



Comune di Messina

IMPRESA APPALTATRICE



30015 Chioggia (VE)  
Banchina F - Val da Rio  
www.coedmar.it

Tel. +39 041 4967 925  
Fax +39 041 4967 914  
contratti@coedmar.it

COOPTATA



40132 Bologna  
Via M. E. Lepido, 182/2  
www.consorziointegra.it

Tel. +39 051 3161 300  
integra@consorziointegra.it

PROGETTAZIONE



30035 Mirano (VE)  
Viale Belvedere, 8/10  
www.fm-ingegneria-com

Tel. +39 041 5785 711  
Fax +39 041 4355 933  
tremestieri@fm-ingegneria.com



20148 Milano  
Via Caccialepori, 27

Tel. +39 02 8942 2685  
Fax +39 02 8942 5133  
mail@idrotec-ingegneria.it

Ing. Vincenzo Iacopino

Viale Regina Elena, 125 - Messina

Studio Tecnico Falzea

Via 1° Settembre, 37 - Messina

Arch. Claudio Lucchesi

Via Roma, 117 - Pace del Mela (ME)

Ing. Manlio Marino

Via Placida, 6 - Messina

Dott. Geol. Sergio Dolfin

Via Marina, 4 - Torre Faro (ME)

PROGETTO

**COMUNE DI MESSINA  
LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA  
LOGISTICA INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO  
SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE**

EMISSIONE

**PROGETTO ESECUTIVO**

TITOLO

**A - GENERALE**

Relazione descrittiva

REV.	DATA	FILE	OGGETTO	DIS.	APPR.
1					
2					
3					
4					
5					

ELABORATO N.

**A002**

DATA: Ottobre 2017	SCALA: -	FILE: 1044_A002_0.doc	J.N. 1044
PROGETTO L. Masiero	DISEGNO L. Masiero	VERIFICA L. Masiero	APPROVAZIONE T. Tassi



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
1.1	INTRODUZIONE.....	2
1.2	SINTESI ELEMENTI QUALIFICANTI.....	2
<b>2</b>	<b>CRITERI PROGETTUALI</b> .....	<b>7</b>
2.1	SCELTA DELLE TIPOLOGIE STRUTTURALI.....	7
2.2	OPERE A SCOGLIERA .....	7
2.2.1	Area Sud.....	7
2.2.2	Area Nord e molo esistente.....	8
2.3	INTERVENTI PER LA GESTIONE DEL TRASPORTO SOLIDO (TRAPPOLA SUD).....	9
2.4	MOLO DI SOPRAFLUTTO.....	11
2.5	BANCHINE DI RIVA.....	13
2.6	INTERVENTI DI RIPASCIMENTO DEL LITORALE.....	15
2.6.1	Ripascimento protetto.....	15
2.6.2	Ripascimento non protetto .....	17
2.7	OPERE DI REGIMAZIONE DEI CORSI D'ACQUA GRAVANTI SUL PORTO .....	17
2.8	SISTEMAZIONE FOCE FAROTA-CANNETO.....	19
2.9	VIABILITA' E PIAZZALI DI SOSTA .....	23
2.10	PAVIMENTAZIONI PIAZZALE .....	23
2.11	IMPIANTI ELETTRICI E DI TRASFORMAZIONE .....	24
2.12	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	25
2.13	IMPIANTO IDRICO ED ANTINCENDIO .....	25
2.14	IMPIANTO DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE.....	26
2.15	ARREDI DI BANCHINA .....	27

## 1 PREMESSA

### 1.1 INTRODUZIONE

La presente Relazione descrittiva riguarda il progetto esecutivo della piattaforma logistica intermodale di Tremestieri (Messina).

La relazione, è sviluppata in due capitoli:

- Il Capitolo 1 ha carattere introduttivo ed evidenzia in sintesi gli elementi che gli scriventi ritengono maggiormente qualificanti.
- Il Capitolo 2 descrive il progetto ed illustra i criteri progettuali adottati.

Si rimanda alla Relazione A014 per la descrizione delle modifiche introdotte nel presente progetto esecutivo rispetto al progetto definitivo adeguato in ottemperanza all'art. 14, comma 6, del disciplinare di gara.

### 1.2 SINTESI ELEMENTI QUALIFICANTI

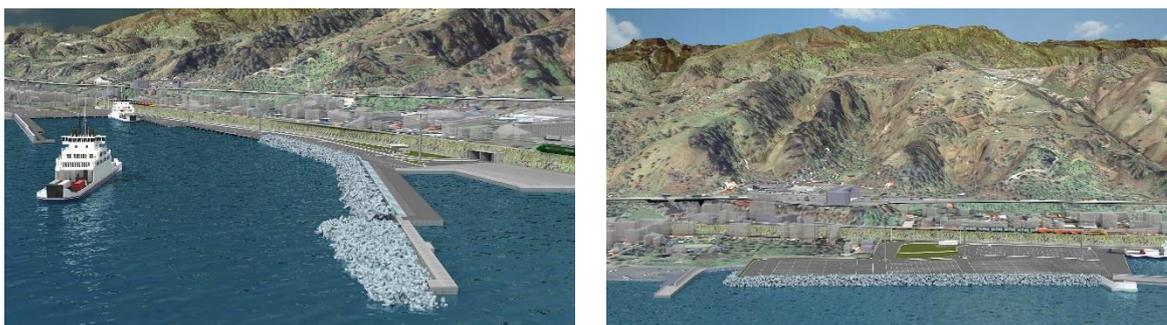
Si ritiene di fare cosa utile presentando fin d'ora quelli che – a parere degli scriventi – appaiono essere gli aspetti più qualificanti ed innovativi del progetto, brevemente descritti nel seguito e meglio illustrati nel successivo capitolo nonché negli ulteriori elaborati e disegni.

1. **opere di difesa.** Per il **molo di sopraflutto della nuova darsena**, l'opera più significativa ed impegnativa, è stata definita una tipologia strutturale che risolve le maggiori e peculiari criticità, costituite dalla forte acclività e dinamicità del fondale, dalla elevata sismicità della zona – soggetta peraltro a moto ondoso di notevole intensità – e, non ultimo, dalla necessità di operare in mare aperto.

La soluzione proposta è caratterizzata da una parete continua lato mare composta da pali in c.a. gettati in opera, denominati “portanti” e da profili tubolari metallici di elevato spessore, denominati “portati”, tutti mutuamente collegati con speciali gargami metallici. Telai di pali di maggior diametro ed il soprastante impalcato (sul cui lato mare è realizzato il muro paraonde) assicurano il collegamento della cortina frontale di pali e la stabilità dell'opera anche in condizioni sismiche e nei confronti dell'azione dovuta al moto ondoso.

Per le **opere di difesa a scogliera**, previste in corrispondenza sia dell'area Sud che dell'area a Nord della nuova darsena, si è optato per l'impiego di mantellate in massi artificiali di calcestruzzo tipo **ACCROPODE™**.

Questo tipo di massi, di grande affidabilità e solidità strutturale, trova largo impiego in campo internazionale; la tipologia di massi è già stata sperimentata con successo dall'Appaltatore, ed ha reso possibile conseguire una serie di significativi vantaggi: elevata stabilità (grazie anche ai prudenziali criteri adottati per il loro dimensionamento), elevata capacità di dissipazione dell'energia del moto ondoso e quindi sensibile riduzione sia della riflessione che della tracimazione, pendenza ottimale ripida (3:4, il che ha consentito di limitare l'ingombro dell'opera), minore quantitativo di calcestruzzo (con minori impatti per la produzione ed il trasporto) in quanto le elevate capacità di “interlocking” consentono di disporre i massi in unico strato.



**Figura 1: Opere di difesa a scogliera.**

2. **banchine, agitazione ondosa nel porto.** Le soluzioni strutturali proposte per le banchine di riva sono state messe a punto tenendo nella massima considerazione il requisito di contenere il coefficiente di riflessione del moto ondoso entro il limite del 40%. A questo scopo sono state anche eseguite **specifiche prove su modello fisico** presso l'Università di Padova che hanno consentito di documentare sperimentalmente come il dimensionamento delle celle antirisacca, opportunamente ottimizzato rispetto a quanto previsto dal progetto preliminare, sia in grado di offrire, con buoni margini, le prestazioni richieste. I livelli di agitazione ondosa residua sono stati inoltre analizzati con **modello matematico DIFFRAC**, sviluppato da Delft Hydraulics, con risultati positivi.



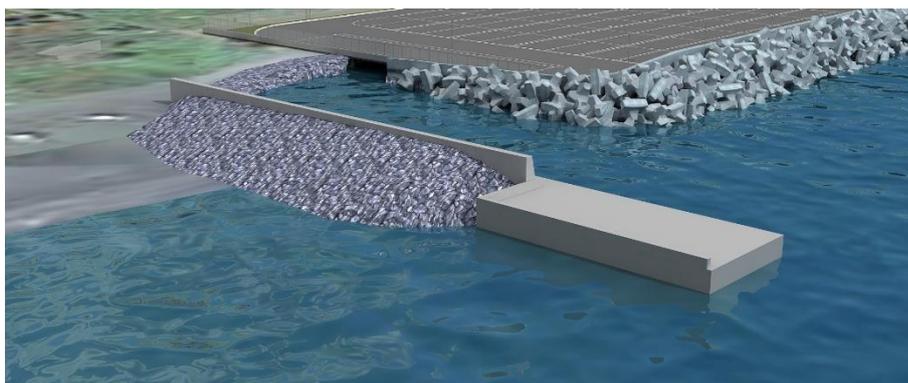
**Figura 2 – Banchine di riva.**

3. **dragaggi e riutilizzo dei sedimenti, ripascimenti.** In ottemperanza alla normativa vigente è stata eseguita la caratterizzazione dei sedimenti dragati nell'ambito del bacino portuale e da riutilizzare per il previsto ripascimento a Nord del porto. In accordo con ARPA è stata individuata la modalità di gestione dei sedimenti, dopo averne stabilito l'idoneità fisico – chimico – biologica e granulometrica per i ripascimenti previsti ai sensi del DM 24-01-1996 ed in base ai criteri previsti nel quaderno ICRAM.

I sedimenti provenienti dal dragaggio e dagli scavi di sbancamento (con l'esclusione di una quota parte che verrà utilizzata per riempimenti in ambito portuale) saranno impiegati per interventi di ripascimento. In particolare verrà realizzato un ripascimento protetto con scogliere di massi naturali dello sviluppo di 1400 m a Nord della darsena esistente ed un ripascimento non protetto per uno sviluppo di ulteriori 1500 m a Nord del precedente. Il **ripascimento protetto** sarà associato alla realizzazione di una difesa a celle con scogliere emerse e sommerse parallele alla riva e collegate a questa da una serie di pennelli trasversali. Il **ripascimento non protetto** sarà realizzato in conformità alle prescrizioni di

cui al decreto di Valutazione di impatto ambientale n. 1610 del 19/09/2014 del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare. Tutte le attività di dragaggio e reflimento dei sedimenti verranno attuate in maniera da minimizzare gli impatti ambientali e saranno oggetto di un adeguato monitoraggio.

4. **aspetti geotecnici e strutturali.** Tenuto conto che alcuni strati di terreno sono risultati potenzialmente liquefacibili, le opere su fondazioni profonde interessate da tale fenomeno sono state progettate trascurando la portanza di tali strati. In corrispondenza di alcune zone dei piazzali, delle opere di difesa a scogliera e lungo la viabilità di ingresso/uscita, tali strati saranno migliorati (addensati) mediante intervento di vibroflottazione.
5. **aspetti idraulici, sistemazioni torrenti Farota e Canneto.** Significativi interventi di regimazione sono stati progettati per tutti i corsi d'acqua gravanti sul porto per garantire la salvaguardia idraulica del territorio, assieme agli impianti per lo smaltimento ed il trattamento delle acque meteoriche. Per evitare interferenze con l'opera di difesa dei piazzali Sud e migliorare l'efficienza dello sbocco a mare, la foce del torrente Farota è stata spostata a Sud dei piazzali, in adiacenza a quella del torrente Canneto, e dotata di idonei presidi per limitarne l'interrimento e prevenire l'ingressione del moto ondoso all'interno dello scatolare.



