



COMUNE DI RIPOSTO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO
DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE.
MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO



DATA:

06-07-2017

SEZIONE:

A: RELAZIONE GENERALE

ELAB./TAV.:

A.01

OGGETTO:

RELAZIONE GENERALE

PROGETTAZIONE:



PROGETTISTA:

Ing. Antonino SUTERA

GRUPPO DI LAVORO:

Ing. Giuseppe BERNARDO
Ing. Massimo TONDELLO
Ing. Roberta Chiara DE CLARIO

Certified by Bureau Veritas Italia S.p.A.

ISO 9001:2008

ISO 14001:2004

Sistema di Gestione Qualità

Sistema di Gestione Ambientale

ASSOCIATO



Associazione delle organizzazioni di ingegneria
di architettura e di consulenza tecnico-economica

REVISIONI	REV. n°	DATA	MOTIVAZIONE

R.U.P.:

Arch. Salvatore CALÌ

VISTI/APPROVAZIONI:

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE DEI LUOGHI	4
3	PREVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO	6
4	DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INTERVENTO	9
	4.1 CLIMA ONDOSI AL LARGO	11
	4.2 ANALISI DEI FENOMENI DI PENETRAZIONE E RISONANZA IN CONFIGURAZIONE ATTUALE	12
	4.3 ANALISI DELLA PENETRAZIONE IN ASSENZA DI RIFLESSIONE	15
	4.4 ANALISI DELLE POSSIBILI SOLUZIONI PROGETTUALI	15
	4.5 CRITERI UTILIZZATI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE	20
	4.5.1 Dimensionamento della mantellata	20
	4.5.2 Dimensionamento degli strati di transizione	21
	4.5.3 Verifica della transizione tra strati diversi	21
	4.5.4 Criterio di idoneità meccanica	23
5	MODALITÀ, FASI E TEMPI DI ESECUZIONE DEI LAVORI	24
6	IMPORTO DEI LAVORI E QUADRO ECONOMICO GENERALE	25
7	CONCLUSIONI	26

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2-1 Inquadramento geografico del paraggio: settore caratteristico di traversia (a sinistra) e immagine satellitare del porto (a destra)	4
Figura 2-2 Primo Bacino del Porto di Riposto	5
Figura 3-1 Planimetria di progetto	6
Figura 3-2 Sezione Tipo (progetto 2010)	7
Figura 4-1 Sezione tipologica di progetto	10
Figura 4-2 Rosa delle energie al largo	11
Figura 4-3 Rosa delle registrazioni al largo	11
Figura 4-4 Rosa delle altezze massime al largo	11
Figura 4-5 Particolare della mesh di calcolo in prossimità e all'interno del porto	12
Figura 4-6 Coefficienti di riflessione impiegati nello studio dell'agitazione interna	13
Figura 4-7 Risultati delle simulazioni in termini di altezza d'onda massima all'interno del primo bacino	13
Figura 4-8 Andamento delle creste (T = 12 s)	14
Figura 4-9 Agitazione ondosa all'interno del Porto (T = 12 s)	14
Figura 4-10 Penetrazione ondosa all'interno del porto in assenza di riflessione	15
Figura 4-11 Soluzioni che prevedono modifiche al layout planimetrico	16
Figura 4-12 Soluzioni progettuali analizzate	18
Figura 4-13 Risultati delle simulazioni in termini di altezza d'onda massima all'interno del primo bacino per le diverse configurazioni analizzate	18

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

1 PREMESSA

La presente Relazione Generale descrive gli interventi previsti nell'ambito del Progetto Definitivo – Esecutivo delle “*OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO-RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO*”.

Obiettivo del Progetto è la mitigazione dell'agitazione ondosa interna, connessa principalmente con l'innescarsi del fenomeno della risonanza nel bacino portuale, che al momento non consente l'operatività dei pontili e pone seri problemi in termini di sicurezza dell'intera area portuale.

In attesa dell'attuazione degli interventi previsti al vigente P.R.P. ed in funzione delle aree attualmente disponibili, tra le diverse soluzioni analizzate, la scelta progettuale è ricaduta sulla realizzazione di una scogliera in massi naturali con funzione antiriflettente, da posizionare a ridosso della Banchina Grasso, consentendo un notevole abbattimento dell'altezza d'onda residua all'interno del primo bacino, a fronte di un investimento economico non eccessivo, grazie alle limitate profondità ivi presenti. Tale intervento consentirebbe di compensare la situazione attuale, caratterizzata dalla presenza, nell'intero specchio acqueo del bacino, di banchine a parete verticale, di cui solo una antiriflettente (lato esterno del molo di ridosso), ma con capacità probabilmente limitata dalla condizione delle aperture delle celle antirisacca che risultano quasi interamente sommerse.

La scogliera di progetto sarà realizzata su fondali posti mediamente a circa – 5,00 m s.l.m.m., con coronamento a quota + 1,05 m s.l.m.m. e presenterà le seguenti caratteristiche:

- mantellata costituita da un doppio strato di massi naturali di seconda categoria (con peso del singolo masso compreso tra 1 e 3 t), con pendenza della scarpata 1:1,5 e spessore pari a 1,80 m;
- nucleo in massi naturali di prima categoria (con peso del singolo masso compreso tra 120 e 210 kg);
- scanno di imbasamento in massi naturali di prima categoria (con peso del singolo masso compreso tra 120 e 210 kg), pendenza della scarpata 3:4;
- geocomposito costituito dall'accoppiamento di una geogriglia con resistenza a trazione pari a 50 kN/m, ed un geotessile non tessuto in poliestere del peso di 140 g/m², con apertura caratteristica di filtrazione pari a 0,10 mm, interposto tra i massi naturali ed il terreno di base al fine di prevenire l'erosione di quest'ultimo attraverso gli elementi della scogliera.

Nei successivi paragrafi, pertanto, dopo aver descritto lo stato attuale dei luoghi (capitolo 2), si relazionerà in merito all'intervento progettuale previsto, descrivendo gli studi e le verifiche eseguite per il dimensionamento dell'opera (capitoli 3 e 4). Infine si descriveranno le modalità e le fasi costruttive dell'intervento (capitolo 5) e l'importo previsto dei lavori (capitolo 6).

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

2 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE DEI LUOGHI

L'area oggetto di studio, collocata nel settore centrale del versante orientale della Sicilia, ricade nel territorio della provincia di Catania.

Il paraggio è caratterizzato da un settore di traversia costituito prevalentemente dai venti provenienti dal I e dal II quadrante.

Nel dettaglio, il settore risulta limitato a Nord dalla configurazione geografica della costa siciliana e a Sud da Capo Secco, e può essere considerato compreso tra 30°N e 160°N (Figura 2-1, a sinistra).

L'area di interesse, rappresentata in Figura 2-1(a destra), è interna al porto di Riposto ed è costituita dal cosiddetto "**primo bacino**", delimitato a Nord dal molo di sottoflutto, ad Ovest dalla Banchina Grasso, a Sud dal Molo Rapisarda e ad Est dal molo di ridosso.

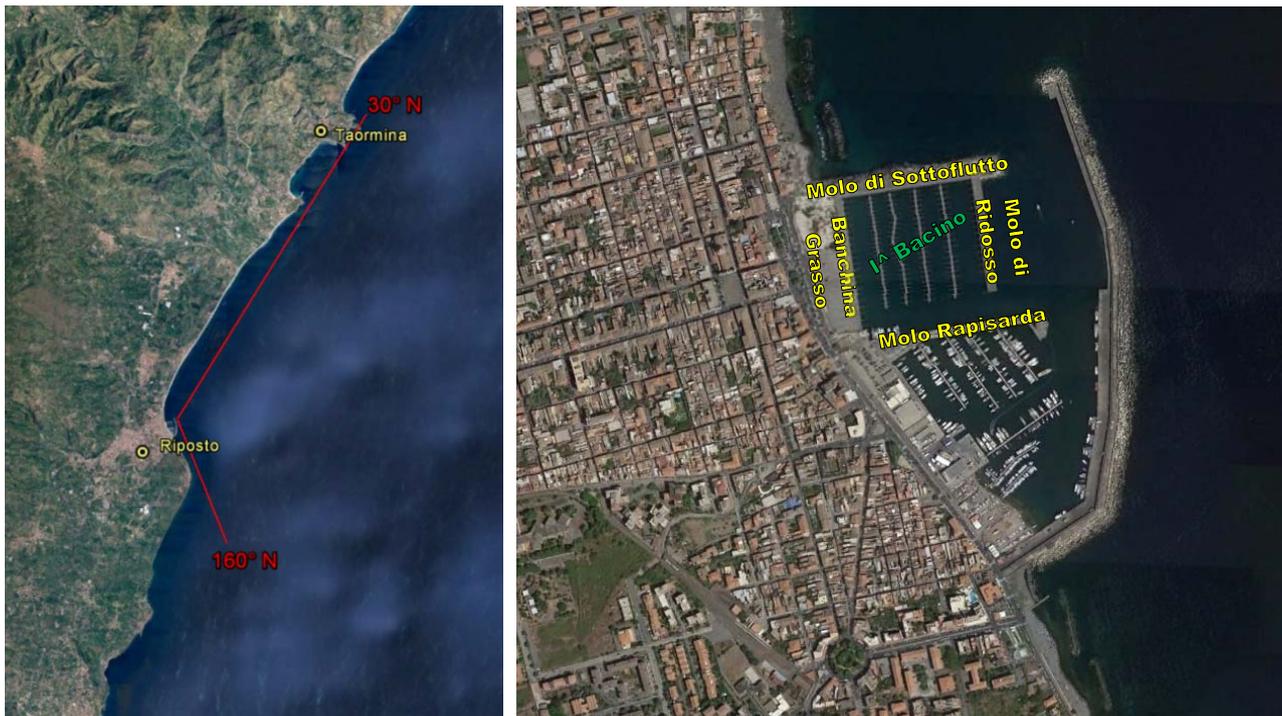


Figura 2-1 Inquadramento geografico del paraggio: settore caratteristico di traversia (a sinistra) e immagine satellitare del porto (a destra)

