COMUNE di SANREMO

PROGETTAZIONE RELATIVA AGLI INTERVENTI DI DIFESA E RIPASCIMENTO DEL LITORALE COMPRESO TRA PIAN DI POMA ED IL LIDO FOCE ODCP N. 558/2018.

CIG: 827861620B



PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO

PROGETTAZIONE MARITTIMA
Relazione di calcolo pennelli

CODICE ELABORATO: P E A 1 3 1 V I I I 2 0 0 0 P M R E L 0 2 A

SCALA -

CAPOGRUPPO

HYpro srl — ARTEC ASSOCIATI S.r.l. consulting & engineering — LIETO & C. S.R.L. SERVIZI DI ARCHEOLOGIA ED APPLICAZIONI TECNOLOGICHE PER I BENI CULTURALI ED IL RILIEVO — BIOL. A. NICASTRO

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Dott. Ing. Vincenzo Secreti

GEOLOGO:
Dott. Geol. Giuseppe Cerchiaro

CSP:
Ing. Vincenzo Ferreri

COORDINAMENTO UNITA' DI PROGETTAZIONE

PROGETTAZIONE IDRAULICA - MARITTIMA	Ing. M. Brocato (AA)
PROGETTAZIONE IDRAULICA - FLUVIALE	Ing. V. Secreti (HY)
STRUTTURE	Ing. G. Civitate (HY)
AMBIENTE E PAESAGGIO	Ing. V. Bonifati (HY)
GEOLOGIA	Geol. G. Cerchiaro (HY)
MONITORAGGI GEOTECNICI	Geol. A. Grispino (HY)
MONITORAGGI AMBIENTALI	Geol. G. Pettinato (HY)
GEOTECNICA	Ing. F. Conte (HY)
CANTIERIZZAZIONE E GESTIONE TERRE	Ing. F. Cocchiero (HY)
STIME E CAPITOLATI	Ing. A.A. Barbagallo (AA)
RILIEVI E INDAGINI	Ing. R. Anastasi (AA)
ARCHEOLOGIA	Dott. M. Di Lieto (DL)
BIOLOGIA MARINA	Dott. A. Nicastro (AN)
PROGETTAZIONE BIM	Ing. R. Nucci (HY)

VISTO DELLA COMMITTENZA:

IL Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Danilo Burastero

IL Dirigente del Settore Lavori Pubblici
Ing. Danilo Burastero

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	SETT. 2020	PRIMA EMISSIONE	O. CARUSO	V. FERRERI	V. SECRETI

Sommario

1 PREMESSA 2
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE 2
2.1 INQUADRAMENTO URBANISTICO 2
2.2 CARTOGRAFIA DI RIFERIMENTO 2
3 CRITERI DI VERIFICA DELLE SCOGLIERE DI PROTEZIONE 3
3.1 PROGETTO DELLA MANTELLATA 3
3.2 STABILITA' DEGLI STRATI DI TRANSIZIONE E DEL NUCLEO 5
3.3 PROGETTO DELLA TESTATA 5
4 RISULTATI 6

1 PREMESSA

Nella presente relazione sono stati eseguiti i calcoli relativi al dimensionamento degli elementi di mantellata costituenti i pennelli in progetto. I predetti calcoli sono stati eseguiti utilizzando le consolidate procedure delle costruzioni marittime nonché sulla base delle Normative e Circolari Tecniche vigenti in materia, in particolare:

"Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime" – Ministero dei Lavori Pubblici – Consiglio Nazionale delle Ricerche (GNDCI), 1996.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 INQUADRAMENTO URBANISTICO

Il presente progetto prevede la realizzazione di un ripascimento strutturale della spiaggia tra il Lido Foce e Pian di Poma.
Tale intervento viene condotto previa la preparazione del piano di posa del materiale; in tale fase si prevede la rimozione dei pennelli in scogliera artificiali realizzati in situ; in particolare è prevista la demolizione e l'accatastamento dei massi per il loro successivo riutilizzo, dei pennelli ubicati a ponente della spiaggia Anfas, in prossimità dei Bagni Tartaruga e Bagni Matuzia, ai lati dello sbocco del rio S. Bernardo ed in corrispondenza dei Bagni Stella e Kontichi. Il pennello ubicato in sponda destra dello sbocco del rio Foce verrà riutilizzato come radice del nuovo pennello di progetto.