**Figura 3 – Foce torrente Farota-Canneto.**

6. **organizzazione delle aree a terra.** L'organizzazione delle aree a terra è stata oggetto di attento studio, documentato con lo specifico elaborato "Organizzazione delle aree a terra, modalità di esercizio e funzionalità dell'opera". Lo studio, facendo naturalmente riferimento alle indicazioni dei documenti di gara relative ai traffici da considerare, propone un assetto complessivo **caratterizzato da una netta separazione funzionale** tra le aree dedicate al traghettamento dello Stretto e quelle dedicate a servizi di "autostrade del mare" senza tuttavia prevedere una separazione fisica delle stesse. L'assetto così individuato resta tuttavia altamente flessibile e potrà pertanto essere agevolmente modificato in futuro in relazione alle effettive esigenze.



**Figura 4 – Vista d’insieme area portuale.**

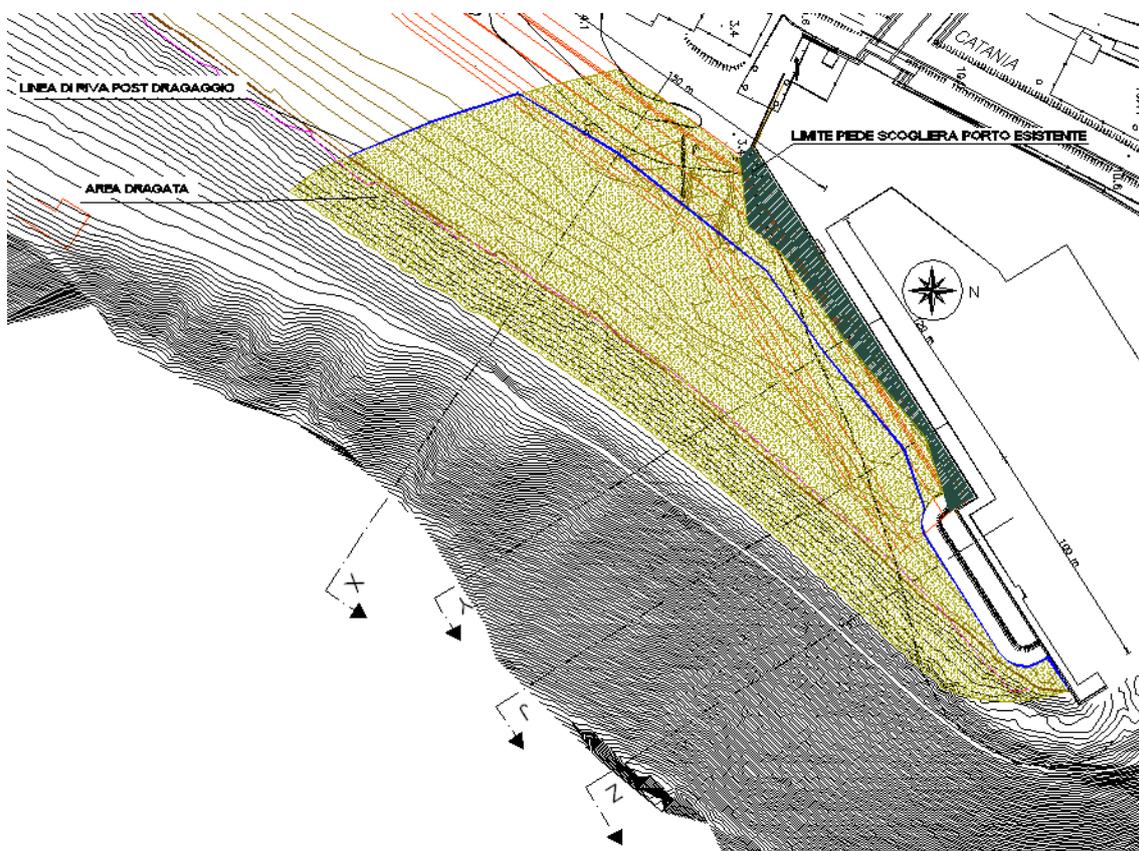
7. **gestione della complessità di funzionamento dell’opera.** Le principali criticità della nuova opera si potranno evidenziare in occasione di forti punte di traffico e potrebbero interessare i due “nodi” principali, costituiti dalla viabilità di accesso al porto e dai piazzali di sosta. Le soluzioni proposte, relative agli interventi più nettamente “invarianti” e difficilmente modificabili, da un lato realizzano fin da subito le maggiori dimensioni consentite per i suddetti “nodi” dai limiti del territorio portuale, d’altro lato non pregiudicano in alcun modo che in futuro vengano all’occorrenza potenziate sia la viabilità di accesso sia i piazzali di sosta, ad esempio mediante possibili strutture multipiano. Agli interventi “strutturali” si potranno affiancare inoltre interventi più propriamente “organizzativi” relativi in particolare alla organizzazione delle aree a terra ed alle eventuali modifiche che si rivelassero opportune, peraltro realizzabili con il minimo dei costi e senza inconvenienti per l’esercizio del porto.
8. **interventi per evitare l’insabbiamento.** Il progetto è fondato, a questo proposito, su una strategia attiva e preventiva di rimozione sistematica dei sedimenti (che la vivace dinamica del litorale tende inevitabilmente ad accumulare a Sud delle opere fisse che ostacolano il trasporto litoraneo longitudinale alla riva) da attuarsi prima che i sedimenti penetrino nel porto obbligando ad interromperne l’esercizio.

Si prevede di realizzare a Sud dello sfocio Canneto-Farota una “trappola dei sedimenti” (**trappola Sud**) e di potenziare il pennello in riva destra dello sfocio portandone la testata su fondale di – 12 m dal l.m.m. La trappola comporterà il dragaggio di circa 29’000 m<sup>3</sup> fino alla quota di – 6 m e non sarà contornata da opere fisse sui lati Ovest e Sud. Il materiale accumulato nella trappola (ed eventualmente anche al piede della scogliera di protezione del terrapieno portuale ed innanzi al molo a parete verticale) dovrà essere portato a rifiorimento delle nuove spiagge a Nord della darsena esistente, oggetto degli interventi previsti dal presente progetto, sulla base di un preciso Piano di monitoraggio e manutenzione. Il pennello, in relazione agli alti fondali di imposta, richiede l’impiego di profili metallici profondamente infissi nel terreno. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati di progetto.



**Figura 5 – Trappola Sud.**

É anche prevista la possibilità di realizzare una **trappola Nord** (Figura 6), mediante il dragaggio anticipato di circa 135.000 m<sup>3</sup> dei materiali attualmente presenti a ridosso del sopraflutto della darsena esistente che con sempre maggiore frequenza ne ostruiscono l'imboccatura e che sarebbero comunque da dragare nell'ambito del progetto. Questo intervento prioritario comprenderà anche l'esecuzione delle scogliere del ripascimento "protetto" (a tergo delle quali verrà versato il materiale dragato), consentendo di evitare l'insabbiamento della darsena in attesa della costruzione del nuovo porto (che impedirà naturalmente ai sedimenti di raggiungere la darsena attuale).



**Figura 6 - Planimetria degli interventi di gestione temporanea dell'approdo attuale (trappola Nord).**

## 2 CRITERI PROGETTUALI

### 2.1 SCELTA DELLE TIPOLOGIE STRUTTURALI

Nell'ambito del presente progetto si sono prese in esame per ognuno dei tratti significativi delle opere le **criticità** per quanto riguarda i principali aspetti progettuali quali: l'osservanza dei requisiti plano-altimetrici, la stabilità geotecnica, le caratteristiche di riflessione e tracimazione. Per ogni tratto si è stabilita **una scala di priorità** dei requisiti, selezionando la soluzione che rappresentava a giudizio dei progettisti il migliore compromesso tra le diverse esigenze. Per il molo foraneo si è ottimizzata la soluzione di parete verticale a fondazioni profonde con pali di diametro 1500 mm (lato mare) e 1800 mm (lato darsena). Per le banchine interne è stata confermata la soluzione a parete verticale con celle antiriflettenti. Per le zone più esposte della darsena, che sono le opere antistanti il molo del porto esistente e le opere di difesa del piazzale sud, è stata confermata la tipologia a scogliera con mantellata in massi artificiali ad elevata porosità.

### 2.2 OPERE A SCOGLIERA

#### 2.2.1 Area Sud

I piazzali posti nell'area Sud del porto saranno protetti da un'opera a scogliera. L'opera si sviluppa a partire dalla radice della diga foranea a parete verticale, a Nord, fino alla foce del torrente Farota-Canneto, a Sud, per una lunghezza complessiva di circa 285 m.

L'opera è imbasata su un fondale avente quota variabile per i vari tratti (da -8,5 a -12,5 m s.m.m.), in parte da ottenere mediante sbancamento e dragaggio. La realizzazione della sezione di progetto prevede il dragaggio iniziale del profilo trasversale di spiaggia per raggiungere la quota di imbasamento del piede della mantellata; lo scavo procederà quindi verso terra con una pendenza di 1:3, intervallata da una berma di larghezza pari a 5 m alla quota di -3.0 m s.m.m..

La composizione della sezione dell'opera a scogliera, come previsto dai disegni di progetto e schematizzato in **Figura 7**, è la seguente:

- nucleo in materiale lapideo del peso di 0.5÷500 kg;
- riempimento in materiale arido proveniente dagli sbancamenti, separato dal nucleo in materiale lapideo attraverso un filtro di geotessile;
- strato filtro in materiale lapideo del peso di 50÷500 kg e spessore 1,50 m;
- strato filtro in massi naturali del peso di 1-3 t e spessore di 2,00 m;
- mantellata in elementi di calcestruzzo prefabbricati tipo ACCROPODE™ da 5,00 m<sup>3</sup>, posati in singolo strato dello spessore di 2,20 m;
- berma (al piede della mantellata) in massi naturali del peso di 4÷6t;
- geocomposito con funzione di filtro/separazione al piede, costituito dall'accoppiamento di una geogriglia e un geotessile.

La mantellata principale ha pendenza di 3:4 e quota di coronamento pari a +5,50 m s.m.m. Il masso di coronamento e il muro paraonde hanno le dimensioni indicate nei disegni di progetto. Il muro ha il coronamento alla quota di +6,00 m s.l.m.m. Nei tratti in cui è stata riscontrata la presenza di strati suscettibili alla liquefazione sono previsti interventi di vibroflottazione.

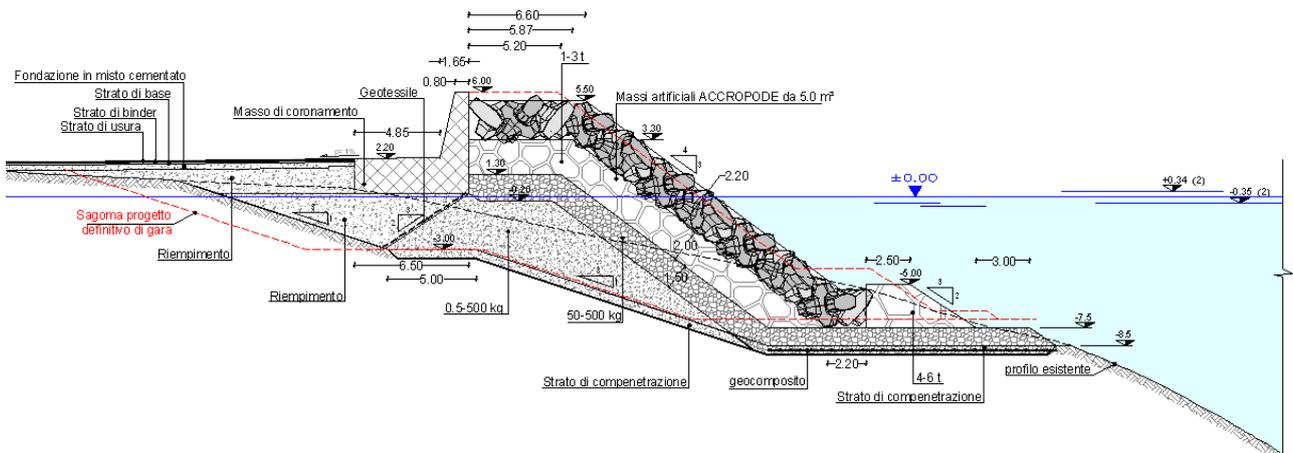


Figura 7 – Sezioni tipo opera a scogliera area Sud.