All'interno del primo bacino sono presenti quattro pontili galleggianti, ormeggiati in direzione N-S al molo di sottoflutto, ciascuno dei quali realizzato in moduli di 16.0 – 20.0 m, per una lunghezza complessiva di 188.00 m. e, inoltre, 36 finger ancorati direttamente alla banchina di riva ed al molo di ridosso (Figura 2-2):

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

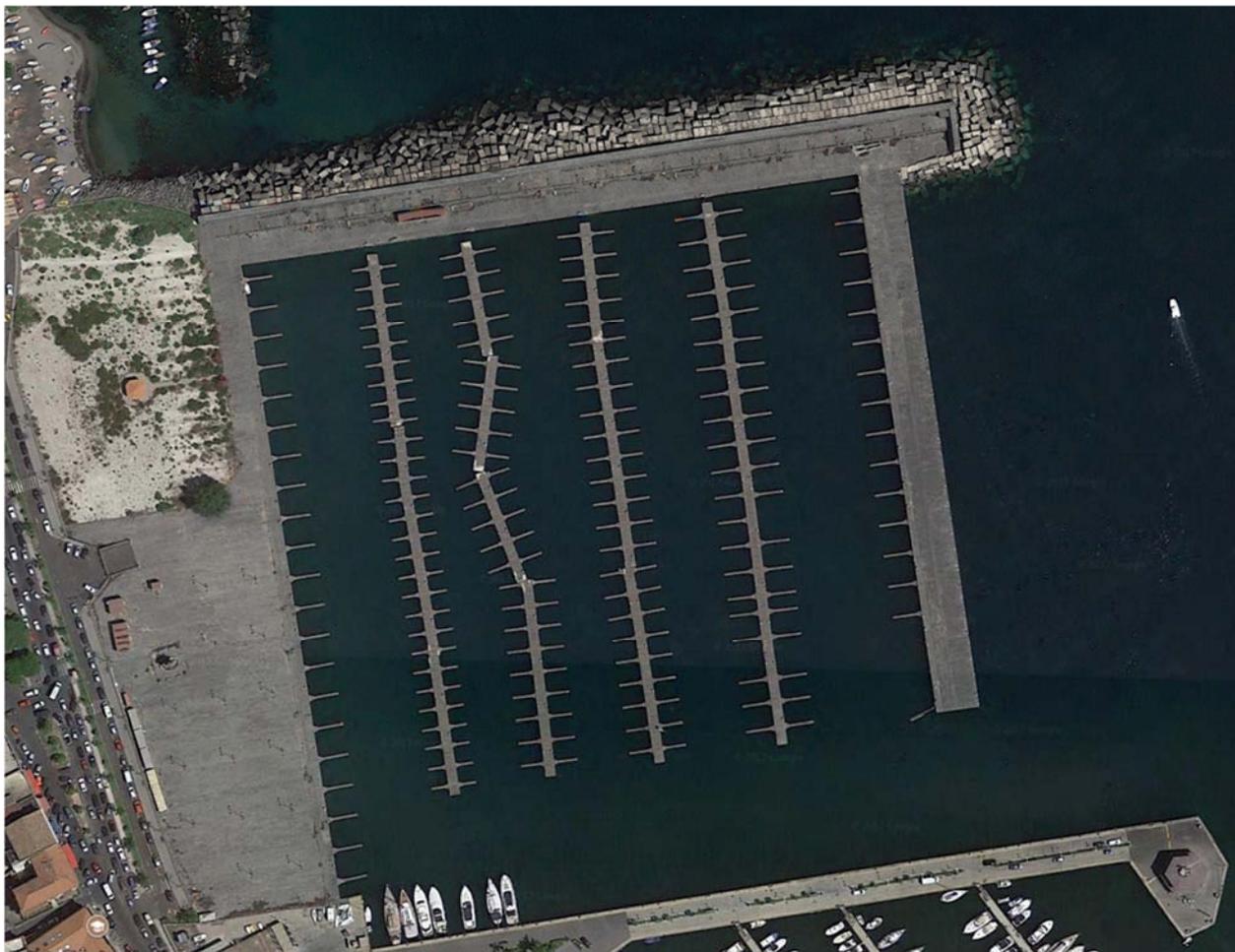


Figura 2-2 Primo Bacino del Porto di Riposto

Attualmente il primo bacino non è utilizzabile, a causa dei fenomeni di agitazione ondosa interna che hanno causato il danneggiamento di buona parte dei pontili galleggianti.

Già subito dopo la conclusione dei lavori di realizzazione del bacino, nel gennaio del 2009, si sono verificati i primi ingenti danni ai pontili galleggianti, tanto da indurre il Comune di Riposto alla redazione di un Progetto Esecutivo, complementare ai lavori già eseguiti, al fine di limitare ulteriori danni.

Tale Progetto prevedeva la realizzazione di un pennello trasversale al molo di ridosso di lunghezza pari a 50,0 m, posto a 20,0 m dall'imboccatura del primo bacino turistico.

Ad oggi tuttavia alcun intervento è stato mai eseguito per mettere in sicurezza le infrastrutture portuali.

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

3 PREVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO – ESECUTIVO

Il Comune di Riposto ha conferito incarico per la completa rielaborazione del Progetto Esecutivo delle “Opere Complementari per la protezione dello specchio acqueo del 1° bacino del Porto Turistico” datato Ottobre 2010 e redatto dall’Area III del Comune di Riposto, al fine di mettere definitivamente in sicurezza gli specchi acquei del primo bacino nei confronti del moto ondoso residuo, che allo stato attuale non consente l’operatività dei pontili e pone serie problematiche in termini di sicurezza dell’intera area portuale.

Il Progetto Esecutivo del 2010, alla luce dello studio specialistico di individuazione del clima ondoso a largo e di penetrazione del moto all’interno del bacino portuale, prevedeva la realizzazione di un pennello in massi naturali, trasversale al molo di ridosso, posto a 20 m dall’imboccatura del primo bacino turistico e con lunghezza pari a circa 50 m (Figura 3-1 e Figura 3-2).

