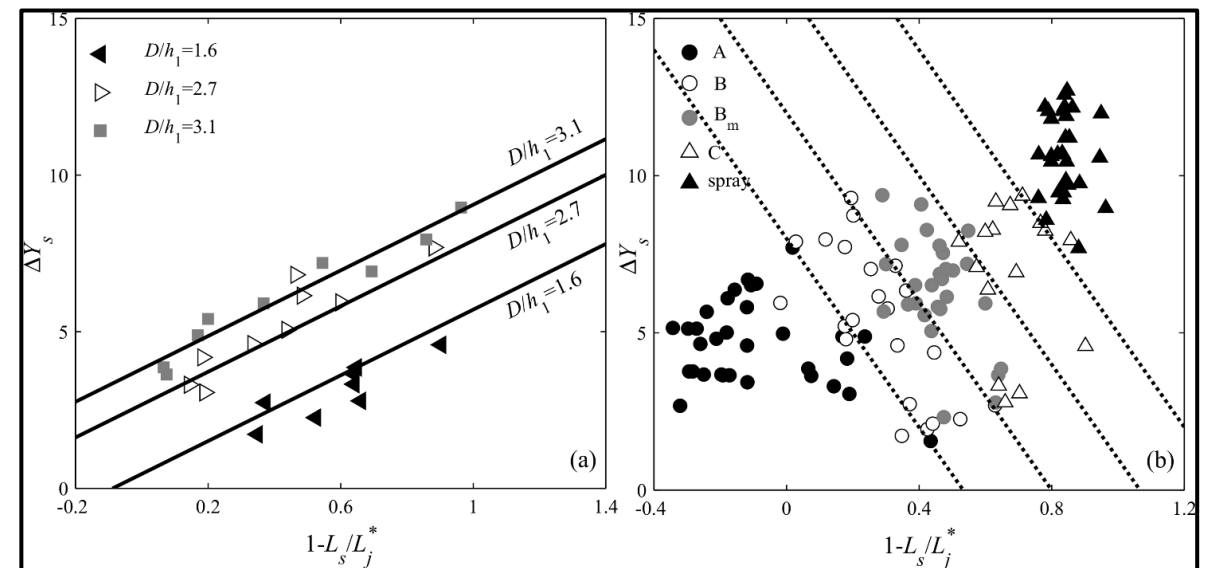
Fecarotta, O., Carravetta, A., Del Giudice, G., Padulano, R., Brasca, A., & Pontillo, M. (2016). Experimental results on the physical model of an USBR type II stilling basin. *River Flow 2016: Iowa City, USA, July 11-14, 2016*, 242.

Padulano, R., Fecarotta, O., Del Giudice, G., & Carravetta, A. (2017). Hydraulic design of a USBR Type II stilling basin. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 143(5), 04017001.



Efficienza del risalto

A parità di grandezze in gioco il risalto sommerso dissipa meno energia di quello non sommerso



Abaco adimensionale



Per gentile concessione di Studio Pietrangeli S.r.l.

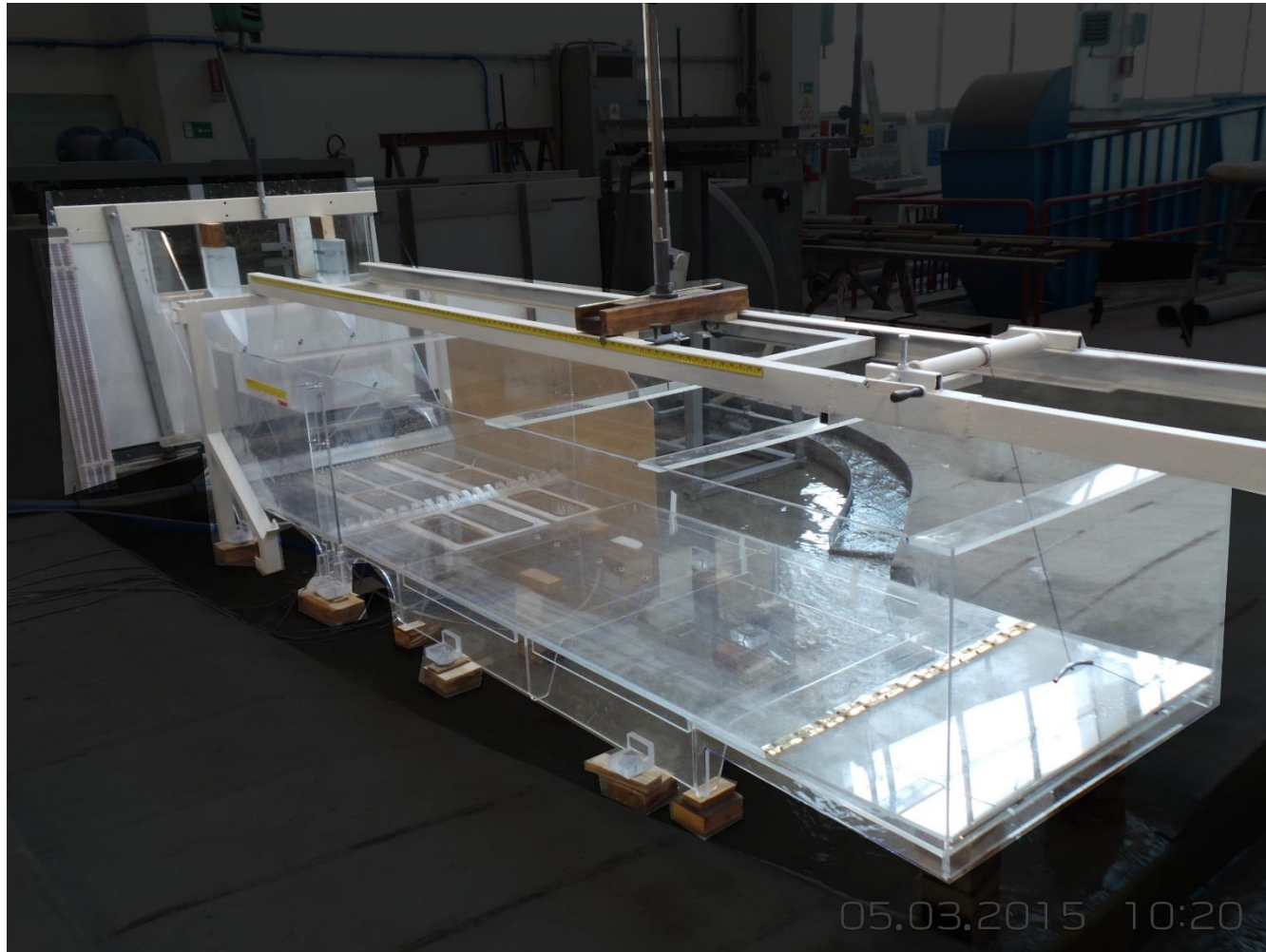
"We have lost the dam here because the control mechanism that we had to take the water to the intake of the machines has been destroyed," he said. "We had the training dike and that has been washed away, and on the dam wall you have seen that now the water is passing through the dam wall and therefore we cannot hold any water at the dam and through that, we cannot generate any electricity."

Per gentile concessione di Studio Pietrangeli S.r.l.

"Severe Tropical Storm Ana affected Malawi in 2022.

The Department of Disaster Management Affairs says in Malawi, the storm killed 32 people and displaced 188,000 from their homes in 17 districts."





*Grazie per
l'attenzione!*