### 2.2.2 Area Nord e molo esistente

La protezione della riva, nel tratto tra il nuovo porto e il porto esistente, è affidata ad una nuova scogliera radente, che si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 310 m, di cui 150 da realizzare in corrispondenza dell'attuale spiaggia a Sud della radice del molo esistente e 160 lungo quest'ultimo, verso Nord. L'opera è imbasata su un fondale avente quota costante di -9.0 m s.l.m.m.; la realizzazione della sezione di progetto prevede lo sbancamento/dragaggio iniziale del profilo trasversale di spiaggia per raggiungere la quota di imbasamento del piede della mantellata. Lo scavo avrà una pendenza costante di 1:3. Nei 160 m da realizzare lungo il molo è prevista anche la demolizione del muro paraonde esistente.

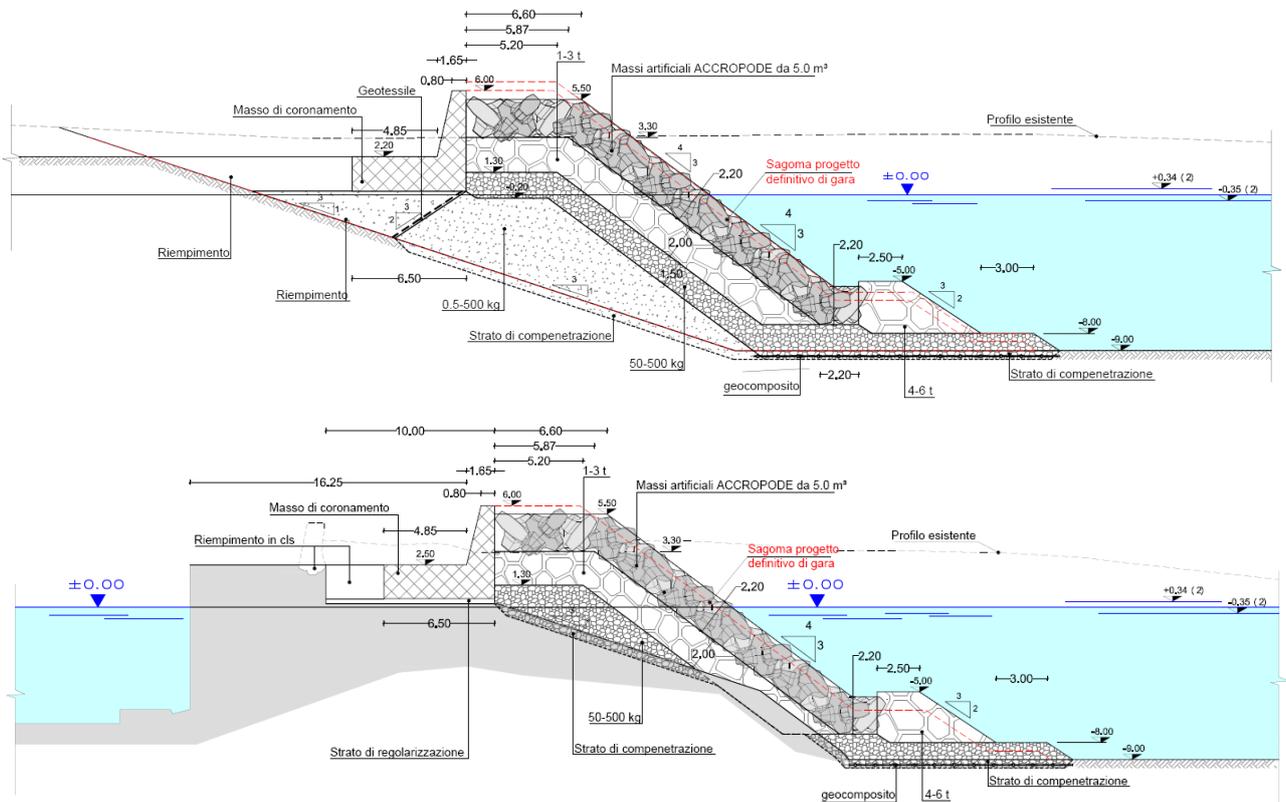


Figura 8 – Sezioni tipo opera a scogliera area Nord.

La composizione della sezione dell'opera a scogliera, come previsto dai disegni di progetto e schematizzato nella Figura 8, è la seguente:

- nucleo in materiale lapideo del peso di 0.5÷500 kg, da realizzare solamente nei 150m a Sud;
- riempimento in materiale arido proveniente dagli sbancamenti, separato dal nucleo in materiale lapideo attraverso un filtro di geotessile, da realizzare solamente nei 150m a Sud;
- strato filtro in materiale lapideo del peso di 50÷500 kg e spessore 1,50 m; nei 160 m a Nord il filtro in materiale lapideo non ha spessore costante, in quanto ha lo scopo di riprofilare la scarpata derivante dallo sbancamento della mantellata esistente fino ad ottenere la superficie di posa del nuovo strato filtro in massi naturali di cui al punto seguente;
- strato filtro in massi naturali del peso di 1-3 t e spessore di 2,00 m;
- mantellata in elementi di calcestruzzo prefabbricati tipo ACCROPODE™ da 5,00 m<sup>3</sup>, posati in singolo strato dello spessore di 2,20 m;
- berma (al piede della mantellata) in massi naturali del peso di 4÷6t;
- geocomposito con funzione di filtro/separazione al piede, costituito dall'accoppiamento di una geogriglia e un geotessile.

La mantellata principale ha pendenza di 3:4 e quota di coronamento pari a +5,50 m s.l.m.m. Il masso di coronamento e il muro paraonde hanno le dimensioni indicate nei disegni di progetto. Il muro ha il coronamento alla quota di +6,00 m s.l.m.m. Nei tratti in cui è stata riscontrata la presenza di strati suscettibili alla liquefazione sono previsti interventi di vibroflottazione.

### 2.3 INTERVENTI PER LA GESTIONE DEL TRASPORTO SOLIDO (TRAPPOLA SUD)

A Sud della nuova piattaforma logistica intermodale, più precisamente a Sud della foce Farota-Canneto, verrà realizzata un'area di deposito per i sedimenti movimentati dal trasporto solido litoraneo. Tale area costituirà il sito preferenziale di prelievo dei sedimenti destinati agli interventi di bypass in fase di esercizio del nuovo scalo; quest'area, e le strutture accessorie finalizzate a garantirne la funzionalità, vengono definite nel loro insieme con il termine "trappola Sud".

Gli interventi necessari per la realizzazione della trappola Sud sono costituiti dal pennello di contenimento dei sedimenti (struttura tipo *cofferdam* posta in destra idraulica della foce Farota-Canneto), dallo scavo dell'area della trappola fino alla profondità massima di -6.00 m s.m.m. e dalla realizzazione di una scogliera sul lato Sud del pennello.

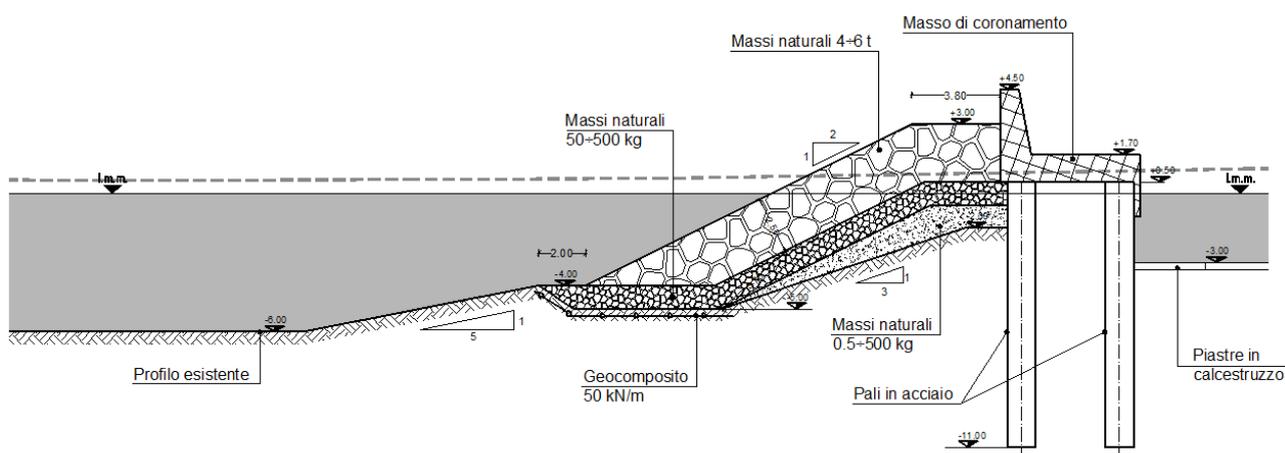


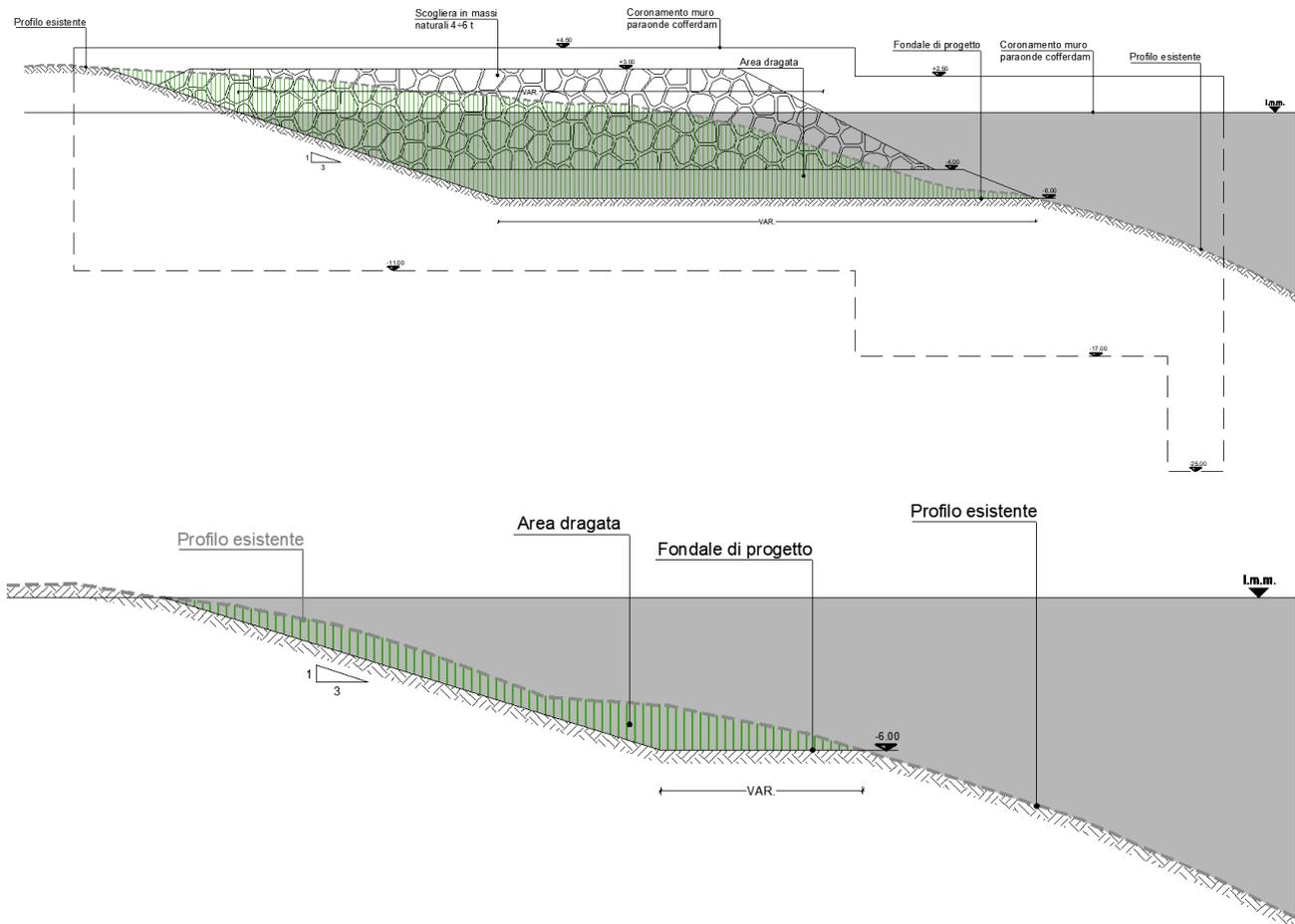
Figura 9 – Sezione tipo pennello di contenimento della trappola Sud

Il pennello avrà una lunghezza complessiva di 80 m e sarà realizzato mediante una struttura tipo *cofferdam* costituita da elementi metallici tubolari in acciaio di grande diametro, di larghezza 6 m per un tratto di lunghezza pari a 55 m e di larghezza 12 m per il restante tratto di testata.