La fase successiva prevede la creazione dei due pennelli di progetto; il primo (pennello 1) viene ubicato in sponda destra del rio S. Bernardo ed è costituito da una struttura in massi naturali, con nucleo in tout-venant e massi di piccole dimensioni e mantellata con massi di grossa pezzatura. La lunghezza del pennello è di circa 110 ml e la mantellata di copertura è dotata di pendenze di 1:4 in testata e 1:1 sull'asta. I massi necessari per la costruzione del manufatto provengono dai pennelli esistenti già demoliti integrati da apporti di nuovi massi di grossa pezzatura da cave certificate.

Il pennello nr 2 ha le medesime caratteristiche costruttive del primo ed una lunghezza dalla radice al piede della testata di circa 122 ml. È ubicato in sponda destra del rio Foce e la testata è appoggiata su un fondale di circa -5 m.s.l.m.

2.2 CARTOGRAFIA DI RIFERIMENTO

La cartografia di base adoperata per il seguente progetto è stata la seguente:

- Quadri DTM 5x5 messo a disposizione dal geoportale della Regione Liguria;
- Quadri della CTR messa a disposizione dal geoportale della regione Liguria;
- Stralcio della Cartografia IGM 1:25.000.



Figura 1 Cartografia della zona



Figura 2 Area d'intervento

3 CRITERI DI VERIFICA DELLE SCOGLIERE DI PROTEZIONE

Le "dighe a gettata" sono caratterizzate da un procedimento costruttivo che consiste nel versare scogli o massi in materiale lapideo o artificiale con mezzi terrestri o marittimi. In una diga a gettata si possono distinguere:

- una sottostruttura o imbasamento idonea a ripartire i carichi sul terreno di sedime costituita da scapolame. Quando il terreno di sedime è costituito da terreni compressibili si interpone uno strato filtro costituito da pietrisco o sabbia;
- una infrastruttura direttamente soggetta all'azione del moto ondoso incidente in blocchi naturali o artificiali il cui peso è determinato in funzione delle caratteristiche del moto ondoso stesso. La sommità orizzontale dell'infrastruttura è detta berma. mentre lo strato inclinato è detta mantellata;
- un nucleo interno che non è soggetto all'azione del moto ondoso che viene realizzato con materiale di cava (tout-venant) la cui granulometria varia tra confini piuttosto estesi; il nucleo può essere costituito anche con materiali provenienti dagli scavi se idonei a questa funzione; il nucleo è protetto da ulteriori strati intermedi in massi naturali o artificiali le cui dimensioni sono crescenti verso la mantellata;
- una eventuale sovrastruttura di coronamento comprendente il massiccio di carico e l'eventuale muro paraonde. La quota di imposta della sovrastruttura è generalmente fissata da risultare 1.00 - 2.00 ml s.l.m.m. per consentire il transito dei mezzi d'opera sia in fase di costruzione che in fase di manutenzione.

La verifica della stabilità delle varie parti di una diga a gettata ha proprio inizio con il calcolo della stabilità della mantellata (armour layer) che interagisce direttamente con il moto ondoso proteggendo gli strati sottostanti. Occorre verificare la stabilità idraulica ossia la capacità di ogni singolo elemento di restare nella propria sede e la stabilità strutturale cioè la capacità di resistenza a rottura dell'elemento stesso. Per valutare il danno idraulico occorre eseguire una misura della modifica del profilo della superficie della scarpata e un conteggio dei massi che si muovono sotto l'azione delle onde frangenti.

3.1 PROGETTO DELLA MANTELLATA

Le dighe a gettata sono costituite da una struttura a massi naturali di varia pezzatura disposti a strati successivi delimitata verso il mare da una mantellata di blocchi naturali o artificiali di peso adeguato per assorbire l'onda incidente che vi si rompe al frangimento.

