

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

UFFICIO G.C. PER LE OPERE MARITTIME DI NAPOLI

RADA DI PALINURO – COMUNE DI CENTOLA

**STUDIO IDRAULICO-MARITTIMO PER IL PROGETTO DEL PROLUNGAMENTO DELLA
TESTATA DEL MOLO DI SOPRAFLUTTO E DI AMPLIAMENTO E CONSOLIDAMENTO
DELLA PARTE INTERNA PER RENDERE RIPARATO E SICURO L'ANCORAGGIO
ALL'INTERNO DELLA RADADA**

***VERIFICHE STRUTTURALI E IDRAULICHE DELLA BANCHINA
ADDOSSATA AL MOLO ESISTENTE***

Allegato 5

Prof. Ing. Alberto NOLI


MODIMAR S.r.l.

Roma, Marzo 2005

INDICE

- 1. VERIFICHE STRUTTURALI DELLA BANCHINA INTERNA A MASSI SOVRAPPOSTI 3**
- 2. VERIFICA DELL'AGIBILITÀ DELLA BANCHINA PER EFFETTI DEI SORMONTI..... 6**

1. Verifiche strutturali della banchina interna a massi sovrapposti

Nell'ambito dei lavori per il prolungamento del molo di sopraflutto del porto di Palinuro è stato deciso l'ampliamento dell'esistente banchina interna presente nella parte terminale della diga foranea. Tale ampliamento della banchina interna si rende necessario per garantire l'accosto e l'ormeggio ad imbarcazioni turistiche e battelli di varie dimensioni (i massi sono imbasati alla quota -2.10 m s.m.m.).

La delimitazione lato porto del citato molo è costituita dai classici muri di contenimento a massi sovrapposti. Generalmente tali strutture devono assorbire gli urti in fase di accosto e resistere alle spinte destabilizzanti esercitate dal terrapieno (sovraccaricato da merci o mezzi di banchina) e dai cavi di ormeggio vincolati alle bitte ed agli anelloni posti sulla sommità dei muri.

Nel caso in esame le pile di massi sovrapposti sono costituite da due massi prefabbricati di altezza pari a 1,20 m da collocare in opera su di uno strato di pietrame di regolarizzazione e conseguentemente solidarizzate in sommità da un masso di coronamento gettato in opera (all'asciutto) di altezza 1.10 m. La sommità della struttura risulta leggermente in pendenza verso mare al fine di facilitare lo smaltimento delle acque piovane raccolte dal retrostante piazzale costituito dalla nuova struttura e dal massiccio di coronamento esistente a cui verrà solidarizzato.

Il fronte di accosto del muro di banchina è verticale con un leggero aggetto (circa 20 cm) del getto in sommità per compensare eventuali sfalsamenti delle pile adiacenti.

Le verifiche di stabilità d'insieme del muro di contenimento adibito a banchina interna sono state eseguite per mezzo di un programma di calcolo automatico.

Il programma esegue la verifica a scorrimento ed a ribaltamento in ogni piano di discontinuità assegnato. In questo particolare caso si sono fatte le verifiche alla base di ogni masso in cui è stata suddivisa l'opera di sostegno. Oltre alle due precedenti verifiche il programma calcola anche la tensione massima che la struttura superiore scarica sul piano in esame.

Le caratteristiche del materiale di rinfiacco, presente a tergo della nuova struttura, utilizzate per le verifiche hanno le seguenti caratteristiche:

- angolo di attrito interno: 40°
- peso specifico del materiale 1.8 t/m^3
- peso specifico del materiale immerso 1.1 t/m^3
- coesione 0.0 t/m^2

Si è supposto un sovraccarico ripartito sul terreno pari a 2 t/m^2 applicato a tergo della banchina nella posizione più sfavorevole. Il coefficiente di attrito tra i massi è stato assunto pari a 0.6, mentre per la superficie di contatto tra masso di base e scanno si è assunto il valore 0.5.

I massi di calcestruzzo hanno un peso specifico di 2.3 t/m^3 . Occorre sottolineare che per il calcolo della spinta dei terreni e del relativo coefficiente di spinta attiva si è utilizzata la classica teoria di Coulomb. Al fine di soddisfare la verifica l'opera deve avere un coefficiente di sicurezza allo scorrimento maggiore di 1.5 e quello a ribaltamento maggiore di 1.8.