Il lato Sud del pennello sarà rinfiancato, per una lunghezza pari a circa 50 m in radice, da una scogliera con funzione dissipativa e di protezione, composta da:

- nucleo in massi naturali del peso di 0.5-500 kg;
- strato filtro in massi naturali del peso di 50-500 kg e spessore 1,00 m;
- mantellata in massi naturali del peso di 4-6 t e spessore 2,50 m;
- geocomposito con funzione di filtro/separazione al piede, costituito dall'accoppiamento di una geogriglia e un geotessile.

L'opera è imbasata alla profondità di -4.0 m s.m.m., ottenuta mediante dragaggio. La mantellata ha pendenza di 1:2 e quota di sommità di +3,00 m s.m.m. Lo scavo della trappola prevede lo sbancamento e il dragaggio dell'area. Verrà arretrata l'attuale linea di riva di circa 30 m per una lunghezza lungo il litorale di 55 m a partire dal piede della scogliera a protezione del pennello; procedendo quindi verso Sud l'arretramento iniziale andrà a ridursi fino a ricollegarsi all'attuale linea di riva ad una distanza di 160 m dal pennello. Partendo da mare e procedendo verso terra (figure sotto), il dragaggio porterà il fondale alla quota di -6.0 m s.m.m.; il raccordo con la linea di riva arretrata avverrà con una pendenza trasversale di 1:3. Di fronte alla scogliera a protezione del pennello, il dragaggio sarà eseguito con pendenza 1:5 (cfr. figura precedente).



**Figura 10 – Sezioni tipo dragaggi e sbancamenti trappola Sud**

## 2.4 MOLO DI SOPRAFLUTTO

Per il molo di sopraflutto è prevista una soluzione costruttiva in grado di:

- resistere con adeguati coefficienti di sicurezza alle azioni statiche e dinamiche indotte dal moto ondoso di cui alla relazione di calcolo strutture molo foraneo;
- resistere con adeguati coefficienti di sicurezza in caso di evento sismico;
- garantire l'ormeggio di imbarcazioni sia all'interno che all'esterno del molo;

La soluzione in progetto prevede un impalcato su pali proteso verso il mare aperto di spessore variabile costituito in parte da soletta piena in calcestruzzo di spessore totale pari a 1m e in parte da travi di collegamento dei pali sottostanti con sezione 2500x1500 mm. La prima fase di realizzazione dell'impalcato consisterà nella posa di lastre prefabbricate autoportanti in calcestruzzo, in grado da fungere da cassero collaborante, mentre la seconda fase consisterà del getto di completamento delle solette sopracitate.

L'impalcato è sostenuto da una fila di pali in c.a. di diametro 1.5 m (lato mare) e da tre file di pali di diametro 1.8 m (lato interno) con la sola parte sommitale con forma tronco-conica di raccordo alla trave di testa superiore, tutti con profondità variabile tra i -23.3 e i -39.3 m s.l.m.m. e disposti ad un interasse longitudinale pari a circa 6.40 m e trasversale pari a 4.80/4.90 m. I pali sono realizzati previa infissione di camicia metallica avente funzione di cassero a perdere.

Il paramento esterno lato mare è realizzato mediante l'interposizione ai pali in c.a. di diametro 1.50 m. di pali in acciaio, denominati "pali di chiusura" o portati, di diametro 1.5 m, collegati fra loro mediante gargami, vincolati superiormente all'impalcato in c.a., inferiormente al terreno di fondazione.

Il molo presenta un tratto prevalente di larghezza 16.9 m ed un tratto terminale, di 80 m, di larghezza 10.3 m. A protezione del moto ondoso è realizzato un muro paraonde in c.a. con sommità a quota +6.50 m. s.l.m.m, sagomato verso il mare aperto, formato da una struttura classificabile come muro in calcestruzzo con contrafforti ad interasse tipico di 6416 mm e sezione di base 1500x1200 mm e un muro di spessore costante pari a 800mm.

Lungo il lato interno del molo sono disposte bitte da 1000 kN e parabordi ad interasse di 30 m, mentre nel tratto terminale sono disposti parabordi ogni 4.5 m. Per garantire l'ormeggio di imbarcazioni anche all'esterno del molo, nel caso di condizioni meteomarine particolarmente favorevoli, sono state previste ulteriori 3 bitte in corrispondenza del lato esterno del molo, dove si è anche previsto l'arretramento di 2m del muro paraonde del filo esterno; per l'accosto delle imbarcazioni si prevedono 7 parabordi della stessa tipologia di quelli previsti per il lato interno del molo.

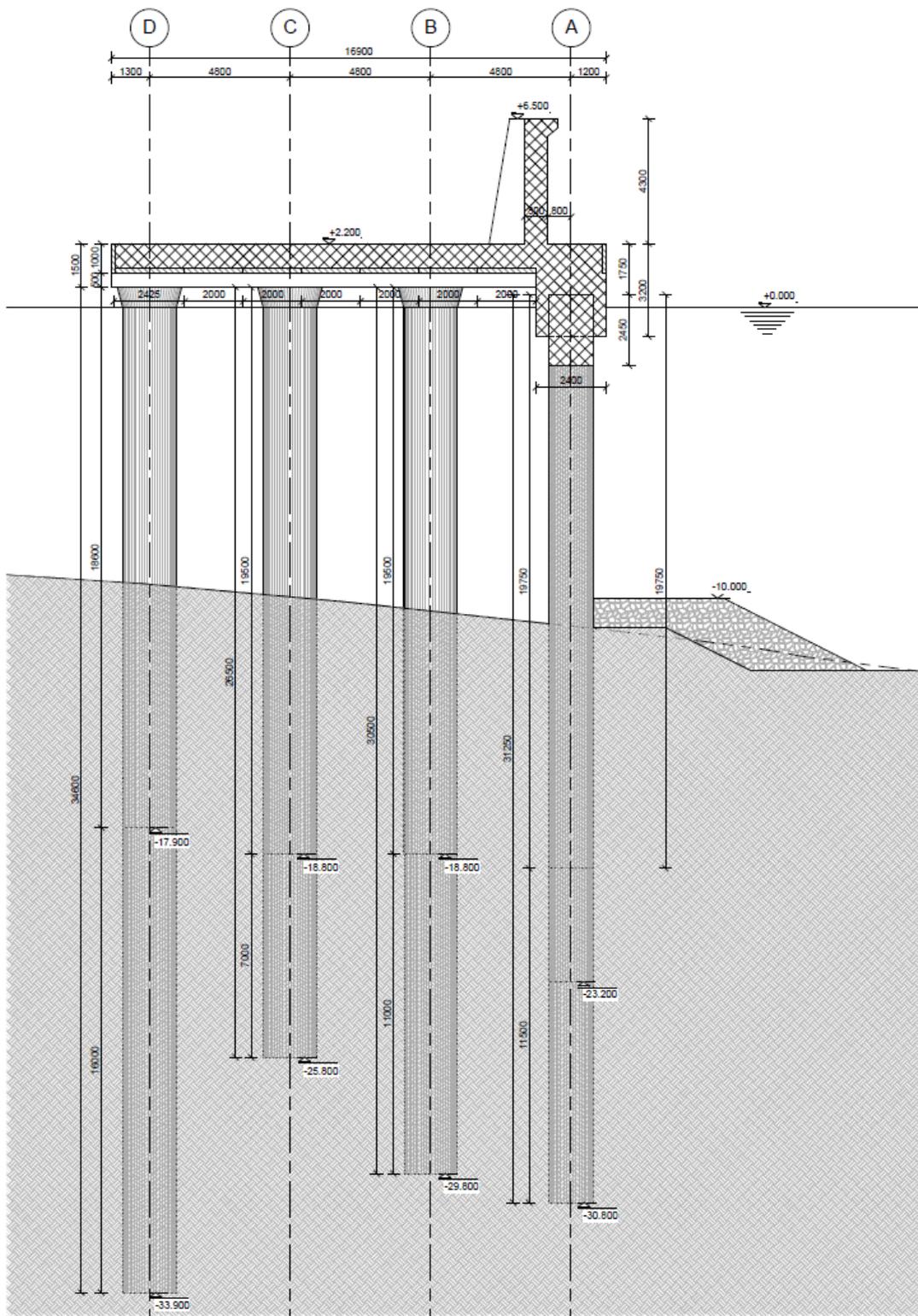
In corrispondenza del tratto di molo di larghezza 10.3 m, su fondali di -12/-15 m s.l.m.m., la maglia strutturale procede con lo stesso schema, di un palo diametro 1.5 m più due pali diametro 1.8 m collegati tra loro mediante trave sommitale in c.a. di dimensioni 2500x1500mm, riducendo però l'interasse da 6 a 4.5 m.

La struttura è divisa in quattro settori con lunghezze pari a:

- Settore A                    69.85 m
- Settore B                    69.09 m
- Settore C                    75.51 m
- Settore D                    107.87 m

La lunghezza totale della struttura risulta 322 m. Tra i settori è prevista l'adozione di un giunto in grado di assorbire la deformazione termica e, nel contempo di garantire l'efficace accoppiamento, in particolar modo trasversale, dei vari settori alle altre azioni. Il giunto è realizzato utilizzando dei

tubolari in acciaio  $\varnothing 224.5 \times 25$  dotati di piastra di testa, armatura di frettaggio e di rinforzo locale della soletta, parzialmente inguainati in un tubo corrugato.



**Figura 11 – Sezione tipologica del molo di sopraflutto.**

Il muro paraonde è stato arretrato di 2 m rispetto al filo esterno del molo e sagomato con buoni risultati per quanto riguarda la tracimazione, consentendo anche di realizzare un passaggio praticabile alla stessa quota dell'estradosso dell'impalcato, percorribile in sicurezza dagli

ormeggiatori e lungo il quale verranno disposte le bitte a servizio dell'ormeggio esterno per navi Ro-Ro, utilizzabile solo in presenza di condizioni meteomarine favorevoli.

La struttura è stata calcolata sia dal punto di vista geotecnico che strutturale (cfr. relazione di calcolo strutture molo foraneo).

Il lato esterno del molo foraneo sarà dotato di una protezione al piede, sia per evitare lo scalzamento da parte delle eliche delle navi in manovra, che per evitare l'insorgere di fenomeni di scavo al piede dovuti all'azione combinata di corrente e moto ondoso. La protezione al piede avrà una configurazione diversa a seconda delle prevedibili azioni e delle caratteristiche geometriche del fondale. Si prevede quindi di realizzare un primo tratto, sul lato esterno dello sporgente dell'attracco ro-ro (sperone), mediante consolidamento del fondale con trattamento colonnare tipo jet grouting.

Il piede del molo sarà poi protetto, per una lunghezza complessiva di 40 m (secondo tratto), con massi guardiani in calcestruzzo dello spessore di 0.8 m e dimensioni 5x4 m (larghezza della protezione pari a 5 m dal piede dell'opera); i massi verranno posati su un imbasamento in pietrame, a sua volta poggiato su un geotessile. Il fondale naturale verrà dragato in modo da garantire un estradosso del masso alla quota costante di -9.0 m s.l.m.m.

Il tratto successivo, per uno sviluppo complessivo di circa 170 m, sarà protetto da una scogliera in massi naturali di II categoria poggiante su un filtro di geotessile. La scogliera avrà larghezza al coronamento di 4.0 m ed altezza di 2.5 m; il raccordo con il fondale avverrà con una pendenza di 1V:2H. La profondità del coronamento è variabile da un minimo di -9.0 m ad un massimo (in valore assoluto) di poco meno di 11 m.