Per il calcolo del singolo masso di rivestimento si usa la formula di Hudson:

$$W = \frac{y_m * H_s^3}{(\frac{y_m}{y_w} - 1)^3 * k_D * cot\alpha}$$

dove:

H_s= altezza d'onda significativa [m] funzione dell'altezza dei fondali.

W = peso medio teorico dei singoli massi [t]

y_m = il peso specifico di volume dei massi,

y_w = peso specifico dell'acqua marina, pari a 1,027 [t/m3]

k_D = coefficiente di stabilità dipendente da numerosi parametri quali il tipo di masso, la pendenza, il tipo di onda, la percentuale di danneggiamento assunta < 5%

α = pendenza della scarpata sull'orizzontale.

Al fine di determinare le altezze d'onda significative a prefissato tempo di ritorno *T*, si fa riferimento al metodo di Goda (1988), basato sulle seguenti ipotesi:

- tutte le altezze d'onda significative del campione provengono da una singola popolazione statistica di eventi di mareggiate;
- le altezze d'onda di una mareggiata sono ragionevolmente rappresentate dall'altezza significativa;
- le altezze d'onda estreme facenti parte del campione non sono limitate da qualche fattore fisico, come ad esempio la profondità in acque intermedie o basse.

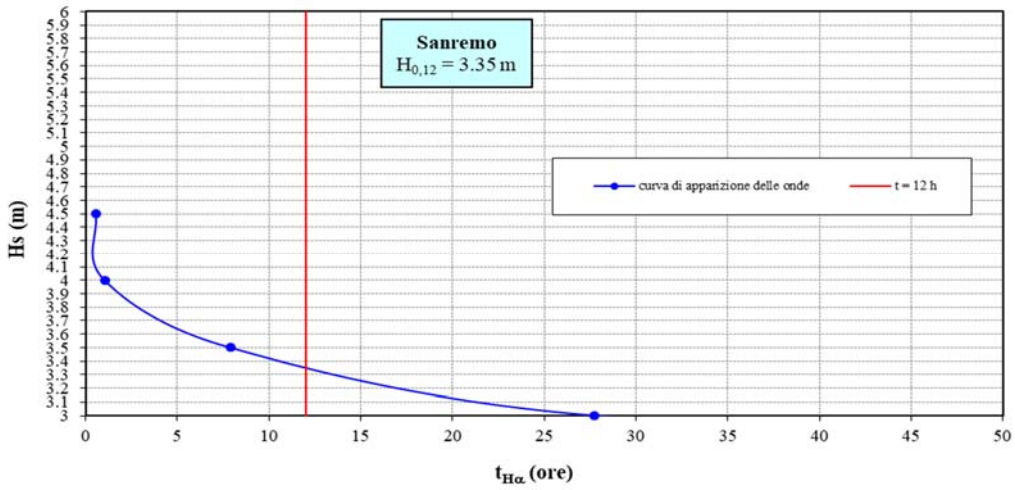


Figura 3 Altezza onde Sanremo

Il coefficiente di stabilità K_D è stato ottenuto in condizioni di moto ondoso regolare e per una condizione di danno inferiore al 5%, percentuale intesa come rapporto tra il volume di massi spostati e il volume totale della mantellata. Il coefficiente dipende poi della modalità di attacco da parte delle onde; si distinguono due situazioni tipiche e cioè quella di completa dissipazione dell'energia sulla mantellata (no-breaking wave) e quella di frangimento provocato dal fondale prima che le onde aggrediscano l'opera (breaking-wave).

Nel primo caso l'altezza d'onda da introdurre nella formula di Hudson è quella "significativa" di progetto intendendo un'onda caratterizzata da un "tempo di ritorno" quale si manifesta su fondali pari a quello esistente al piede dell'opera. Occorre notare che l'onda al largo può subire per effetto della rifrazione, attenuazioni o concentrazioni avvicinandosi alla zona di impianto dell'opera di difesa.