PALINURO (BANCHINA INTERNA IMBASATA ALLA -2.10 m)

Banchina a massi sovrapposti:

Altezza totale della banchina :	$H_{\text{tot}} \text{ (m)} = 3.50$
Sovraccarico sul terrapieno:	$Q_a \text{ (t/m}^2\text{)} = 2.00$
Profondità acqua lato monte:	$Z_{\text{wa}} \text{ (m)} = 2.10$
Profondità, acqua lato valle:	$Z_{\text{wp}} \text{ (m)} = 2.10$
Peso specifico del calcestruzzo:	$G_{\text{amc}} \text{ (t/m}^3\text{)} = 2.30$
Forza d'ormeggio (t/m):	$S_o \text{ (t)} = 2.00$
Inclinazione del terrapieno:	$E_{\text{psa}} = +0.0$
Rapporto angolo d'attrito-muro e angolo d'attrito:	$\alpha = 0.00$
Inclinazione del paramento a monte :	$\text{Beta} = 90.00$

Caratteristiche della struttura:

MASSI		TERRENO		
Altezza (m)	Larghezza (m)	Gamma $\text{t(m}^3\text{)}$	Fi (Grd)	Ka
1.10	5.00	1.8	40.00	0.217
0.30	3.80	1.8	40.00	0.217
0.90	3.80	1.1	40.00	0.217
1.20	2.80	1.1	40.00	0.217

Risultati delle verifiche:

➤ Verifica sul piano numero:1

Peso dei massi	P_m (t/m):	12.65
Spinte terreno	S_t (t/m):	0.72
Forza ormeggio	S_o (t/m):	2.00

Verifica allo slittamento

Coefficiente d'attrito f: 0.6

$$f \cdot N/s = 2.795$$

Momento massi	M_m (tm/m):	31.63
Momento spinte terreno	M (tm/m):	0.35
Momento forza orizzontale	M_o (tm/m):	2.60

Verifica al ribaltamento:

$$M_s/M_r = 10.721$$

Verifica a schiacciamento

Tensione massima	Sigmax (t/m ²):	3.238
Tensione minima	Sigmin (t/m ²):	1.822

➤ Verifica sul piano numero:2

Peso dei massi	P_m (t/m):	15.27
Spinte terreno	S_t (t/m):	0.99
Forza orizzontale	S_o (t/m):	2.00

Verifica allo slittamento

Coefficiente d'attrito f: 0.6

$$f \cdot N/s = 3.062$$

Momento massi	M_m (tm/m):	36.61
Momento spinte terreno	M (tm/m):	0.61
Momento forza orizzontale	M_o (tm/m):	3.20

Verifica al ribaltamento:

$$M_s/M_r = 9.620$$

Verifica a schiacciamento

Tensione massima	Sigmax (t/m ²):	2.446
Tensione minima	Sigmin (t/m ²):	5.592

2. Verifica dell'agibilità della banchina per effetti dei sormonti

Come già accennato nella relazione dei calcoli di stabilità (vedi relazione dell'Allegato 4 a cui si rimanda per ogni ulteriore approfondimento), per la determinazione delle quote sommitali della diga è necessaria una approfondita valutazione delle condizioni idrauliche, di quelle esecutive, economiche, estetiche e funzionali. L'adozione di basse quote di sommità delle creste ha come inevitabile ripercussione la riduzione dell'efficienza funzionale dell'opera nel contenimento dei sormonti con riduzione dell'agibilità della stessa opera a causa della presenza di getti idrici durante le mareggiate.

Nel dimensionamento del prolungamento del molo di sopraflutto del porto di Palinuro sono stati eseguiti i calcoli per la determinazione delle portate di tracimazione nelle differenti sezioni studiate, dai quali si evince che per la nuova struttura le portate di sormonto non consentono un sicuro passaggio dei pedoni, ma sono tali da non produrre danni al coronamento.

Poiché oltre al prolungamento della diga foranea, nel progetto è stato previsto l'ampliamento della banchina interna del molo di sopraflutto (vedi tavola 3) si rende necessario individuare la portata di sormonto che è possibile accettare per permettere il transito dei pedoni in piena sicurezza.

Di conseguenza, considerando che la massima quota di sommità della berma di coronamento esistente è di +5.80 m s.l.m., è stato necessario effettuare nuovi calcoli per la determinazione dell'altezza d'onda massima, al piede dell'opera, a cui corrisponde un valore della portata di tracimazione da ritenersi non pericolosa per il transito di uomini e mezzi.

Dall'analisi dei risultati ottenuti, riportati nella tabella di sintesi seguente, si evince che il valore della portata media di sormonto tollerabile per permettere il transito di mezzi e pedoni in condizioni di sicurezza (fissata in seguito a numerosi esperimenti pari a $q = 0.1$ l/s/m) è associata un'altezza d'onda $H_{s,p} = 4,10$ m.

DETERMINAZIONE PORTATA DI SORMONTO			
Altezza max di risalita s.l.m. (m)	$R_{u2\%}$	16.33	
Massima altezza d'onda consentita per il transito dei pedoni (m)	$H_{s,p}$	4.10	
Portata media di tracimazione per metro di larghezza (l/s m)	Q_p	0.10	
Parametro di Iribarren	ξ_m	2.94	plunging
Altezza di sommità relativa (compreso il sovrizzo)	R_c/H_s	0.62	

Pertanto si può concludere che per stati di mare caratterizzati da altezze d'onda inferiori a 4,0 m, la quota di sommità della diga riesce ad assicurare una adeguata protezione per il transito lungo la banchina.