Il tratto di testata, per uno sviluppo di circa 108 m (complessivamente 125 considerando anche la larghezza della testata), sarà protetto da un consolidamento con trattamento jet-grouting colonnare fino alla profondità di 10 m dal fondale attuale. In questa zona il fondale è troppo ripido per poter ospitare una protezione in elementi lapidei o prefabbricati; identica situazione si verifica sul lato esterno dello sperone.

Il lato interno del molo foraneo sarà dotato di una protezione al piede limitatamente ai primi 10 m a partire dalla radice; tale protezione, che si estende fino a 10 m dal molo stesso, sarà costituita da uno strato di elementi lapidei dello spessore complessivo di 1.0 m e della pezzatura 250÷550 poggianti su un geotessile. L'estradosso dello strato dovrà garantire la quota minima (in valore assoluto) di -9.0 m s.l.m.m.

## **2.5 BANCHINE DI RIVA**

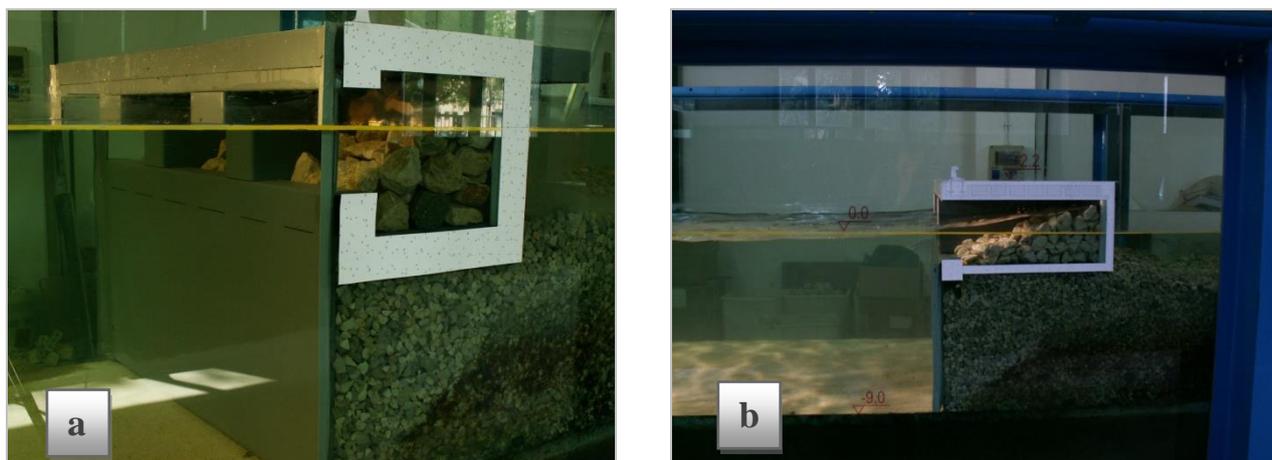
Per le banchine di riva è stata prevista una soluzione costruttiva in grado di:

- garantire un coefficiente di riflessione dell'onda incidente inferiore e uguale al 40%;
- garantire un sovraccarico accidentale uniformemente distribuito a tergo della banchina di 40 kN/mq;
- garantire un fondale di -9 m s.l.m.m.;
- garantire adeguati coefficienti di sicurezza anche in caso di liquefazione dei terreni;
- ottimizzare la durabilità dell'opera;

La soluzione adottata è costituita da un diaframma in c.a. di spessore 80 cm da quota -1.50 m s.l.m.m. a quota -16.50 m s.l.m.m. e sovrastante cella antiriflettente in c.a. di dimensioni lorde 10x8.40x4.40 m parzialmente riempito con massi naturali di I<sup>a</sup> categoria da 500-1000 kg.

La seguente figura riporta la sezione tipologica della banchina di riva su fondale a quota -9 m s.l.m.m.





**Figura 13 – Prove su modello fisico: a) progetto preliminare; b) progetto definitivo.**

La soluzione adottata è stata verificata mediante analisi in stato piano di deformazione con i programmi Plaxis 2D versione 2015 (copyright program by Plaxis bv P.O. Box 572, 2600 AN Delft, Netherlands) e SLIDE (versione 5) della *Rocscience Inc.* i cui risultati sono riportati nella relazione di calcolo strutture di banchina. La struttura è stata calcolata sia dal punto di vista geotecnico che strutturale.

Come meglio dettagliato nella relazione sismica, per tener conto che, in caso di evento sismico, alcuni strati di terreno possono essere soggetti a liquefazione, è stato progettato un intervento di vibroflottazione allo scopo di migliorare e addensare i terreni di fondazione garantendo la necessaria resistenza alla liquefazione.

Per garantire adeguata durabilità della struttura, come meglio evidenziato al paragrafo 4.4, si utilizzano calcestruzzi con classe di resistenza C35/45, adeguati all'ambiente marino in accordo alla norma UNI EN 206.

## **2.6 INTERVENTI DI RIPASCIMENTO DEL LITORALE**

Nel tratto di litorale sottoflutto al porto esistente è prevista la realizzazione di un ripascimento protetto, per una lunghezza di circa 1400 m, e di un ripascimento morbido, sottoflutto a quello protetto (a Nord), per ulteriori 1500 m, in conformità a quanto previsto dal decreto di Valutazione di impatto ambientale n. 1610 del 19/09/2014 del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare. Si tratta di interventi di ripascimento che hanno in realtà la funzione di realizzare il bypass dei sedimenti dal litorale a Sud del porto al litorale a Nord, posto sottoflutto ed attualmente in fase di crisi, verosimilmente proprio per effetto delle opere foranee portuali. I ripascimenti hanno la funzione di ricostruire la spiaggia nel tratto più in crisi (ovvero quello immediatamente a Nord del porto), permettendo al contempo l'alimentazione dell'intero litorale fino al porto di Messina, grazie alla naturale azione di trasporto del moto ondoso.

I sedimenti, idonei allo scopo, impiegati per la realizzazione dei ripascimenti proverranno dai lavori di dragaggio e sbancamento eseguiti nell'ambito della realizzazione della nuova piastra intermodale.

### **2.6.1 Ripascimento protetto**

Nell'area a Nord del porto esistente verrà eseguito un intervento di ripascimento protetto esteso per una lunghezza, lungo il litorale, di circa 1.400 m. La protezione del ripascimento avverrà attraverso

la realizzazione di una difesa a celle, costituita da scogliere emerse, sommerse e da pennelli trasversali; le dimensioni e le caratteristiche sono indicate in dettaglio nei disegni di progetto.

Le opere parallele alla riva (scogliere emerse e sommerse) hanno anche la funzione di protezione e contenimento del piede del ripascimento, dal momento che il profilo sommerso del ripascimento intercetta le stesse prima della profondità di chiusura (Figura 14).

Il sistema di difesa prevede di fatto una serie di 5 scogliere emerse lunghe circa 120 m collegate tra loro da scogliere sommerse. Le scogliere emerse avranno quota di coronamento di +1.00 m s.m.m., larghezza del coronamento di 8 m, mantellata in massi naturali da 5.5 a 9.0 t e nucleo/imbasamento in massi naturali da 50 a 1000 kg. I tratti sommersi delle scogliere avranno quota di coronamento di -2.50 m s.m.m., larghezza del coronamento di 9 m, mantellata in massi naturali da 4.0 a 6.0 t e nucleo/imbasamento in massi naturali da 50 a 500 kg.

Si prevede di radicare a terra la scogliera longitudinale mediante pennelli trasversali, al fine di garantire il contenimento laterale del materiale. I pennelli trasversali andranno ad intestarsi in corrispondenza dei tratti emersi della scogliera ed avranno un tratto di raccordo iniziale (lungo 10 m) avente quota di coronamento variabile da +1.00 (in corrispondenza del raccordo con la scogliera) a +2.00 m s.m.m. Il restante tratto del pennello (in parte coperto dal ripascimento), fino alla radice, avrà quota di coronamento costante pari a +2.00 m s.m.m.

La mantellata dei pennelli sarà realizzata con massi naturali da 4.0 a 6.0 t (per il raccordo) e in massi naturali da 1 a 3 t (per il restante tratto); il nucleo/imbasamento sarà costituito da massi naturali (pezzatura compresa tra 50 e 500 kg).

All'interno della difesa a celle verranno versati circa 310'000 mc di sedimenti, incluse le eventuali perdite in fase di costruzione, costituiti nella quasi totalità da ghiaie e sabbie provenienti dal dragaggio della nuova darsena. Il materiale versato a ripascimento sarà quindi sagomato e regolarizzato con mezzi terrestri secondo i profili trasversali di progetto.

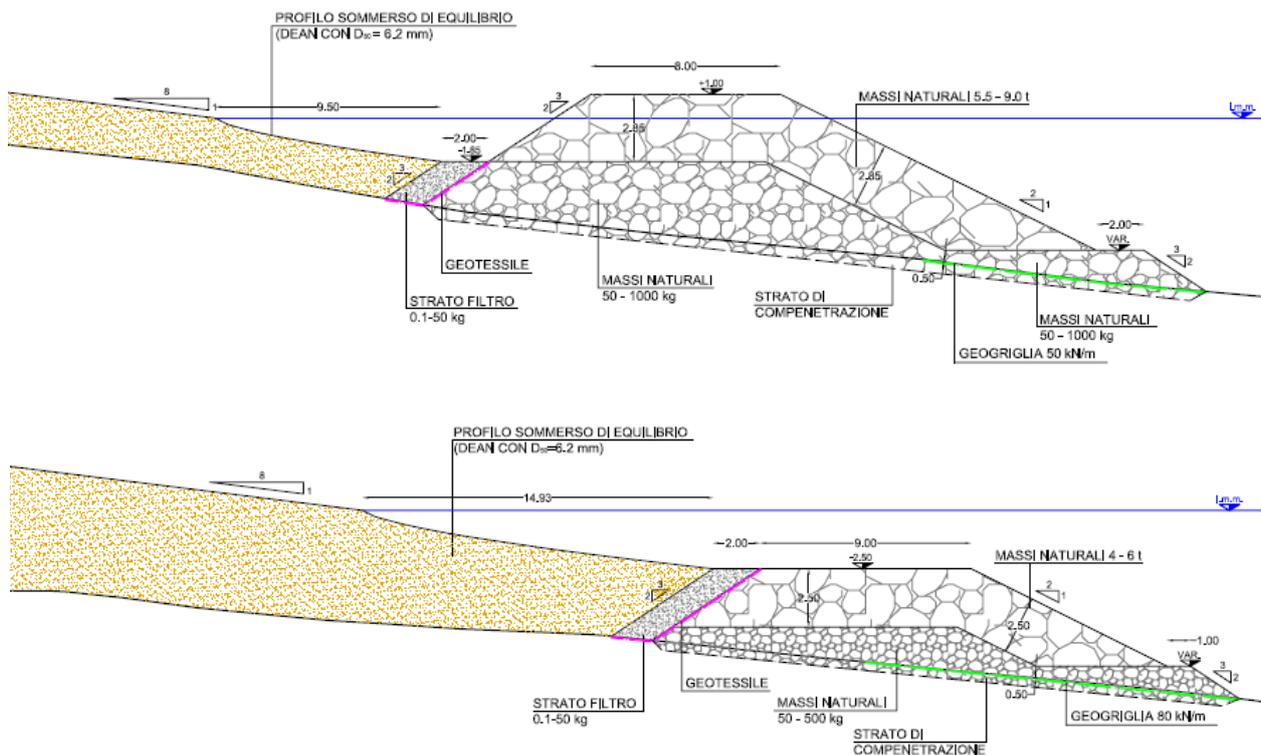


Figura 14 – Sezioni tipo delle scogliere del ripascimento protetto

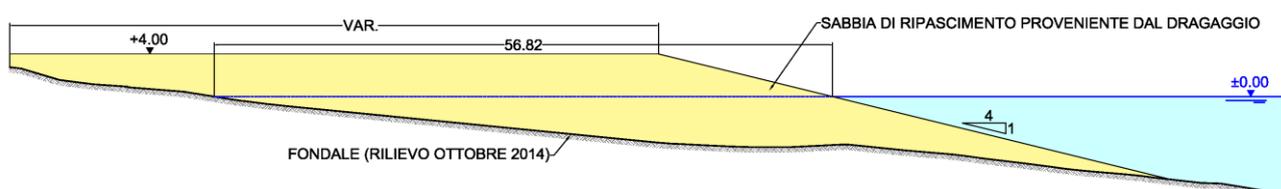
### 2.6.2 Ripascimento non protetto

Nel tratto di litorale immediatamente a Nord del ripascimento protetto è previsto un ripascimento di tipo morbido, o non protetto per complessivi 426.000 m<sup>3</sup>. Le prescrizioni di cui al Decreto di V.I.A. del Ministero dell'Ambiente limitano a 1500 m di sviluppo litoraneo la zona di versamento.

