

Corso di
REGIME E PROTEZIONE DEI LITORALI

ESERCITAZIONE N°7

(A. A. 2014 – 2015)

DIMENSIONAMENTO DI UNA SCHIERA DI PENNELLI

Per contrastare l'erosione prodotta dal trasporto longitudinale dei sedimenti nella spiaggia di La Playa (Cagliari – Capoterra), di cui sono assegnati i parametri di due onde rappresentative, si ritiene di poter provvedere alla sua stabilizzazione mediante un sistema di difesa costituito da una schiera di pennelli perpendicolari alla riva.

Note la pendenza del fondale (supposto di forma piana), la pendenza della battigia e la lunghezza della spiaggia da stabilizzare, dimensionare i pennelli, disegnarne il profilo longitudinale e calcolare il volume dei sedimenti che verranno immobilizzati trascurando la quota-parte del volume immobilizzata dal raccordo di valle.

Dati:

- | | |
|---|---------------------------|
| 1. orientamento della normale alla linea di riva: | $DirN = 110^\circ N;$ |
| 2. 1 ^A onda rappresentativa: | $Dir_{01} = 60^\circ N;$ |
| 3. 1 ^A onda rappresentativa: | $H_{01} = 2.6 \text{ m};$ |
| 4. 1 ^A onda rappresentativa: | $fr_1 = 13.1 \%;$ |
| 5. 2 ^A onda rappresentativa: | $Dir_{02} = 150^\circ N;$ |
| 6. 2 ^A onda rappresentativa: | $H_{02} = 2.0 \text{ m};$ |
| 7. 2 ^A onda rappresentativa: | $fr_2 = 54.2 \%;$ |
| 8. pendenza del fondale: | $m_F = 2\%;$ |
| 9. pendenza della battigia: | $m_B = 20\%;$ |
| 10. lunghezza della spiaggia da stabilizzare: | $\ell_s = 1600 \text{ m}$ |
| 11. livello di minima bassa marea (l.m.m.): | $BM = -0.25 \text{ m};$ |
| 12. quota della berma ordinaria: | $q_B = 1.20 \text{ m};$ |
| 13. avanzamento massimo della linea di riva: | $a_s = 20 \text{ m}.$ |

Schema di soluzione

Il periodo delle onde in considerazione si determina mediante la relazione:

$$T_s = \sqrt{\frac{H_{s0}}{0.049}} \text{ (s)}.$$

Le corrispondenti lunghezze dell'onda e le celerità al largo si calcolano mediante le relazioni:

$$L_0 = \frac{gT_s^2}{2\pi}; \quad C_0 = \frac{L_0}{T_s}.$$

Si assume per le due onde una profondità di tentativo e si calcolano le corrispondenti lunghezze d'onda mediante la relazione implicita:

$$L = L_0 \operatorname{th} \frac{2\pi d}{L}.$$

Nota L si determina la celerità di fase:

$$C = \frac{L}{T},$$

essendo assegnata la direzione del moto ondoso e la direzione delle isobate, si determina la direzione del raggio d'onda corrispondente alla profondità d , il coefficiente di rifrazione K_R e quello di profondità (shoaling) K_S :

$$Dir = DirN - \arcsen \left[\frac{C}{C_0} \sen(DirN - Dir_0) \right];$$

$$K_R = \sqrt{\frac{\cos(DirN - Dir_0)}{\cos(DirN - Dir)}};$$

$$K_S = \sqrt{\frac{1}{th(kd) \left[1 + \frac{2kd}{sh(2kd)} \right]}};$$

essendo k il numero d'onda:

$$k = \frac{2\pi}{L}.$$

Dalla teoria dell'onda solitaria si ha:

$$\frac{H_b}{H_0'} = \frac{1}{3.3 \left(\frac{H_0'}{L_0} \right)^{1/3}},$$

essendo H_b l'altezza dell'onda frangente e H_0' è calcolata come:

$$H_0' = K_R K_S H_0.$$

La profondità d_b al frangente è legata all'altezza H_b e al periodo T dalla relazione empirica:

$$\frac{d_b}{H_b} = \frac{1}{b - a \frac{H_b}{gT^2}},$$

ove a e b dipendono dalla pendenza m_F del fondo:

$$a = 43.75(1 - e^{-19m_F});$$

$$b = \frac{1,56}{1 + e^{-19.5m_F}}.$$

A rigore, il valore di d_b così calcolato, essendo stato ottenuto assumendo una profondità d a caso non coincide con il valore di d_b , per cui occorre ripetere il calcolo assumendo un nuovo valore di d . Poche iterazioni che possono agevolmente condursi con l'ausili del foglio elettronico permettono di ottenere il risultato.

Si determina quindi la fascia di mareggiata interessata dalla long shore current:

$$Y_b = \frac{d_b}{m_F}.$$

Il valore minimo dei due Y_b può essere usato come elemento di riferimento per stabilire la lunghezza dei pennelli dalla linea di riva. La lunghezza lato terra può ottenersi sommando alla larghezza della battigia l'avanzamento massimo assegnato per la stabilizzazione più la quota parte di radicamento a terra del pennello. Il profilo longitudinale sarà composto da due tratti orizzontali quello lato terra alla quota della berma ordinaria e quello lato mare alla quota della bassa marea. I due tratti saranno raccordati con un tratto inclinato di pendenza pari a quella della battigia.

Il parametro di flusso dell'energia è dato dalla relazione:

$$P\ell_s = 0.038 \sqrt{\frac{g}{k}} \rho g H_0^{5/2} \sqrt{|\cos(\text{Dir}N - \text{Dir}0)|} \text{sen}[2(\text{Dir}N - \text{Dir}0)].$$

Si calcola quindi l'energia che compete a ciascuna delle due onde rappresentative:

$$E_{me} = fr \times P\ell_s.$$

Indicate con E_{me1} ed E_{me2} le energie massima e minima, il loro rapporto sarà uguale al rapporto degli avanzamenti della linea di riva sui paramenti dei pennelli:

$$\frac{E_{me1}}{E_{me2}} = \frac{a_s}{a_s'},$$

da cui si ricava:

$$a_s' = a_s \frac{E_{me2}}{E_{me1}}.$$

La distanza tra i pennelli si ottiene mediante la relazione:

$$b = \frac{a_s + a_s'}{\text{tg}(\text{Dir} - \text{Dir}N)},$$

essendo Dir l'angolo che l'onda che convoglia la massima energia forma con $\text{Dir}N$.

Il volume di sedimenti immobilizzato dalla singola cella compresa tra due pennelli contigui è composto da una parte prismatica:

$$\tau_{PR} = \frac{a_s b}{2} q_B,$$

e una parte di forma piramidale:

$$\tau_{PI} = \frac{a_s b d_P}{2 \cdot 3},$$

essendo d_P la profondità al piede della testata del pennello:

$$d_P = m_F \ell_{PM},$$

ove ℓ_{PM} è la lunghezza lato mare del pennello dalla linea di riva.

Il numero delle celle si ottiene mediante la relazione:

$$N_C = \frac{\ell_S}{b}.$$

Il volume immobilizzato è dato dalla relazione:

$$\tau_T = N_C (\tau_{PR} + \tau_{PI}).$$

Il numero dei pennelli è:

$$N_P = N_C + 1.$$