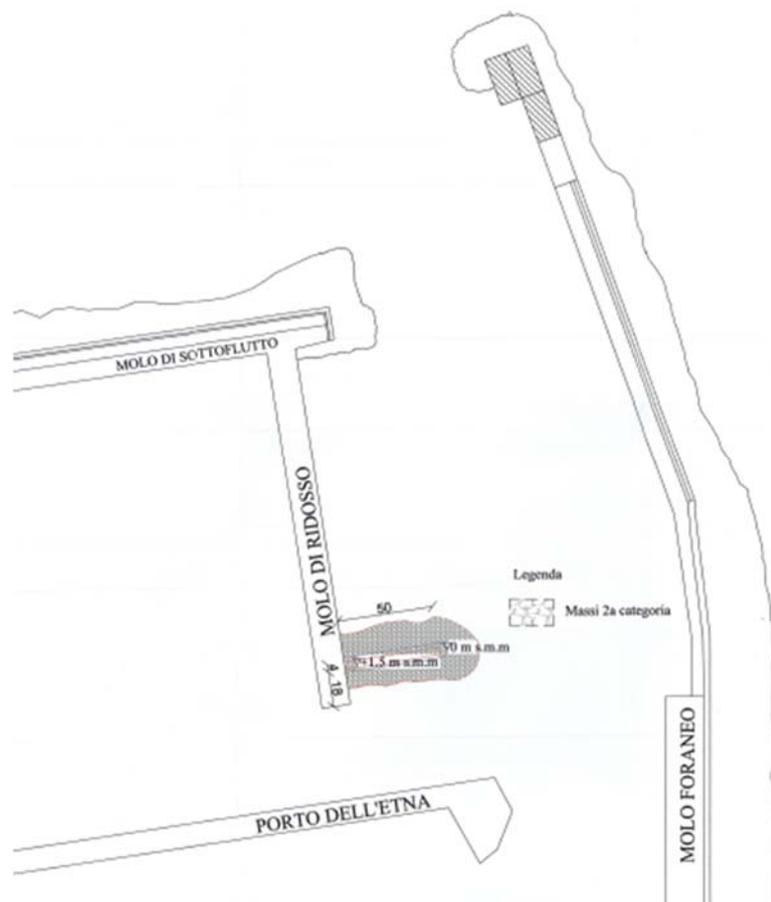


Figura 3-1 Planimetria di progetto

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

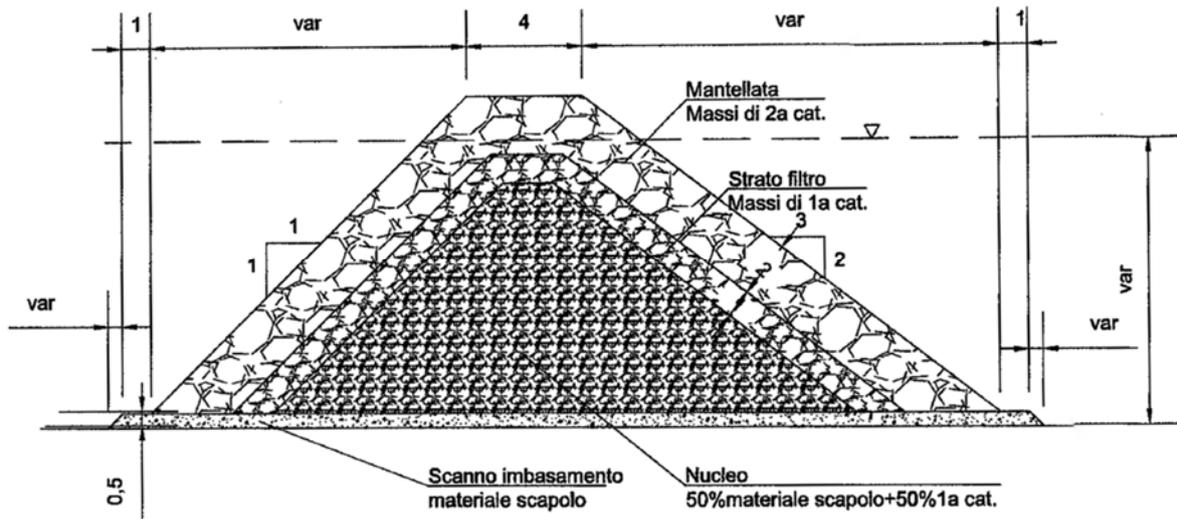


Figura 3-2 Sezione Tipo (progetto 2010)

Nella presente rielaborazione generale del suddetto progetto, così come illustrato al successivo Capitolo 4, si è provveduto ad analizzare le possibili soluzioni utili al fine di mitigare l'agitazione interna al bacino, avendo riconosciuto nel fenomeno di risonanza la principale causa delle attuali problematiche di agitazione interna.

Per completezza di trattazione è stata rianalizzata anche la soluzione proposta nel precedente Progetto Esecutivo, pur essendo quest'ultima caratterizzata dalle forti criticità (evidenziate anche dai gestori degli specchi acquei) connesse alla limitazione della navigabilità (difficoltà di manovra in ingresso al primo bacino e limitazione dimensionale dei natanti) che con l'operatività della banchina esterna del molo di ridosso per l'ormeggio delle imbarcazioni più grandi, perdendo così anche parte dei posti barca più pregiati.

Il presente Progetto prevede una soluzione alternativa che, in attesa della attuazione degli interventi previsti al vigente P.R.P., ed in funzione delle aree attualmente disponibili, consenta di mitigare quanto più possibile il problema dell'agitazione ondosa interna al bacino.

La scelta progettuale, tra le diverse soluzioni analizzate, è ricaduta sulla realizzazione di una scogliera in massi naturali con funzione antiriflettente, da posizionare a ridosso della Banchina Grasso, consentendo un notevole abbattimento dell'altezza d'onda residua all'interno del primo bacino, a fronte di un investimento economico non eccessivo, grazie alle limitate profondità ivi presenti.

Il presente Progetto Definitivo – Esecutivo (in emissione unificata) è costituito dagli allegati di seguito riportati:

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

A. RELAZIONE GENERALE

A.01 RELAZIONE GENERALE

B. RAPPORTO FOTOGRAFICO

B.01 RAPPORTO FOTOGRAFICO

C. ELABORATI GRAFICI STATO DI FATTO

C.01 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, TERRITORIALE, COROGRAFIA E STRALCI CARTOGRAFICI

C.02 PLANIMETRIA GENERALE DELL'AREA DI INTERVENTO (scala 1:2.000)

C.03 PLANIMETRIA DI DETTAGLIO DELL'AREA DI INTERVENTO E SEZIONE STATO DI FATTO (scale varie)

D. STUDI SPECIALISTICI E MODELLAZIONI

D.01 STUDI SU MODELLO MATEMATICO

D.02 STUDIO GEOTECNICO – DIMENSIONAMENTO SCOGLIERA

E. ELABORATI GRAFICI DI PROGETTO

E.01 PLANIMETRIA GENERALE DI PROGETTO E SEZIONE TIPOLOGICA (scale varie)

E.02 SEZIONI DI COMPUTO

E.03 COROGRAFIA CON INDICAZIONE DELLE CAVE DI PRESTITO (scala 1:200.000)

F. ELABORATI ECONOMICI

F.01 ANALISI PREZZI UNITARI

F.02 ELENCO PREZZI UNITARI

F.03 COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

F.04 QUADRO DELL'INCIDENZA PERCENTUALE DELLA QUANTITÀ DI MANODOPERA

F.05 QUADRO ECONOMICO GENERALE

F.06 SPECIFICA SPESE GENERALI

F.07 SCHEMA DI CONTRATTO

F.08 CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

F.09 CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

F.10 PIANO DI MANUTENZIONE E MONITORAGGIO DELL'OPERA

G. SICUREZZA

G.01 PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO

G.02 FASCICOLO TECNICO

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

4 DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'INTERVENTO

L'intervento previsto dal presente Progetto Definitivo – Esecutivo consiste nella realizzazione di una scogliera antiriflettente a ridosso della Banchina Grasso, quale misura di mitigazione dell'agitazione interna residua connessa principalmente con l'innescò del fenomeno di risonanza all'interno del bacino portuale; infatti, una approfondita analisi delle condizioni in cui tali problemi si sono verificati, ha evidenziato che i fenomeni di agitazione interna sono particolarmente evidenti in condizioni di onda lunga, caratterizzati da periodo elevato e moto ondoso regolare. È pertanto plausibile affermare che all'interno del porto di Riposto si verifichino fenomeni di risonanza per particolari valori del periodo delle onde.

Di norma, la presenza di fenomeni di risonanza viene controllata attraverso la protezione del bacino e/o l'introduzione di elementi antiriflettenti all'interno del bacino stesso. Nel caso in esame, risultando il bacino abbastanza protetto, ci si è soffermati sull'antiriflettente offerta dagli elementi costituenti lo stesso.

Nello specifico, il contorno degli specchi acquei è interamente caratterizzato dalla presenza di banchine a parete verticale, di cui solo una risulta antiriflettente (lato esterno del molo di ridosso), sulla cui reale efficacia, tuttavia, esistono parecchi dubbi, dato che le aperture delle celle antirisacca risultano quasi interamente sommerse.

A ciò si aggiungono le profondità relativamente elevate che caratterizzano il bacino portuale e che non contribuiscono sicuramente alla dissipazione dell'energia del moto ondoso che penetra all'interno del porto.

Per definire la soluzione progettuale ottimale si è fatto riferimento, in primo luogo, ai pregressi studi eseguiti nel 2010 e nel 2014, per conto del Comune di Riposto.

Nella presente sede di rielaborazione della pregressa progettazione, pur ritenendo valide le sopra citate analisi condotte in precedenza, ed impiegando pertanto come dati di base quelli riportati nello "*Studio Idraulico-Marittimo finalizzato alla caratterizzazione del clima al largo del Porto di Riposto e all'agitazione del moto ondoso all'interno del primo bacino del porto turistico*", si è proceduto con l'esecuzione di una ulteriore serie di simulazioni numeriche, finalizzate allo studio dei fenomeni di penetrazione e risonanza del moto ondoso nel bacino.

Come anticipato, la soluzione progettuale scelta prevede la realizzazione di una scogliera antiriflettente a ridosso della Banchina Grasso (Figura 4-1), realizzata su fondali posti mediamente a circa – 5,00 m s.l.m.m. e con coronamento a quota + 1,05 m s.l.m.m. e con le seguenti caratteristiche:

- mantellata costituita da un doppio strato di massi naturali di seconda categoria (con peso del singolo masso compreso tra 1 e 3 t), con pendenza della scarpata 1:1,5 e spessore pari a 1,80 m;
- nucleo in massi naturali di prima categoria (con peso del singolo masso compreso tra 120 e 210 kg);

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

- scanno di imbasamento in massi naturali di prima categoria (con peso del singolo masso compreso tra 120 e 210 kg), pendenza della scarpata 3:4;
- geocomposito costituito dall'accoppiamento di una geogriglia con resistenza a trazione pari a 50 kN/m, ed un geotessile non tessuto in poliestere del peso di 140 g/m², con apertura caratteristica di filtrazione pari a 0,10 mm, interposto tra i massi naturali ed il terreno di base al fine di prevenire l'erosione di quest'ultimo attraverso gli elementi della scogliera.