Si prevede quindi di versare immediatamente a Nord del ripascimento protetto, per circa 600 m, il quantitativo di materiale dragato necessario per realizzare il massimo avanzamento della linea di riva compatibile con i fondali esistenti; in questo modo troveranno collocazione circa 270.000 m<sup>3</sup> di sedimenti.

Nella parte più settentrionale del prescritto tratto di intervento, per distanze comprese tra 600 e 1500 m a Nord del ripascimento protetto, sarà versato un ulteriore quantitativo di 156.000 m<sup>3</sup> di materiale. L'avanzamento del profilo della linea di riva nel secondo tratto di 900 m è vincolato dalla pendenza del fondale che aumenta notevolmente già a distanza di pochi metri dalla linea di riva attuale. Per questo motivo il versamento di sedimenti nel tratto settentrionale è inferiore rispetto a quello del primo tratto di 600 m.

Per quanto riguarda il profilo di versamento del ripascimento, la parte emersa è caratterizzata da una pendenza costante di 1:4, fino alla quota di +4.0m s.m.m., per poi procedere orizzontalmente verso terra; la parte sommersa si raccorda al fondale esistente con la medesima pendenza di 1:4 (Figura 15).



**Figura 15 – Sezione tipo ripascimento non protetto**

### 2.6.3 Ulteriore utilizzazione di idonei sedimenti provenienti da dragaggio

Il restante quantitativo di materiale disponibile proveniente dai dragaggi (circa 90'000 mc) sarà impiegato per far fronte al fabbisogno per la manutenzione dei ripascimenti nel periodo corrispondente alla durata dei lavori.

## 2.7 OPERE DI REGIMAZIONE DEI CORSI D'ACQUA GRAVANTI SUL PORTO

I criteri seguiti per il dimensionamento delle opere di regimazione idraulica dei torrenti sono quelli legati alla sicurezza della nuova piattaforma logistica intermodale in termini di:

- Salvaguardia idraulica del territorio al fine di scongiurare esondazioni ed allagamenti delle infrastrutture di fronte a piene aventi tempo di ritorno di 300 anni. Tutte le opere idrauliche avranno un funzionamento a pelo libero nelle condizioni di massima piena di progetto.
- Limitazione dell'apporto di materiale solido in modo da scongiurare intasamenti dei tratti tombinati ed apporti nel bacino portuale
- Progettazione di opere tenendo in debita considerazione la facilità di intervenire per manutenzioni straordinarie di espurghi e pulizie.

Il dimensionamento dell'opera è stato condotto con un tempo di ritorno della portata idrica di progetto di 300 anni per adeguarsi ai criteri riportati nella relazione generale del *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico* (P.A.I.) della Regione Siciliana

In sintesi le opere previste sono:

## Opere di regimazione dei torrenti Canneto e Farota

- Adeguamento del manufatto di sfioro esistente modificato inserendo una vasca di decantazione ed accumulo del materiale detritico. Le acque provenienti dal Canneto verranno introdotte nella vasca e quindi (per una portata di 4,58 m/s) sfioreranno verso lo scatolare di collegamento con il torrente Farota. Nel caso in cui le portate aumentassero ulteriormente parte di queste (calcolate per garantire lo smaltimento in sicurezza mediante le attuali infrastrutture), attraverso uno sfioro di troppo pieno, verrebbero convogliate alla tubazione di attraversamento del piazzale autostradale verso l'originale alveo del Canneto.
- Realizzazione di un collegamento tra Canneto e Farota, con canale rettangolare a cielo aperto di dimensioni 2.50x2.30 m, posato nel tratto più a monte a mezza costa nella scarpata, mentre nel tratto più a valle incassato tra la sede autostradale e la strada bianca esistente a margine. Nel tratto di valle verso il Farota il nuovo canale sostituirà la canalina di raccolta delle acque della piattaforma stradale. Il collegamento permetterà l'alleggerimento del tratto di valle del torrente Canneto, attualmente intubato con condotte idraulicamente insufficienti.
- Realizzazione di uno sbarramento sul bacino del Farota, in gabbionate, a monte dell'autostrada in modo da creare un accumulo di circa 1500 m<sup>3</sup>, per eventuale materiale solido trasportato dalla corrente verso valle e quindi verso la nuova piattaforma logistica;
- Pulizia dell'attraversamento autostradale ora parzialmente inghiaiato;
- Realizzazione di un canale artificiale per il convogliamento delle acque del Farota tra l'autostrada e la strada statale, di larghezza 2.0 m e profondità 2.0 m. Il canale sarà realizzato in calcestruzzo armato previa:
  - o perforazione e formazione di una barriera continua di micropali per garantire il sostegno delle abitazioni limitrofe durante gli scavi.
  - o Utilizzo dei pali di fondazione della vasca di pompaggio "AMAM" quale sostegno della sponda destra del canale di progetto nel tratto prospiciente alla SS 114
  - o Realizzazione di un muro di sottofondazione degli edifici prospicienti l'uno all'altro a monte della stazione di pompaggio, provvedendo alla realizzazione di scavi controllati per piccole tratte con immediata realizzazione del muro sottostante le pareti perimetrali;
  - o Demolizione del muro di sponda sinistra a monte degli edifici con ricollocamento dello stesso in posizione adeguata.
- Realizzazione dell'attraversamento della SS 114 con una sezione scatolare gettata in opera da 350x270 cm (tranne che nel tratto di intersezione con il condotto fognario in cui la sezione si riduce a 350x150 cm, con quota di scorrimento impostata a quota superiore al tombotto fognario). Tale dimensione è la massima consentita dagli spazi delimitati dai vincoli presenti nella zona (edificio, vasca liquami e condotta fognaria di arrivo).
- Realizzazione dell'attraversamento del rilevato ferroviario con tubazione spinta DN 2400, infissa da valle verso monte, con costruzione di un pozzo di arrivo con scavi protetti da una paratia di micropali. Il pozzo di arrivo fungerà anche da manufatto di raccordo tra condotta scatolare e tubazione spinta. Durante l'infissione della condotta le linee ferroviarie verranno rinforzate mediante fasciatura dei binari.
- A valle dell'attraversamento ferroviario verrà realizzato un pozzettone in calcestruzzo armato di collegamento allo scatolare prefabbricato di dimensioni interne di 320x270 cm che sarà posato al di sotto dei piazzali e della viabilità della nuova piattaforma di progetto.
- Si prevede che lo sbocco a mare del torrente Farota avvenga ricongiungendosi con la foce del torrente Canneto, opportunamente risistemata e protetta mediante scogliera. In tal modo

si eviterà di esporre lo sbocco artificiale direttamente al moto ondoso migliorando da un lato le possibilità di deflusso delle portate di piena e ottimizzando dall'altro le prestazioni della scogliera di difesa portuale in termini di riflessione delle onde.

### **Opere di regimazione del torrente Guidari**

- Realizzazione di una briglia in gabbioni sul bacino montano del Guidari per la limitazione dell'apporto solido;
- Pulizia del torrente nel tratto a monte dell'autostrada con ripresa delle frane spondali;
- Realizzazione di una vasca con gabbionate, tra autostrada e strada statale, per l'accumulo di materiale fine trasportato verso valle in occasione di piene; le pareti laterali, vista anche la presenza di abitazioni limitrofe, verranno sostenute mediante micropali;
- Rifacimento del ponte sulla strada statale, idraulicamente insufficiente, con un nuovo impalcato costituito da spalle in pali trivellati e solaio in travi prefabbricate e getto in opera di completamento;
- Realizzazione di un salto di fondo in uscita dall'attraversamento della ferrovia, protetto con pali di grosso diametro;
- Tombinamento del tratto sotto la piattaforma portuale mediante struttura con spalle realizzate in diaframmi ed impalcato con copponi prefabbricati e cappa gettata in opera.

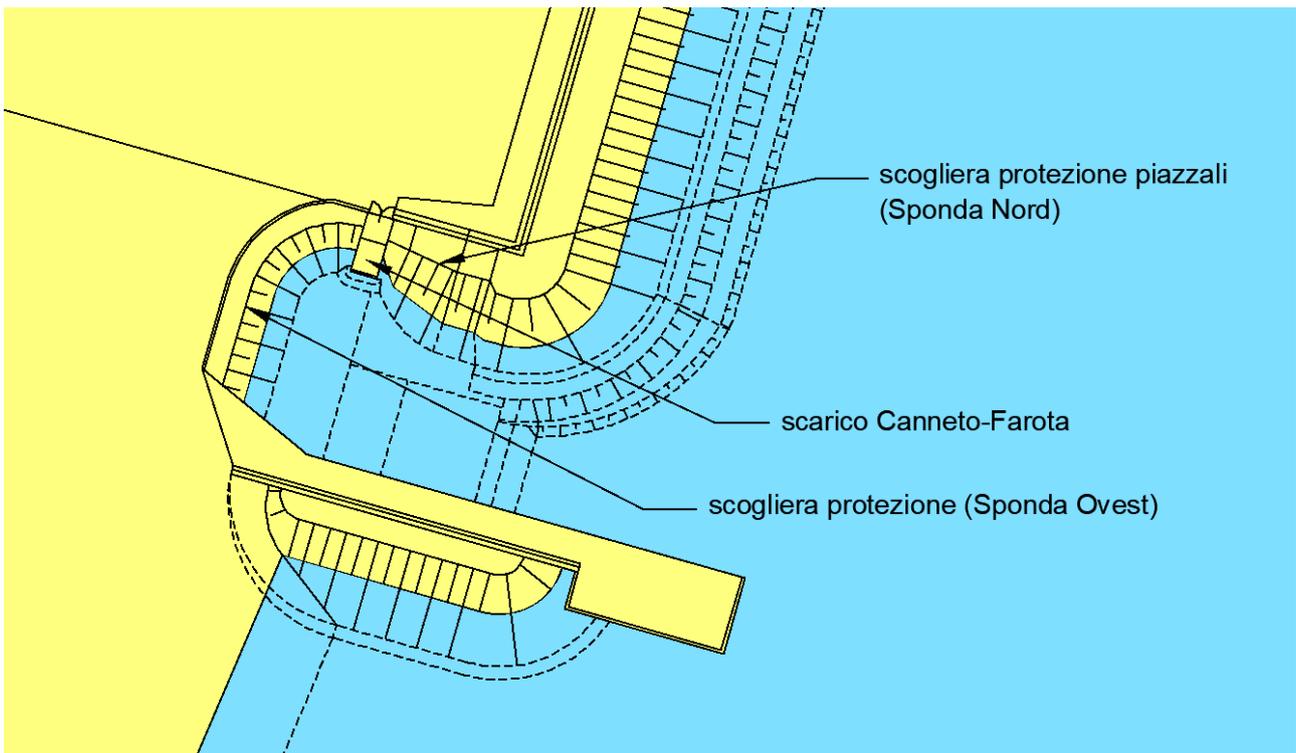
### **Tombinamento del Torrente Palumara**

- Adeguamento dell'opera esistente con la realizzazione di un nuovo tombinamento con prefabbricati 2x2 m, e la realizzazione di un salto di fondo per il collegamento con l'attraversamento ferroviario.
- sfocio a mare con la realizzazione di un pozzetto in opera 4.50x3.0 m dal quale si dipartono 3 condotte DN 1200 in PP rinfiacate in calcestruzzo con scarico a mare attraverso la mantellata in massi. Le tubazioni sfoceranno a mare a quota -2.00 m s.l.m.; questa quota di scorrimento garantirà il funzionamento a pressione anche durante le mareggiate e sarà sufficientemente elevata in modo da scongiurare fenomeni di intasamento per eventuali sedimenti trasportati dalle correnti marine.