Particolare cura deve essere assicurata per il progetto della testata. I motivi per i quali la testata può essere più esposta sono i seguenti:

- la testata è usualmente ubicata in acque più profonde;
- la testata è spesso esposta all'attacco di onde che giungono da un più ampio settore di traversia;

- le onde incidenti possono essere riflesse, rifratte o diffratte dalla struttura o da altro frangiflutti posto all'ingresso del porto;
- l'azione di disturbo dell'onda può risultare accresciuta dalla riflessione o dalla diffrazione.

Per questi motivi i valori di k_D assunti per la testata sono inferiori rispetto a quelli assunti per la sezione corrente.

Il diametro medio della mantellata si ottiene

Lo spessore della mantellata si può ricavare tramite la presente relazione:

$$S_{mantellata} = 2 * D_{mantellata}$$

La larghezza relativa della berma è data da

$$\frac{l_b}{L_0} = 0.2 D_{mantellata} = (\frac{W}{\gamma_s})^{(\frac{1}{3})}$$

dove

l_b larghezza berna;

L_0 lunghezza di onda a largo

3.2 *STABILITA' DEGLI STRATI DI TRANSIZIONE E DEL NUCLEO*

Il nucleo disposto nella parte centrale dell'opera a gettata è formato generalmente da un ammasso lapideo ottenuto da materiale di cava. Nel caso in cui si realizza un nucleo in modo classico inoltre la granulometria dell'ammasso deve rispettare alcune esigenze fondamentali come la compattezza e la non trasmissibilità del moto ondoso attraverso il corpo che per la parte al di sotto del l.m.m. non viene costipato. La funzione degli strati filtro consiste nella protezione del nucleo dall'azione del moto ondoso che potrebbe asportare il materiale fino che lo costituisce. Lo strato posto direttamente sotto la mantellata deve essere formato da pietrame di dimensioni tali da non poter essere asportato attraverso i vuoti esistenti tra gli elementi della mantellata. In genere si può usare la seguente relazione con cui determinare il D_{Filtro} ; e lo spessore del filtro stesso

$$\frac{D_{mantellata}}{D_{Filtro}} = 2$$

$$Spesssore_{filtro} = 1 \div 1.5\, D_{Mantellata}$$

3.3 *PROGETTO DELLA TESTATA*

La testata della diga rappresenta una parte della struttura particolarmente vulnerabile e pertanto richiede una speciale considerazione nella verifica della sua stabilità. Le parti della testata possono essere più esposte per i seguenti motivi:

- la testata è usualmente ubicata in acqua più profonda;
- essa è spesso esposta all'attacco di onde che giungono da un più ampio settore di traversia;
- le onde incidenti possono essere riflesse, rifratte o diffratte dalla struttura o da un altro frangiflutti all'ingresso del porto;
- le correnti possono essere più pronunciate che non nelle altre parti lungo il frangiflutti.

Pertanto, di solito si realizza la testata a tronco di cono con pendenza ridotta rispetto a quella del restante corpo della diga. Particolare cura richiederà la posa in opera dei massi poiché la curvatura della parte rotonda può ridurre l'interconnessione fra i massi della mantellata.

Nello specifico si è scelto di realizzare la testata del molo di completamento con pendenza della scarpata 1:2 e con dello stesso tipo di quelli utilizzati per la mantellata esterna del pennello

4 RISULTATI

Si tenga presente che entambi i pennelli sono caratterizzati dalle stesse pendenze ed i risultati per entrambi sono:

Hudson Testa	
Altezza di progetto[m]	3.35
Densità massi [t/mc]	2.60
Densità acqua di mare [t/mc]	1.03
Pendenza	0.25
Coefficiente di stabilità	1.90
Massa dei massi[t]	3.66
Volume dei massi [m]	1.12
Spessore medio mantellata [m]	1.00
Diametro del filtro [m]	0.56
Spessore filtro [m]	1.12

Hudson Corpo	
Altezza di progetto[m]	3.35
Densità massi [t/mc]	2.60
Densità acqua di mare [t/mc]	1.03
Pendenza	0.10
Coefficiente di stabilità	1.90
Massa dei massi[t]	1.44
Volume dei massi [m]	0.82
Spessore medio mantellata [m]	1.00
Diametro del filtro [m]	0.41
Spessore filtro [m]	0.82