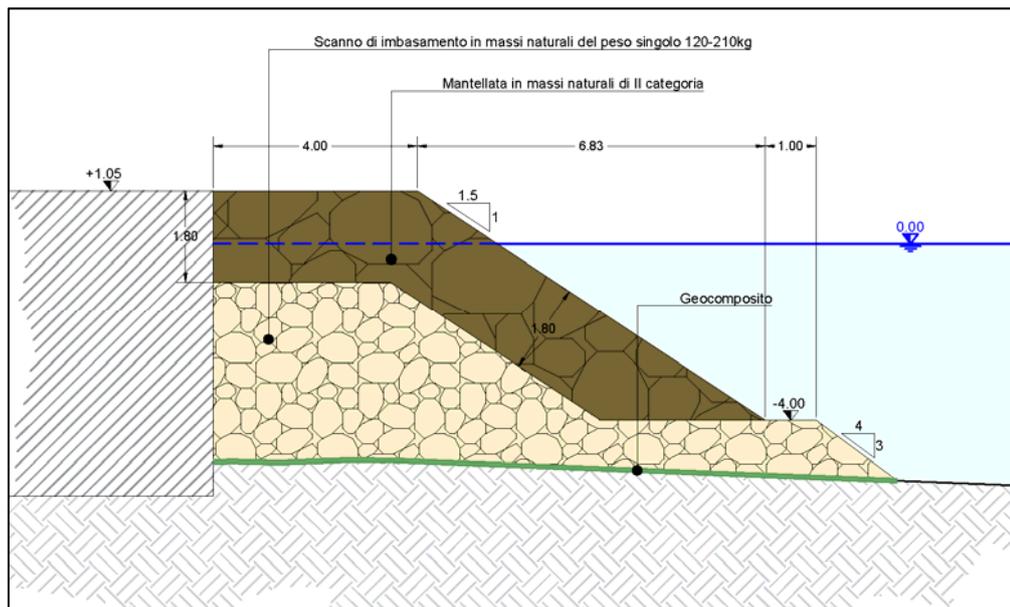


Figura 4-1 Sezione tipologica di progetto

La presenza della scogliera sarà segnalata attraverso il posizionamento di apposite boe di segnalazione per tutta la sua lunghezza.

Si procederà alla rimozione dei pontili di ormeggio galleggianti (*finger*) direttamente collegati sia alla Banchina Grasso (per consentire la realizzazione dell'intervento) sia al Molo di Ridosso (al fine di proteggere le imbarcazioni ivi ormeggiate); gli stessi saranno temporaneamente abbancati in apposita area individuata sulla Banchina Grasso, in attesa della definizione di un loro possibile riutilizzo.

Si provvederà infine alla sistemazione delle passerelle di accesso ai pontili galleggianti collegati al molo di sottoflutto, attualmente in buona parte inaccessibili e distaccati dallo stesso molo.

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

4.1 Clima ondoso al largo

Gli Studi su modello matematico (*elaborato D.01 – Studi su modello matematico*) hanno permesso, noti i fenomeni di penetrazione e risonanza in configurazione attuale, di analizzare le possibili soluzioni progettuali, verificando, per ognuna di esse, le condizioni di agitazione ondosa interna al bacino.

Il settore caratterizzato da maggiore frequenza ed energia è risultato essere quello di Greco-Levante e le altezze d'onda significativa massime, prossime ai 6 m, provengono da Levante (90° N).

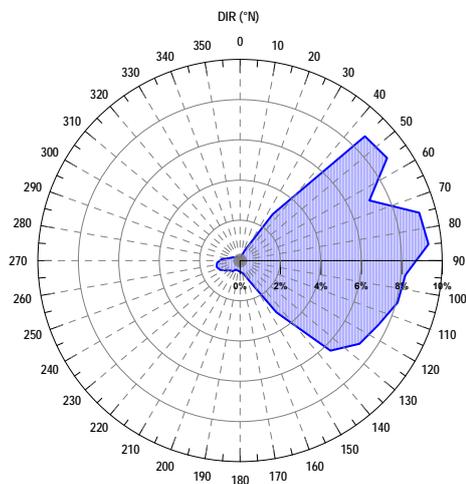


Figura 4-2 Rosa delle energie al largo

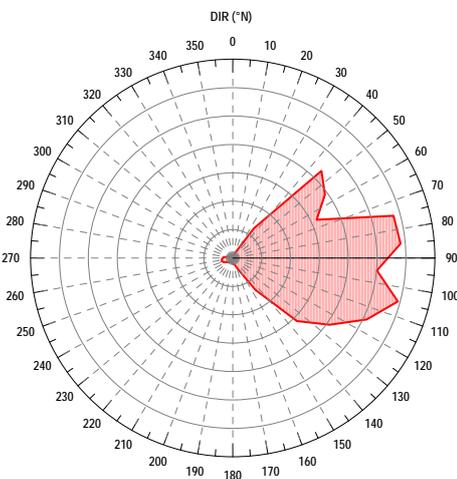


Figura 4-3 Rosa delle registrazioni al largo

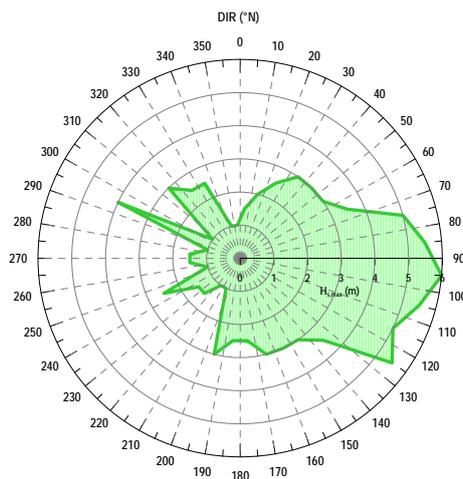


Figura 4-4 Rosa delle altezze massime al largo

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

4.2 Analisi dei fenomeni di penetrazione e risonanza in configurazione attuale

Nella prima fase dello studio si è proceduto, mediante modellazione matematica, all'analisi dei fenomeni di penetrazione e risonanza all'interno del bacino al fine di evidenziare le aree più critiche del bacino e descrivere la dinamica che innesca tali criticità.

Attraverso l'utilizzo del codice di calcolo CGWAVE (*elliptic mild slope equation*) messo a punto dall'Università del Maine per l'U.S. Army Corps of Engineers è stata effettuata una serie di simulazioni con la medesima altezza d'onda ma diversi periodi (Figura 4-5), fino ad individuare tra questi ultimi quelli che esaltano il fenomeno di risonanza.

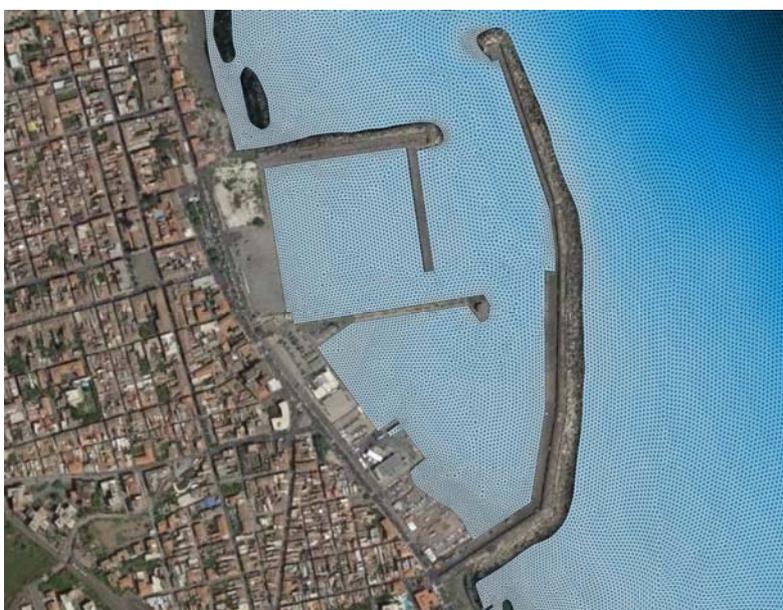


Figura 4-5 Particolare della mesh di calcolo in prossimità e all'interno del porto

Le caratteristiche di ogni elemento che compone il dominio sono state messe in relazione alla capacità di riflettere/dissipare il moto ondoso, al fine di definire per ciascuno di essi uno specifico coefficiente di riflessione.

I litorali posti a Nord e a Sud del porto, così come il tratto di costa all'interno del porto sono stati considerati *completamente assorbenti*; le opere a gettata lungo il litorale e le mantellate dei moli del porto (realizzate in massi artificiali) sono state considerate *parzialmente riflettenti*; il molo di ridosso all'interno del porto, realizzato in cassoni antiriflettenti, è stato considerato *parzialmente assorbente*; le strutture a parete verticale sono state considerate *completamente riflettenti*.

I coefficienti di riflessione da associare a ciascun elemento del dominio sono stati ricavati sulla base della bibliografia tecnica disponibile e sono riportati in Figura 4-6.

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE



Figura 4-6 Coefficienti di riflessione impiegati nello studio dell'agitazione interna

In merito proprio ai coefficienti di riflessione, risulta utile ricordare che la loro definizione, se facilmente ricavabile da bibliografia nel caso di opere a gettata, non risulta altrettanto immediata nel caso invece di cassoni antiriflettenti, risultando in tal caso dipendenti da molteplici variabili diverse tra loro, tra cui l'ampiezza della cella (altezza e larghezza), la tipologia di riempimento, l'altezza fuori acqua dell'apertura, ecc.