## **2.8 SISTEMAZIONE FOCE FAROTA-CANNETO**

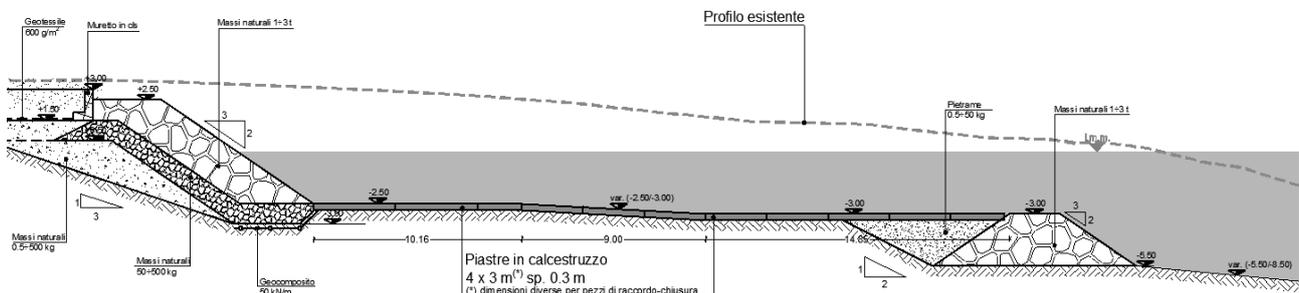
Lo sbocco a mare del torrente Farota avverrà tra il margine meridionale dei piazzali portuali e il pennello che delimita la "Trappola Sud" (Figura 16).

La realizzazione dell'opera di sbocco del torrente prevede l'esecuzione di un dragaggio preliminare del sedime del canale a quota variabile tra -2.80 e -3.30 m s.m.m. per la posa degli elementi di protezione del fondo. Il fondo del canale verrà infatti rivestito con piastre in calcestruzzo dello spessore di 30 cm, e dimensioni 3.00 x 4.00 m, in modo da ottenere una quota di fondo variabile tra -2.50 m s.m.m., allo sbocco dello scatolare, a -3.00 m s.m.m., in corrispondenza della berma di chiusura in massi naturali di II cat. (cfr. Figura 17); quest'ultima protegge il piede del rivestimento in piastre ed è rinfiacata sul lato interno con pietrame 0.5/50 kg.

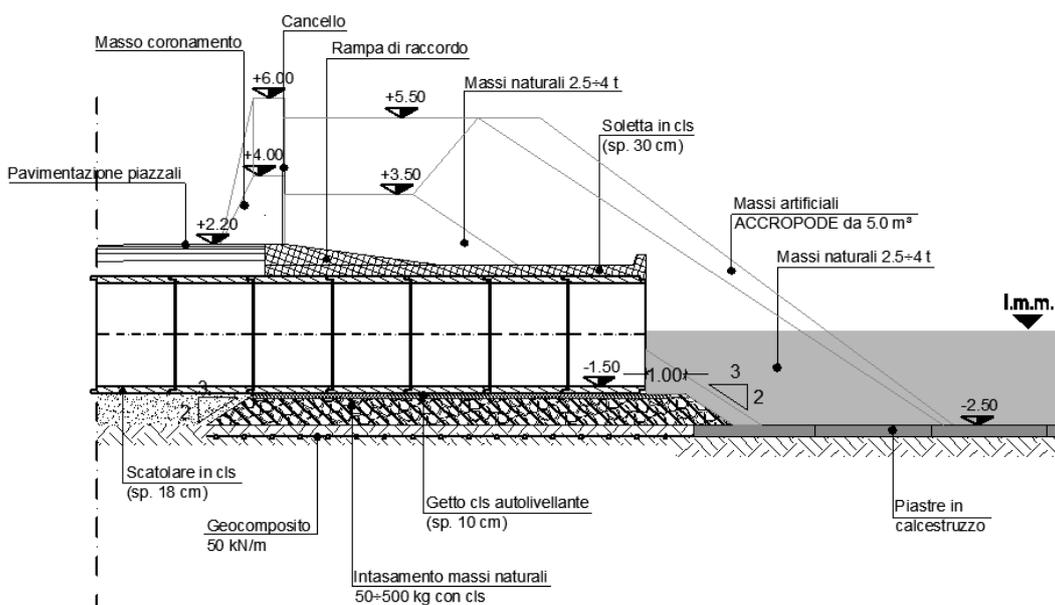


**Figura 16 - Planimetria foce Farota-Canneto**

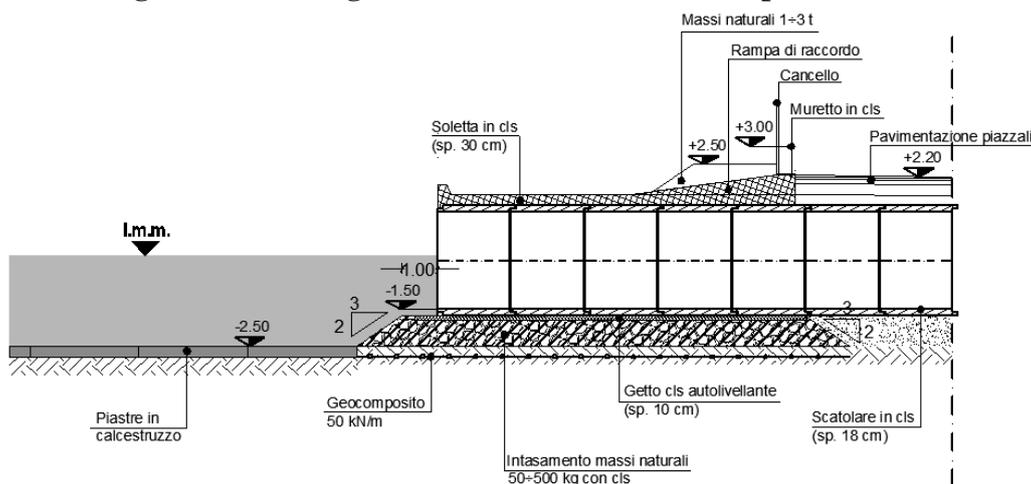
Per quanto riguarda lo scarico del torrente Canneto-Farota, il progetto prevede il prolungamento dello scatolare all'esterno della banchina per una lunghezza complessiva di circa 10 m. Lo scatolare sarà poggiato su uno strato di imbasamento in massi da 50-500 kg intasati con cls (da quota -2.50 a quota -1.68 m s.m.m.), che andrà a raccordarsi con le scogliere laterali (ai due lati; Figura 18 e Figura 19) e con le piastre di protezione al fondo (lato esterno); sulla superficie di posa dello scatolare, per uno spessore di 10 cm, verrà eseguito un getto autolivellante. Verranno, inoltre, realizzati due setti laterali in cls di contenimento dello scatolare (spessore 25 cm) e una soletta in cls di copertura (spessore 30 cm); per rendere accessibile la struttura in caso di manutenzione, verrà predisposta una rampa di raccordo tra i piazzali di banchina (a quota +2.20 m s.m.m.) e la sommità della soletta (a quota +1.68 m s.m.m.).



**Figura 17 - Sezione trasversale scarico Canneto-Farota (protezione al fondo)**



**Figura 18 – Dettaglio scarico Canneto Farota (Sponda Nord)**

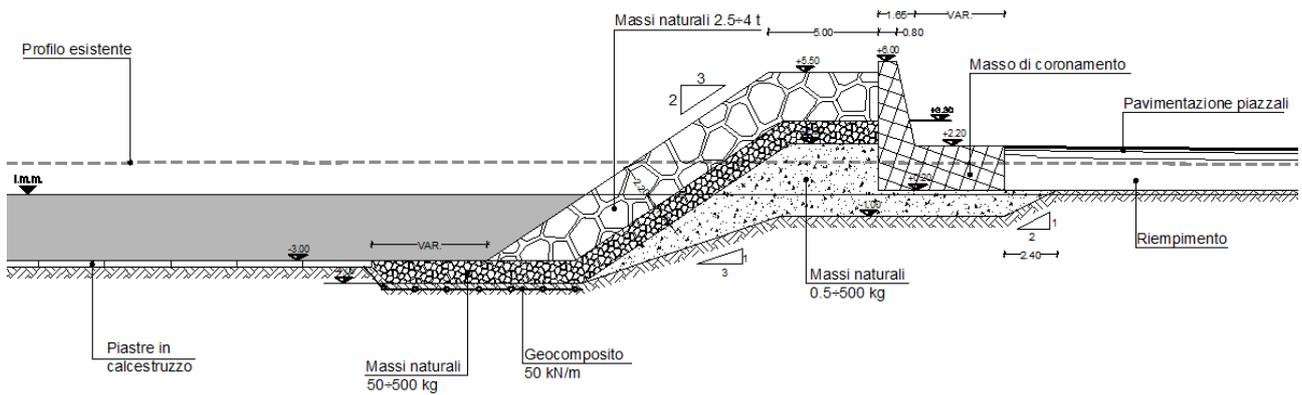


**Figura 19 - Dettaglio scarico Canneto Farota (Sponda Ovest)**

La sponda Nord della foce sarà in parte costituita dalla scogliera con mantellata in massi artificiali prevista per la protezione del piazzale Sud (cfr. par. 2.2.1); quest'ultima verrà raccordata con una protezione spondale in massi naturali, che si svilupperà verso monte fino a raggiungere il setto in c.a di contenimento dello scatolare. La scogliera sarà composta da (Figura 20):

- nucleo in massi naturali del peso di 0.5-500 kg;
- strato filtro in massi naturali del peso di 50-500 kg e spessore 1,00 m;
- mantellata in massi naturali del peso di 2.5-4 t, posati con pendenza 2:3, e spessore 2,20 m;
- geocomposito con funzione di filtro/separazione al piede, costituito dall'accoppiamento di una geogriglia e un geotessile.

La scogliera avrà complessivamente una lunghezza di circa 15 m e, come indicato nei disegni di progetto, una quota di coronamento digradante da +5.50 m s.m.m. (quota di coronamento della mantellata in massi artificiali) a +3.50 m s.m.m.; il retrostante muro paraonde scenderà dalla quota di +6.00, verso mare, a +4,00 m s.m.m.



**Figura 20 – Sezione tipo scogliera foce Farota-Canneto (Sponda Nord)**

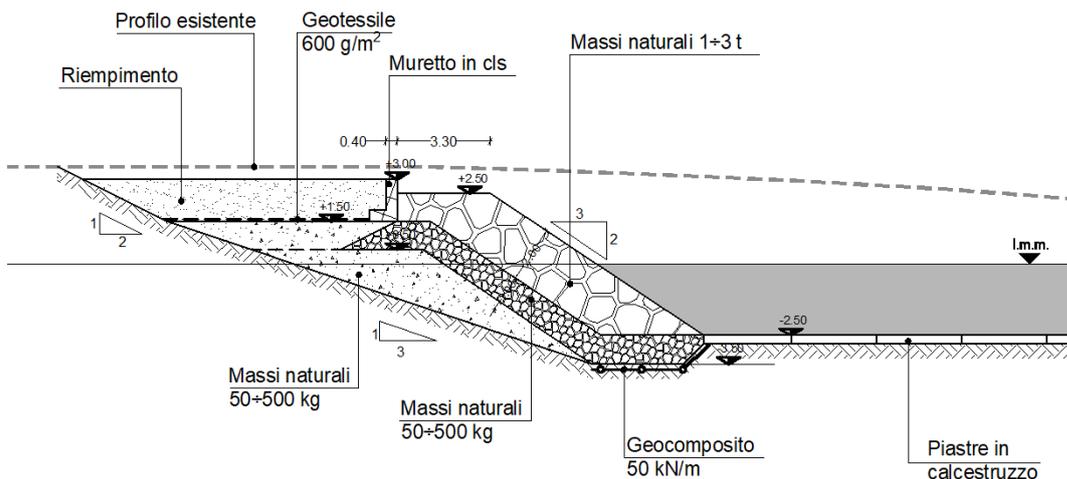
La sponda Ovest della foce (Figura 21), sarà rivestita da una scogliera composta da:

- nucleo in massi naturali del peso di 0.5-500 kg;
- strato filtro in massi naturali del peso di 50-500 kg e spessore 1,00 m;
- mantellata in massi naturali del peso di 1-3 t, posati con pendenza 2:3, e spessore 2,00 m;
- geocomposito con funzione di filtro/separazione al piede, costituito dall'accoppiamento di una geogriglia e un geotessile.

