

## Esercitazione n°2

### Tracciamento del profilo di rigurgito a monte di una traversa fluviale fissa

In un canale rettangolare molto lungo, avente larghezza assegnata  $b$  e pendenza costante e pari ad  $i$ , fluisce una portata  $Q$  data. Il canale è interrotto da una traversa sagomata secondo il profilo Creager-Scimemi. Si determini e si tracci l'andamento del profilo di rigurgito creato a monte della traversa nel caso in esame. Si ripeta quindi il calcolo e il tracciamento nel caso in cui la pendenza del fondo del canale sia pari a  $i'$ , determinando l'ubicazione del risalto e la sua estensione.

| Dati  |       |
|---|-------|
| Larghezza del canale $b$ [m]                          | 23    |
| Altezza della traversa sul fondo dell'alveo $h_t$ [m] | 3     |
| Pendenza del canale $i$                               | 0,001 |
| Pendenza del canale $i'$                              | 0,005 |
| Portata $Q$ [m <sup>3</sup> /s]                       | 101   |
| Coefficiente di Strickler $c$                         | 65    |

Table 1: Dati

### Procedimento

A monte della soglia si instaura un profilo di rigurgito tale che il livello idrico  $h_s$  sulla soglia sia quello necessario al transito sulla medesima della portata del canale, e ricavabile mediante l'equazione degli stramazzi a soglia larga:

$$Q = \frac{2}{3\sqrt{3}} b h_s \sqrt{2g h_s} \quad (1)$$

Una volta ricavato l'altezza sulla soglia  $h_s$ , si conosce di conseguenza la quota idrica raggiunta dal profilo a monte della soglia stessa

$$h^* = h_t + h_s \quad (2)$$

L'altezza di moto uniforme, che sarà raggiunta nel punto in cui il profilo di rigurgito indotto dalla traversa si ricongiungerà a monte con il profilo stesso di moto uniforme, può essere ricavata mediante l'applicazione della relazione di Chezy per moto uniforme assolutamente turbolento:

$$Q = b h_u \chi \sqrt{R i} \quad (3)$$

nella quale  $R$  è il raggio idraulico della corrente,  $i$  la pendenza del fondo del canale e  $\chi$  il coefficiente di scabrezza che, adottando la formula di Gaukler-Strickler, è pari a  $\chi = c R^{\frac{1}{6}}$ .

Si procede quindi al calcolo del profilo di rigurgito come di seguito esposto.

- Si determina l'altezza critica per la sezione e la portata dati, valutando quindi per ciascuno dei due casi assegnati di pendenza se il moto uniforme avviene in condizioni di corrente veloce (alveo torrentizio) o lenta (alveo fluviale). L'altezza critica è data dalla relazione:

$$h_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g b^2}} \quad (4)$$

- Si suddivide  $h^* - h_u$  (dove  $h^*$  è l'altezza determinata dalla causa perturbatrice, cioè dalla soglia, e  $h_u$  è l'altezza di moto uniforme) in un sufficiente numero di intervalli (ad esempio 20 intervalli se non occorre la transizione di corrente, 60 se occorre). Per ciascuna delle altezze  $h$  estreme dei singoli intervalli  $\Delta h$ , si possono calcolare le corrispondenti energie specifiche, ovvero energie rispetto al fondo del canale:

$$E = H - z = h + \frac{\alpha Q^2}{2g(bh)^2} \quad (5)$$

e quindi le differenze  $\Delta E$  spettanti a ciascun intervallo. Nel calcolo si può ipotizzare un coefficiente  $\alpha$  di Coriolis unitario.

- Partendo dalla sezione più vicina alla causa perturbatrice, è possibile calcolare il profilo di rigurgito applicando la seguente espressione, che si ricava esprimendo l'equazione differenziale del moto di una corrente gradualmente variata in moto permanente ( $\frac{dH}{ds} = -j$ ) integrando alle differenze finite:

$$\Delta s = \frac{\Delta E}{i - j} \quad (6)$$

dove  $\Delta s$  sono le lunghezze dei tronchi di corrente lungo i quali le altezze variano dei prestabiliti  $\Delta h$  e  $j$  è la cadente piezometrica esprimibile con la formula di Chezy. Siccome  $j$  è da attribuire al singolo intervallo spaziale, nel calcolarla si adotterà come altezza  $h$  la media aritmetica delle due altezze competenti agli estremi dell'intervallo e valutando conseguentemente l'area, il raggio idraulico, il coefficiente  $\chi$  da attribuire all'intervallo. Una volta noti  $\Delta E$  e  $j$ , si può procedere al calcolo dei  $\Delta s$  a partire dalla sezione causa della perturbazione, potendo quindi tracciare il profilo di rigurgito della corrente.

- Nel disegno del profilo si deve tener conto di un eventuale passaggio di stato della corrente, da veloce a lenta, con conseguente formazione del risalto idraulico. La localizzazione del risalto dovrà essere effettuata considerando la condizione di equilibrio delle spinte totali, considerando che per la corrente veloce le condizioni iniziali sono quelle di monte mentre per la corrente lenta le condizioni iniziali sono sia quella di valle che quella di monte. Tale condizione si esprime, applicando l'equazione delle spinte globali, mediante la seguente relazione:

$$\frac{1}{2}\gamma b h_A^2 + \rho \frac{Q^2}{b h_A} = \frac{1}{2}\gamma b h_B^2 + \rho \frac{Q^2}{b h_B} \quad (7)$$

in cui  $h_A$  è l'altezza del profilo di rigurgito a monte del risalto,  $h_B$  è l'altezza subito a valle del risalto (altezze coniugate).

La lunghezza del risalto potrà essere determinata seguendo le osservazioni sperimentali che riportano in funzione del numero di Froude della sezione a monte del risalto ( $Fr_A$ ), il rapporto tra l'estensione stessa del risalto e la differenza tra le altezze coniugate a monte e valle del risalto.

| $Fr_A$ | $L/(h_B - h_A)$ |
|--------|-----------------|
| 2      | 7.6             |
| 3      | 7.2             |
| 5      | 7               |
| 10     | 6.6             |
| 15     | 6.2             |
| 20     | 5.7             |

Table 2: Coefficienti per il calcolo della lunghezza del risalto