In simili situazioni, pertanto, sarebbe necessario eseguirne un accurato studio attraverso specifica modellazione fisica.

Ritornando al caso in esame, dai risultati ottenuti si evince che, per alcuni periodi, l'agitazione ondosa all'interno del primo bacino è particolarmente elevata.

Si osserva infatti che la mareggiata con periodo di 12 s è in grado di innescare un evidente effetto di risonanza, creando una elevata agitazione ondosa per effetto della riflessione tra la banchina Grasso e il molo di ridosso, così come evidente dal seguente grafico (Figura 4-7) in cui, per facilità di interpretazione, è stata riportata l'altezza d'onda massima all'interno del primo bacino in funzione del periodo:

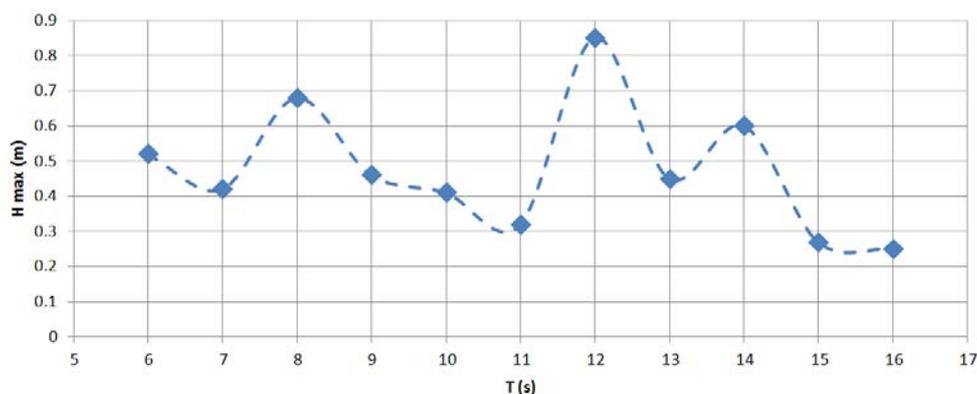


Figura 4-7 Risultati delle simulazioni in termini di altezza d'onda massima all'interno del primo bacino

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

Nelle figure seguenti (Figura 4-8 e Figura 4-9) è possibile notare le caratteristiche locali della mareggiata, sempre nel caso di un periodo pari a 12 s:

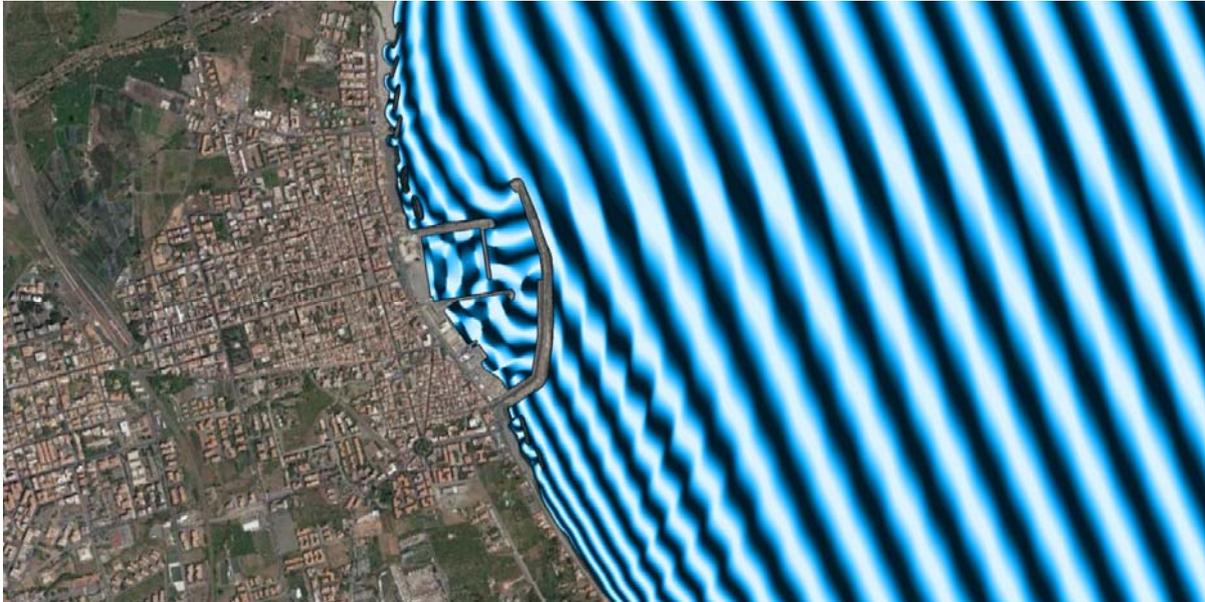


Figura 4-8 Andamento delle creste (T = 12 s)

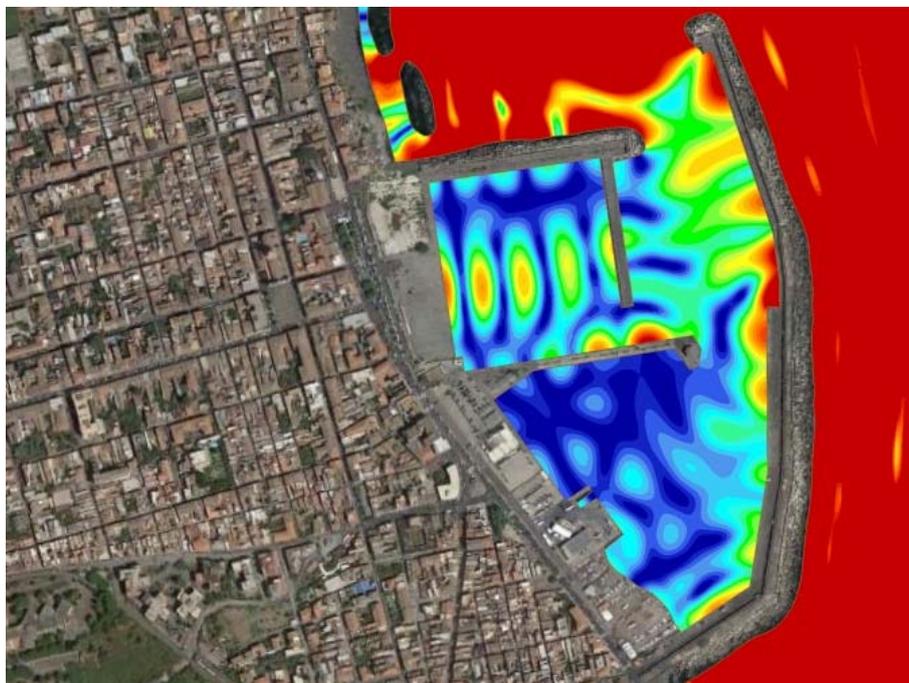


Figura 4-9 Agitazione ondosa all'interno del Porto (T = 12 s)

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

4.3 Analisi della penetrazione in assenza di riflessione

Sulla base di tali risultati, si è quindi proceduto all'analisi della penetrazione del moto ondoso in assenza di riflessione, al fine di individuare i contorni del bacino interessati per primi dall'onda in grado di penetrare all'interno del porto.

Ipotizzando dunque che tutti gli elementi del contorno dello specchio acqueo siano *completamenti assorbenti*, si è potuto individuare i tratti di banchina che maggiormente contribuiscono alla riflessione e penetrazione dell'onda.

La simulazione, svolta per la mareggiata caratterizzata dal Periodo di 12 s, evidenzia come il tratto interessato dall'incidenza diretta dell'onda proveniente dall'esterno, risulti essere il molo Rapisarda e, in particolare, il tratto di testata.

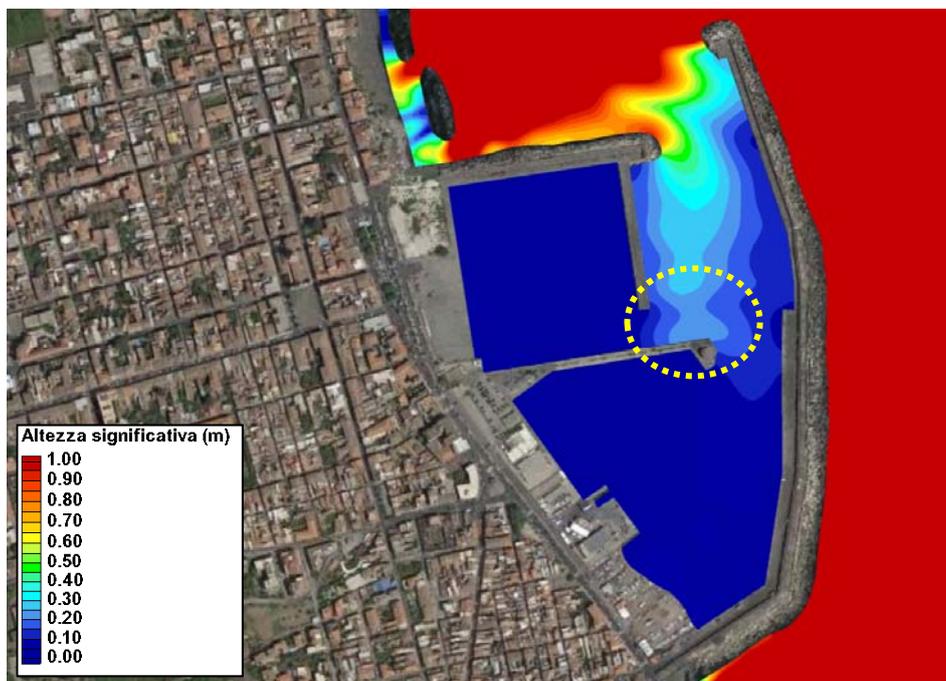


Figura 4-10 Penetrazione ondosa all'interno del porto in assenza di riflessione

4.4 Analisi delle possibili soluzioni progettuali

Le possibili soluzioni progettuali finalizzate alla riduzione dell'agitazione interna del bacino, sono state definite in relazione ai seguenti criteri:

1. conservazione del layout planimetrico previsto dal Piano Regolatore Portuale vigente;
2. massimizzazione del numero di posti barca effettivamente utilizzabili, con

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

- particolare attenzione alla possibilità di ospitare grandi imbarcazioni, notoriamente più appetibili per i gestori dal punto di vista economico;
3. assenza di limitazioni alla navigabilità rispetto alla configurazione attuale;
 4. contenimento dei costi e dei tempi di realizzazione;
 5. flessibilità rispetto all'eventuale completamento delle opere previste dal Piano Regolatore Portuale vigente (reversibilità della soluzione adottata).

In prima analisi, sono state valutate le soluzioni che prevedono modifiche al layout planimetrico, definitive o provvisorie:

- a. il prolungamento del molo di sopraflutto (Figura 4-11, a sinistra) è un'opera prevista dal PRP e non costituisce una limitazione alla navigabilità; tuttavia, in considerazione dell'elevato costo, per il tipo di opera e la profondità dei fondali, nonché della necessità di demolire la testata attuale per poi ricostruirla (provvisoriamente), detta soluzione non si può ritenere perseguibile;
- b. il prolungamento del molo di sottoflutto (Figura 4-11, a destra) non è un'opera prevista dal PRP e peggiora significativamente la sicurezza della navigazione; insistendo su fondali elevati, avrebbe pure un costo elevato, soprattutto in considerazione della sua natura provvisoria; va anche rilevato che l'iter approvativo risulta molto complesso e l'esito ragionevolmente incerto.

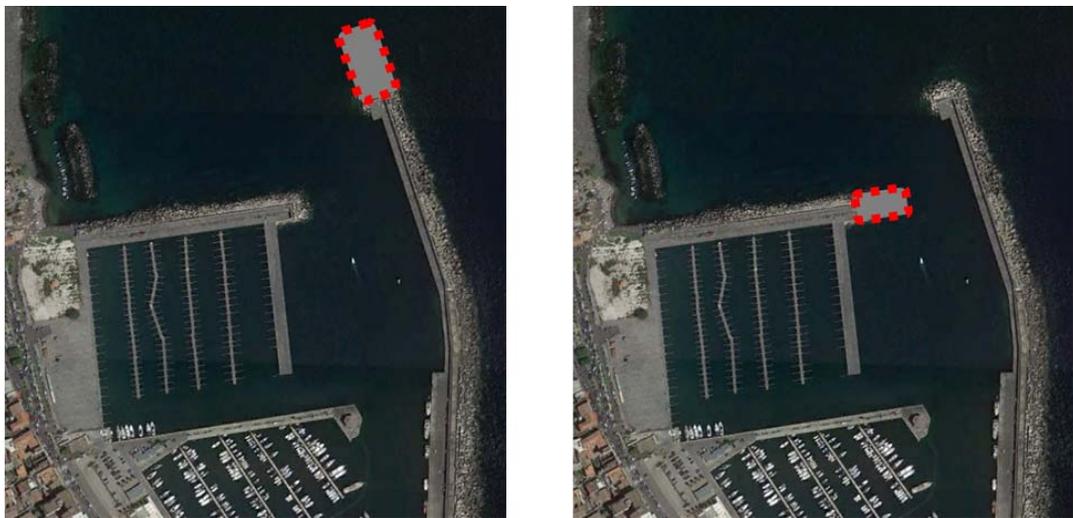


Figura 4-11 Soluzioni che prevedono modifiche al layout planimetrico

Si è quindi provveduto ad analizzare (considerando una mareggiata caratterizzata da un'altezza H pari a 2.0 m ed un periodo T pari a 12 s, proveniente dal settore di Grecale, $67.5^\circ N$) sia la soluzione prevista dal Progetto Esecutivo redatto nel 2010, consistente nella realizzazione di un pennello sulla testata del molo di ridosso, che l'introduzione di elementi antiriflettenti sulle banchine esistenti.

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

Relativamente a questo secondo aspetto, essendo la quota di banchina molto bassa ed il periodo delle onde relativamente elevato, la possibilità di utilizzare celle antirisacca è stata scartata: con la geometria a disposizione, infatti, le celle sarebbero quasi interamente sommerse e difficilmente in grado di garantire un'adeguata efficacia. Si ritiene pertanto che, a fronte di un costo elevato, connesso anche con la necessità di demolire l'attuale banchina di riva, la prestazione attesa non ne giustifichi l'adozione.

Al contrario, la realizzazione di una scogliera, in adiacenza alle banchine esistenti, garantisce un'adeguata efficacia e non comporta un costo elevato. Inoltre, qualora le opere previste dal Piano Regolatore Portuale venissero completate, la scogliera potrà essere rimossa e gli elementi costituenti la stessa riutilizzati in seno alla sezione del prolungamento del molo sopraflutto, restituendo totale funzionalità alla banchina esistente.

Al fine di massimizzare l'efficacia dell'intervento, è evidente che le scogliere antiriflettenti vadano introdotte sui contorni interni che, dallo studio della penetrazione in condizione di assenza di riflessione, sono risultati essere i contorni che per primi e in maggior misura riflettono il moto ondoso che penetra dall'esterno.

Le configurazioni testate tramite modellazione numerica sono riassumibili in 4 opzioni, così come riportate nella Figura 4-12

1. pennello sulla testata del molo di ridosso;
2. scogliera sulla Banchina Grasso;
3. scogliera su tutto il Molo Rapisarda;
4. scogliera sulla Banchina Grasso e sul Molo Rapisarda.



PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE



Figura 4-12 Soluzioni progettuali analizzate

I risultati ottenuti dalle simulazioni della propagazione del moto ondoso, in termini di moto ondoso all'interno del bacino portuale per le diverse soluzioni progettuali ipotizzate, hanno evidenziato l'efficacia delle diverse soluzioni: il pennello sulla testata del molo di ridosso fornisce un'attenuazione dell'agitazione interna, ma detta soluzione non è perseguibile per i motivi già descritti in precedenza.

Le scogliere, invece, risultano notevolmente più efficaci, soprattutto se abbinate.

Al fine di una più facile interpretazione dei risultati, per ciascuna configurazione analizzata è stata riportata in Figura 4-13 l'altezza d'onda massima all'interno del primo bacino.

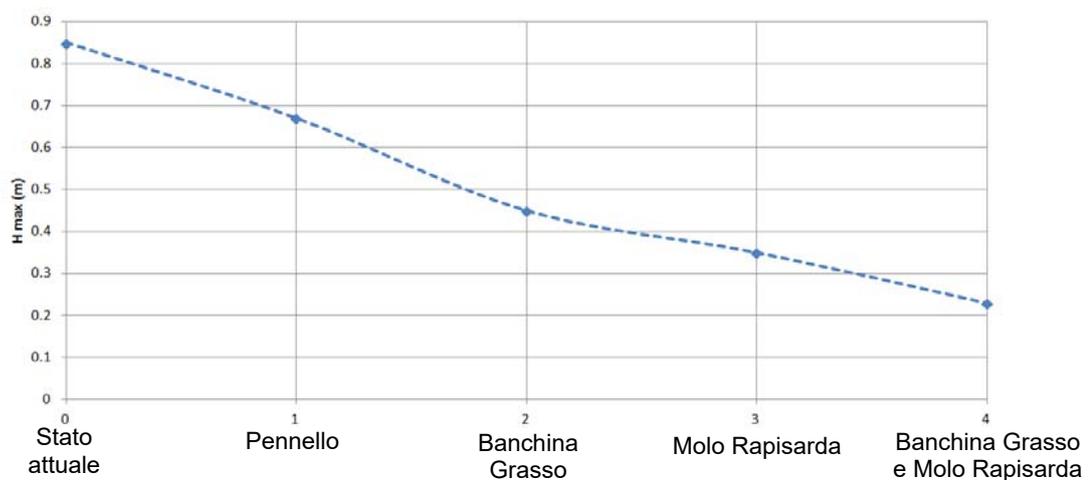


Figura 4-13 Risultati delle simulazioni in termini di altezza d'onda massima all'interno del primo bacino per le diverse configurazioni analizzate

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

Pertanto, sulla base dei risultati ottenuti per le diverse configurazioni progettuali, nonché su più generali considerazioni di carattere economico e funzionale, sono state individuate due possibili soluzioni:

- A. **Scogliera sulla Banchina Grasso:** la realizzazione di una scogliera a ridosso della Banchina Grasso consente di ottenere un significativo abbattimento dell'agitazione interna, a fronte di un investimento economico non eccessivo (le profondità a ridosso della banchina sono piuttosto ridotte).

- B. **Scogliera sulla Banchina Grasso e sul Molo Rapisarda:** la realizzazione di un ulteriore tratto di scogliera lungo il molo Rapisarda consente un ulteriore abbattimento dell'agitazione ondosa, che risulterebbe così conforme agli standard di settore.

La verifica delle condizioni di agitazione residua nel bacino portuale è stata eseguita facendo riferimento ai valori di altezza d'onda raccomandati nelle *Linee Guida degli Australian Standard (AS3962)*:

- condizione rara: $H_s \leq 0.60$ m per eventi con periodo di ritorno di 50 anni;
- condizione frequente: $H_s \leq 0.30$ m per eventi con periodo di ritorno di 1 anno.

La realizzazione della scogliera sulla Banchina Grasso e sul Molo Rapisarda permette l'abbattimento dell'altezza d'onda all'interno del primo bacino fino a valori inferiori a quelli suggeriti dagli Australian Standard, sia per condizioni frequenti che rare.

Nel caso di realizzazione della sola scogliera sulla Banchina Grasso, invece, l'abbattimento dell'altezza d'onda residua è evidente, ma non tale da garantire il rispetto delle condizioni suggerite dagli Australian Standard.

Considerando in ogni caso che, nel periodo che va dall'inizio di giugno alla fine di settembre, la boa di Catania ha registrato mareggiate con altezza significativa inferiore ai 3.0 m (periodo 1989-2005), appare ragionevole ipotizzare per il primo bacino un utilizzo stagionale, anche nel caso della sola realizzazione della banchina Grasso. L'intervento restituirebbe quindi una, seppur limitata, funzionalità per l'ormeggio al primo bacino.

Va da sé che dovranno comunque essere verificate le condizioni di "sopravvivenza" delle strutture galleggianti al di fuori della stagione estiva, valutandone l'eventuale rimozione o messa in sicurezza. Allo stesso modo dovrà provvedersi alla verifica dell'idoneità e dell'efficienza dei sistemi di ormeggio (delle barche e dei pontili) ad oggi esistenti.

Appare in ogni caso, invece, indispensabile rimuovere tutti i dispositivi di ormeggio galleggianti (finger) direttamente collegati alle banchine, sia per consentire la realizzazione della scogliera (sulla banchina Grasso) che per garantire la sicurezza delle imbarcazioni ivi ormeggiate (molo di ridosso).

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

4.5 Criteri utilizzati per il dimensionamento delle opere

Definita come scelta progettuale la realizzazione della scogliera a ridosso della Banchina Grasso, occorre definire i criteri necessari per il dimensionamento dell'opera.

Il presente paragrafo, pertanto, descrive gli approcci impiegati per il calcolo del peso degli elementi della mantellata della scogliera. Si riportano inoltre le verifiche dei criteri di ritenzione dei filtri granulari e del geocomposito utilizzati nel progetto e la verifica dell'idoneità meccanica di quest'ultimo.

Gli approcci di calcolo per il dimensionamento dell'opera si rifanno alle indicazioni contenute nel *Coastal Engineering Manual* (CEM) edito dallo US Army Corps of Engineers (USACE) ed alle *Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime*, emanate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

4.5.1 Dimensionamento della mantellata

Per la progettazione della mantellata è stata impiegata la formula proposta da HUDSON.

Tale formulazione consente di determinare il peso dei massi che costituiscono la mantellata di scogliere emerse esposte all'azione dell'onda frangente, realizzate con almeno due strati di massi naturali.

Il peso medio dei massi della mantellata viene calcolato utilizzando la seguente espressione:

$$W_{50} = \frac{\gamma_s H^3}{\left(\frac{\gamma_s}{\gamma_a} - 1\right)^3 \text{ctg}(\alpha) K_D}$$

dove

- W_{50} indica il peso medio dei massi della mantellata, nell'ipotesi che il peso di tutti gli elementi dello strato più esterno sia compreso tra $0,75 W_{50}$ e $1,25 W_{50}$;
- H rappresenta l'altezza dell'onda di progetto;
- γ_s il peso specifico dei massi;
- γ_a il peso specifico dell'acqua di mare;
- α l'angolo che la scarpata della mantellata forma con l'orizzontale;
- K_D il coefficiente di stabilità (SPM, USACE 1984) che, nel caso di onda frangente ed impiego di massi naturali con forma spigolosa, assume il valore di 2,0 per le sezioni intermedie e 1,60 per le sezioni di testata dell'opera.

Applicando i suddetti valori alla formula di HUDSON, si ottiene che il peso medio dei massi che costituiranno la mantellata sarà pari a 260 kg.

Considerato che lo scarto ammissibile rispetto al peso W_{50} deve essere del 25%, i massi impiegati per la realizzazione della mantellata dovranno avere peso compreso tra 200 e 300 kg.

Al fine di ottenere i migliori risultati in termini di antiriflettenza dell'opera, la mantellata sarà costituita da massi di pezzatura superiore rispetto a quanto richiesto per consentirne

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

la stabilità nei confronti del moto ondoso agente. Inoltre, qualora le opere previste dal Piano Regolatore Portuale venissero completate, la scogliera potrà essere rimossa e gli elementi costituenti la stessa potranno essere riutilizzati in seno alla sezione del prolungamento del molo sopraflutto, restituendo totale funzionalità alla banchina esistente.

La scogliera di progetto pertanto presenterà una mantellata costituita da un doppio strato di massi naturali di seconda categoria (peso del singolo masso compreso tra 1,0 e 3,0 t), con spessore pari a 1,80 m.

4.5.2 Dimensionamento degli strati di transizione

La configurazione degli strati filtro presenti al di sotto della mantellata è direttamente dipendente dalle caratteristiche geometriche della mantellata stessa e dai relativi elementi.

I massi impiegati dovranno avere peso compreso fra 1/10 e 1/15 del peso degli elementi della mantellata; lo spessore può essere ricavato in base all'espressione:

$$s = n \cdot K_{\Delta} \cdot D_{N50}$$

in cui n rappresenta il numero degli elementi nello spessore e deve essere ≥ 2 e K_{Δ} è un coefficiente di forma funzione del tipo di elemento e della tipologia di collocazione in opera, oltre che del numero di strati.

Nel caso in esame, considerando per la mantellata l'impiego di massi naturali di seconda categoria, il sottostrato filtro sarà costituito da massi del peso compreso tra 120 e 210 kg.

4.5.3 Verifica della transizione tra strati diversi

La scogliera è costituita da strati di pezzatura differente, di conseguenza è necessario verificare la transizione tra gli stessi attraverso l'applicazione dei criteri di ritenzione, basati prevalentemente su considerazioni di carattere geometrico.

Verifica della transizione mantellata / nucleo

La mantellata, in massi del peso compreso tra 1,0 e 3,0 t, si trova a contatto con il nucleo, costituito da massi di pezzatura inferiore, con peso compreso tra 120 e 210 kg.

Per verificare la transizione tra i due strati è stato adottato il criterio proposto dal **CERC SPM** (1984), valido per mantellate di granulometria uniforme in condizioni di flusso non stazionario (esposte al moto ondoso).

Tale criterio si basa sulla limitazione del rapporto tra il diametro degli elementi del filtro (D_f), o del materiale a granulometrica maggiore, e quello degli elementi del materiale di base (D_b), o del materiale a granulometrica più fine:

$$\frac{D_f}{D_b} \leq 2,2$$

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

Nel caso in esame, il valore del diametro del filtro D_f (rappresentato dagli elementi della mantellata, costituita da massi di II categoria) è stato assunto pari al diametro di un masso naturale da 1,0 t (limite inferiore della pezzatura impiegata per la mantellata), mentre il diametro del materiale di base D_b (costituito dagli elementi dello strato filtro) è stato assunto pari al diametro di un masso naturale da 210 kg (limite superiore della pezzatura utilizzata).

La verifica risulta soddisfatta in quanto:

$$\frac{D_f}{D_b} = \frac{0,72}{0,43} = 1,69 \leq 2,2$$

Verifica della transizione imbasamento/terreno di fondazione

La verifica della transizione tra imbasamento e terreno di fondazione è stata eseguita utilizzando il criterio di ritenzione proposto da TERZAGHI (1922) per i materiali granulari.

Tale criterio si basa sul principio che la granulometria del corpo filtrante deve impedire la migrazione della frazione più fine del terreno esistente in situ (terreno di base) attraverso il corpo drenante, al fine di evitare l'intasamento dello stesso e la progressiva erosione del terreno all'intorno.

La formula di verifica prevede che il rapporto tra il diametro corrispondente al 15% del passante in peso del materiale drenante (D_{15f}) ed il diametro corrispondente all'85% del passante in peso del terreno da drenare (D_{85b}) sia inferiore a 4.

Nel caso in esame, il diametro D_{15f} è stato assunto pari a 0,36 m, corrispondente al masso che rappresenta il limite inferiore della pezzatura scelta per la realizzazione dell'imbasamento, pari a 120 kg.

Di conseguenza, affinché la verifica risulti soddisfatta, è necessario che il D_{85b} minimo sia pari almeno a 0,09 m.

Per garantire tale condizione, si è scelto di interporre tra la scogliera ed il terreno di base un geocomposito, costituito dall'accoppiamento di un geotessile non tessuto con peso di 140 g/mq e apertura caratteristica di filtrazione pari a 0,1 mm, con una geogriglia a maglia quadra regolare con resistenza alla trazione pari a 50KN/m.

Verifica della transizione geotessile/terreno di base

Data l'estensione planimetrica della scogliera e considerando che alla base della stessa possa localmente essere presente del materiale più fine rispetto a quello richiesto dal criterio di TERZAGHI, si è ritenuto ragionevole interporre tra i massi ed il terreno di base un filtro di geotessile, accoppiato ad una geogriglia per motivi di idoneità meccanica.

Il dimensionamento del filtro di geotessile può essere eseguito mediante l'applicazione del metodo di HEERTEN (1982), valido in condizioni di flusso non stazionario, espresso dalla seguente formula:

$$D_w < D_{50}$$

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

in cui D_w rappresenta l'apertura efficace di filtrazione, determinata mediante test tipo "wet sieving" (EN ISO 12956) e D_{50} rappresenta il diametro mediano del materiale di base.

Prevedendo di impiegare un geotessile non tessuto in poliestere del peso di 140 g/m^2 , con apertura caratteristica di filtrazione pari a $0,10 \text{ mm}$, la verifica proposta da HEERTEN risulta soddisfatta nel caso in esame, in quanto il terreno di base è costituito da un materiale con D_{50} sicuramente maggiore di $0,10 \text{ mm}$.

4.5.4 Criterio di idoneità meccanica

La lacerazione rappresenta il meccanismo di rottura più probabile per il geotessile utilizzato come filtro al disotto della protezione in massi. Il danneggiamento, in questo tipo di costruzioni, avviene prevalentemente durante la messa in opera.

Per la verifica dell'idoneità meccanica del geotessile, cioè della capacità del geotessile stesso di sopportare le sollecitazioni meccaniche conseguenti alle fasi di costruzione, si fa riferimento al criterio proposto da LAWSON (1992).

I parametri di riferimento per la verifica secondo il criterio di LAWSON sono la dimensione degli elementi lapidei posti sopra il geotessile (rappresentata dal D_{85} del materiale lapideo), e la resistenza caratteristica alla lacerazione del geotessile (F_T [N]), valutata secondo la prova ASTM D4533 ("trapezoidal tear test method").

La resistenza caratteristica può anche essere dedotta da prove standard analoghe a quella descritta dall'ASTM, quali la ISO 13434 o UNI 8279.

La resistenza alla lacerazione richiesta al geotessile è data in questo caso dalla relazione:

$$F_T \geq f \cdot 1500(D_{85})^{0,75}$$

con f coefficiente di sicurezza posto generalmente pari a 4.

Nel caso dell'impiego di geocompositi nei quali la resistenza meccanica è demandata ad elementi "rigidi" (georeti o geogriglie), come nel caso in esame, appare ragionevole sostituire alla resistenza alla lacerazione la resistenza a trazione.

La geogriglia impiegata presenta maglia quadrata regolare e resistenza alla trazione (EN 10319) pari a 50 kN/m . Essendo posta direttamente a contatto con i massi costituenti lo scanno di imbasamento ed ipotizzando di posizionare alla base dello scanno gli elementi di pezzatura inferiore, si può ragionevolmente assumere che il diametro D_{85} degli elementi della scogliera considerato nella verifica, sia corrispondente al diametro di un masso da 120 kg e che lo strato di posa abbia superficie irregolare.

Applicando la relazione precedente, pertanto, si ottiene:

$$F_T \geq 1500(D_{85})^{0,75} \geq 2,77 \text{ kN}$$

Pertanto, tenendo conto anche della larghezza del provino sottoposto a trazione pari a 76 mm , si ottiene una resistenza a trazione pari a $36,42 \text{ kN/m}$, inferiore rispetto alla resistenza offerta dalla geogriglia e la verifica risulta pertanto soddisfatta.

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

5 MODALITÀ, FASI E TEMPI DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Per quanto concerne la fasistica esecutiva dell'intervento di progetto, fermo restando la possibilità da parte dell'impresa esecutrice di proporre modalità migliorative sotto l'aspetto operativo, sia temporale che funzionale, si richiamano in sintesi le previsioni più dettagliatamente individuate nel Cronoprogramma dei Lavori (*elaborato F.09 – Cronoprogramma dei lavori*).

Per poter realizzare la scogliera antiriflettente a ridosso della Banchina Grasso, occorrerà preventivamente procedere allo smontaggio dei pontili di ormeggio galleggianti direttamente collegati sia alla suddetta Banchina che al Molo di Ridosso (in tal caso per garantire la sicurezza delle imbarcazioni che ivi saranno ormeggiate); al termine dei lavori si procederà dunque con il posizionamento di un numero sufficiente di boe di segnalazione della scogliera, ancorate a corpi morti posizionati sul fondale.

Tenuto conto del tempo necessario per la realizzazione di quanto finora descritto e, anche, dell'incidenza dei possibili giorni di maltempo, si stimano tempi di esecuzione complessivamente pari a 120 giorni.

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

6 IMPORTO DEI LAVORI E QUADRO ECONOMICO GENERALE

Sulla base del Prezzario Regionale Sicilia (2013) e di preliminari analisi per le voci di prezzo ivi non comprese, è stata effettuata la seguente stima per l'importo dei lavori di realizzazione dell'intervento di progetto prescelto:

<i>INTERVENTO DI PROGETTO</i>	<i>IMPORTO STIMATO</i>
Realizzazione scogliera	783.359,43 €
Opere accessorie	26.524,94 €
Importo complessivo dei lavori	809.884,37 €

Si riporta di seguito il Quadro Economico Generale dell'intervento:

A.	IMPORTO DEI LAVORI BASE DI GARA:		
A.	IMPORTO DEI LAVORI:		
A. 1	Importo lavori soggetto a ribasso	€	809.884,37
A. 2	Oneri per la Sicurezza non soggetti a ribasso	€	15.004,80
	Sommano (A.1 + A.2):	€	824.889,17
B.	SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE		
	(NB: impegni di spesa: oneri fiscali compresi)		
B. 1	Ufficio del Responsabile Unico del Procedimento	€	4.124,45
B. 2	Servizi tecnici afferenti la progettazione	€	46.755,27
B. 7	Servizi tecnici afferenti l'esecuzione	€	48.618,89
B. 8	Collaudo	€	7.100,45
B. 11	Spese per pubblicazioni, gara, etc.	€	25.000,00
B. 12	Imprevisti (oneri compresi) ed arrotondamenti	€	43.511,78
	Sommano:	€	175.110,83
C.	SOMMANO IN TOTALE - IMPORTO COMPLESSIVO DEL PROGETTO		
		€	1.000.000,00

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

OPERE COMPLEMENTARI PER LA PROTEZIONE DELLO SPECCHIO ACQUEO DEL 1° BACINO DEL PORTO TURISTICO DI RIPOSTO. RIELABORAZIONE GENERALE – MISURE DI MITIGAZIONE DEL FENOMENO DI RISONANZA ALL'INTERNO DEL BACINO

RELAZIONE GENERALE

7 CONCLUSIONI

Il Comune di Riposto ha conferito incarico per la completa rielaborazione del Progetto Esecutivo delle “*Opere Complementari per la protezione dello specchio acqueo del 1° bacino del Porto Turistico*” redatto nel 2010, al fine di mettere definitivamente in sicurezza gli specchi acqueei del primo bacino nei confronti del moto ondoso residuo, che allo stato attuale non consente l'operatività dei pontili e pone serie problematiche in termini di sicurezza dell'intera area portuale.

Gli studi su modello matematico condotti hanno evidenziato la presenza di fenomeni di risonanza all'interno del bacino portuale, per mitigare i quali la soluzione migliore risulta essere l'inserimento di elementi antiriflettenti sulle banchine esistenti.

La soluzione progettuale individuata, in attesa dell'attuazione degli interventi previsti al vigente P.R.P. ed in relazione alle aree attualmente disponibili, risulta essere la realizzazione di una scogliera antiriflettente a ridosso della Banchina Grasso, in quanto si garantisce un'adeguata efficacia senza comportare costi elevati.

L'utilizzo delle celle antirisacca, invece, è stato scartato in quanto con la geometria a disposizione, le celle sarebbero quasi interamente sommerse e difficilmente in grado di garantire un'adeguata efficacia. In tal caso, pertanto, il costo elevato richiesto dall'intervento, connesso anche con la necessità di demolire l'attuale banchina di riva, in confronto alla prestazione attesa, non ne giustificherebbe l'adozione.

Inoltre, qualora le opere previste dal Piano Regolatore Portuale venissero completate, la scogliera potrà essere rimossa e gli elementi costituenti la stessa riutilizzati in seno alla sezione del prolungamento del molo sopraflutto, restituendo totale funzionalità alla banchina esistente.