La scogliera lungo il lato Ovest avrà uno sviluppo complessivo pari a circa 36 m e sarà costituita, come indicato nei disegni di progetto, da un tratto rettilineo di lunghezza pari a circa 15 m e da un tratto curvo che si appoggia il setto in c.a di contenimento dello scatolare.

Il coronamento della scogliera è posto in questo tratto a +2.50 m s.m.m. e il retrostante muretto di protezione ha quota di coronamento +3.00 m s.m.m.

La sponda Sud della foce è costituita dalla parete verticale del pennello di contenimento dei sedimenti della “Trappola Sud” (vedi paragrafo 2.3).



**Figura 21 – Sezione tipo scogliera foce Farota-Canneto (Sponda Ovest)**

## 2.9 VIABILITA' E PIAZZALI DI SOSTA

Si prevede la realizzazione di un sistema viario principale a raso con strada a doppia carreggiata (direzione Nord-Sud) in ingresso al porto, a due corsie di larghezza 3.5 m cadauna e a senso unico di marcia, a partire dal sottopasso ferroviario sul limite nord dell'area d'intervento, ed una in uscita dal porto della larghezza di 10.5 m composta da tre corsie.

Il sistema viario principale collega il doppio sottopasso esistente sotto la ferrovia (ingresso e uscita) ad un'area di servizio ed alla zona di biglietteria/esazione. Tale strada si raccorda, proprio per mezzo del doppio sottopasso, con il sistema di collegamento esistente verso la autostrada, la strada statale SS114 e la viabilità ordinaria.

Il sistema è progettato in modo da poter realizzare nella zona a sud della darsena il varco-biglietteria, integrato con l'edificio di servizio, dotato di 4 piste d'ingresso e, sull'altro lato dell'edificio, il varco di uscita dotato di 2 piste.

Il sistema viario interno è costituito da una rete di strade a due corsie, perimetrali ai piazzali di parcheggio e sosta dei veicoli in imbarco e sbarco denominati P1 – P2 – P3 – P4 – P5 – P6 – P7.

Le superfici dei piazzali sono le seguenti:

- P1: 4.533 m<sup>2</sup>;
- P2: 1.828 m<sup>2</sup>;
- P3: 1.375 m<sup>2</sup>;
- P4: 5.185 m<sup>2</sup>;
- P5: 7.265 m<sup>2</sup>;
- P6: 3.784 m<sup>2</sup>;
- P7: 6.165 m<sup>2</sup>.

La "linea di carico" è complessivamente lunga circa 10.045 m e le "auto equivalenti" che possono essere ospitate nelle aree di parcheggio e di sosta in attesa di imbarco sono circa 2.233 in totale.

Nell'area dei piazzali Sud è ubicata, in luogo baricentrico ed adiacente al futuro edificio servizi (non previsto in questo appalto), una rotatoria di smistamento e manovra, idonea anche al transito delle ralle di movimentazione dei semirimorchi.

## 2.10 PAVIMENTAZIONI PIAZZALE

Le pavimentazioni sono state progettate in modo da garantire una elevata vita utile. A tale scopo è stata prevista una pavimentazione di tipo flessibile costituita, a partire dal terreno esistente, da:

- 4 cm di strato di usura tipo Splittmastix Asphalt (SMA)
- 6 cm di strato di binder in conglomerato bituminoso tipo Alto Modulo;
- 12 cm di strato di base in Cold Mix Asphalt con fresato integrato con aggregati vergini, realizzato con tecnica a freddo con emulsione bituminosa sovrastabilizzata per riciclo e cemento;
- 20/30 cm di strato di fondazione in Misto Cementato e dosaggio di cemento indicativo del 3%.

Le pendenze del piazzale sono garantite attraverso la modellazione superficiale del terreno in sito.

## 2.11 IMPIANTI ELETTRICI E DI TRASFORMAZIONE

L'intero intervento prende alimentazione dalla cabina di consegna ENEL e trasformazione, che verrà realizzata in muratura in prossimità della zona di accesso all'area portuale consentendo di ottimizzare i collegamenti in quanto baricentrica. L'accessibilità alla cabina è garantita da una strada di servizio direttamente collegata alla viabilità di uscita dall'area portuale, nelle immediate vicinanze dei varchi di controllo. Per garantire massima flessibilità nella distribuzione impiantistica a pavimento è previsto un grigliato metallico sopraelevato di 30 cm di spessore rispetto all'estradosso della fondazione.

La Cabina di trasformazione sarà suddivisa in due sezioni:

- Sezione Alimentazione Servizi Generali, tensione di alimentazione 400V, 50Hz, potenza installata 1000 KVA, per l'alimentazione di tutti gli impianti di illuminazione esterna, del corpo di guardia e dei locali tecnici,
- Sezione Alimentazione Approdi, tensione 400V, 60Hz, potenza installata 1000 KVA, per l'alimentazione delle navi.

Per la sezione "Servizi Generali" oltre all'alimentazione ENEL si prevede una alimentazione di riserva realizzata mediante l'impiego di un gruppo elettrogeno, cofanato e insonorizzato, adatto alla posa in esterno, il gruppo sarà dotato di serbatoio interrato in grado di garantire un'autonomia di funzionamento pari a 12 ore.

L'alimentazione di riserva provvederà ad alimentare le seguenti utenze:

- 50 % dell'illuminazione dei corpi illuminanti delle torri faro
- Impianto di segnalazione molo foraneo
- 50% dell'illuminazione della strada di accesso all'area portuale.

La sezione alimentazione approdi prevede la posa in opera di un convertitore di frequenza dal quale verranno alimentati i 4 punti di attestazione per l'allacciamento delle Navi, la potenza disponibile per ciascun approdo sarà pari a 200 KVA, con un picco di 250 KVA, per facilitare l'allacciamento si sono previste delle prese di corrente da 4x630A dotate di contatti ausiliari per il controllo a distanza dello stato.

In cabina di trasformazione verrà posizionato un Quadro Elettrico Generale di Bassa Tensione suddiviso in due sezioni (50 e 60 Hz) dal quale si deriveranno le linee di alimentazione a tutto il comparto. Le linee di alimentazione saranno di tipo FG16OM16 – 0,6/1 kV di adeguata sezione, posate in cunicoli e tubazioni interrate complete di pozzetti di derivazione e transito.

Oltre agli impianti di illuminazione saranno predisposti i cavidotti per il futuro allestimento di alimentazioni per il mantenimento della Catena del Freddo Alimentare, in questa fase si realizzeranno le tubazioni di transito e i pozzetti per il contenimento di future torrette, di tipo a scomparsa, per l'alimentazione dei mezzi frigoriferi, i pozzetti saranno dotati di coperchio carrabile. Il numero dei pozzetti predisposti è tale da garantire il futuro allacciamento di almeno il 50% dei mezzi che necessitano di allacciamento per il mantenimento della catena del freddo (cfr. 3.11, punto viii).

Dalla Cabina di trasformazione si alimenterà il corpo di guardia nel quale saranno predisposti i seguenti impianti:

- Impianto di illuminazione e F.M.
- Impianto di illuminazione di sicurezza,
- Impianto Telefonico e Trasmissione Dati, collegato ai locali tecnici e ai Gate attraverso un cavo in fibra ottica, per il quale sarà solamente predisposta la tubazione interrata
- Impianto di rilevazione fumi incendio,

- Impianto di antintrusione,
- Impianto di climatizzazione,
- Impianto di terra.

## 2.12 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'illuminazione esterna dei piazzali e della strada di accesso all'area portuale è stata dimensionata secondo i parametri deducibili dalla norma UNI EN 13201:

- Strada di circolazione: classificata in categoria ME4b e considerata come strada extraurbana secondaria con limiti di velocità pari a 50 Km/h.
- Parcheggi: si è considerata una classificazione in categoria S portando il livello di illuminamento medio ad almeno 50 lux medi.

I dati di calcolo sono rilevabili nella documentazione allegata.

Per realizzare l'illuminazione si sono utilizzati le seguenti tipologie di sorgenti:

- Strada di accesso al porto: si prevede di illuminare le corsie con corpi illuminanti di tipo stradale Philips BGP214 T25 con lampade a LED da 83 W – 8400 lm fissati su testapalo a doppio sbraccio ad un'altezza di 8 m;
- Strade di distribuzione ai parcheggi: si prevede di illuminare le strade interne all'area logistica con corpi illuminanti di tipo stradale Philips BGP214 T25 con lampade a LED da 66 W – 6900 lm fissati su testa palo ad un'altezza di 8 m;
- Zona accesso da e per la strada di collegamento: si prevede la posa in opera di torri-faro a corona mobile h=16 m., ciascuna attrezzata con n. 3 proiettori a LED modello Philips BVP651 – 31K da 252 W – 31000 lm;
- Piazzali parcheggi: si prevede la posa in opera di torri-faro a corona mobile h=30 m, attrezzate con n. 10 o 12 proiettori a LED modello Siteco Floodlight 20 Maxi da 900 W – 91000 lm;
- Banchine: le banchine che non sono interessate da traffico motorizzato saranno illuminate con corpi illuminanti stagni da incasso su muratura per lampade a LED tipo Bega 33286K4 da 13 W – 500 lm.

Tutta l'illuminazione esterna sarà programmata con relè crepuscolare e orologio che ne determina l'accensione e lo spegnimento dei circuiti, inoltre per l'illuminazione della strada si prevede di inserire un gruppo di comando e controllo del flusso luminoso allo scopo di variare l'emissione luminosa in corrispondenza delle varie ore. Tutte le aree sono state alimentate con 2 circuiti, in tal modo si avrà la sicurezza che almeno metà dell'illuminazione sarà sempre accesa.

## 2.13 IMPIANTO IDRICO ED ANTINCENDIO

I criteri assunti per il dimensionamento dell'impianto idrico ed antincendio sono:

- Dimensionamento dell'impianto antincendio secondo la vigente normativa in materia (EN 12845), prevedendo:
  - o funzionamento simultaneo di n.3 idranti nei nodi idraulicamente più sfavoriti per un periodo di almeno 120 minuti. Raggio di copertura di ciascun idrante pari a 50 m.
  - o portata di 5 l/s alla pressione residua di ca. 4 bar, per ciascun idrante in funzione.
- Dimensionamento dell'impianto idrico con portata per utenza di 6 mc/h, alla pressione residua di ca. 2 bar, nei 2 punti di prelievo più distanti in corrispondenza all'attracco delle navi;

- Alimentazione dell'impianto di irrigazione delle aree a verde (5 l/s\*ha);
- Predisposizione per l'allaccio del futuro edificio servizi con 15 mc/h di consegna.

Per soddisfare tali criteri è stato progettato un impianto costituito da:

- per la parte antincendio:
  - o Vasca di accumulo con pescaggio diretto dal tratto terminale del torrente Farota, ubicato al di sotto del livello del mare e, per emergenza in caso di manutenzione o inghiainamento del tombinamento del Farota, direttamente dalla darsena portuale;
  - o Edificio seminterrato per la installazione dei gruppi di accumulo e pompaggio;
  - o Sistema di lavaggio dei gruppi di sollevamento e della rete con acqua non salata proveniente dalla rete idrica;
  - o Tubazioni di distribuzione in polietilene ad alta densità (circa 2000 m);
  - o Idranti in ghisa con base protetta in calcestruzzo (n. 21).
- per l'approvvigionamento idrico:
  - o Alimentazione dalla linea acquedottistica in strada statale attraverso il sottopasso esistente della ferrovia all'attuale scarico del torrente Farota;
  - o Realizzazione di una vasca di accumulo interrata di capacità pari a 20 m<sup>3</sup> ed installazione del gruppo di pompaggio con cassa d'aria;
  - o Tubazioni di distribuzione in polietilene ad alta densità (450 m);
  - o Consegna nei pressi degli approdi di banchina (n. 2);
  - o Predisposizione alimentazione idrica del futuro edificio servizi;
  - o Impianto irriguo delle aree a verde;
  - o Alimentazione idrica del posto di guardiania dalla linea esistente nel vecchio porto.

## 2.14 IMPIANTO DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Per il dimensionamento della rete di smaltimento delle acque meteoriche si sono seguiti i seguenti criteri:

- Dimensionamento delle opere di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche in modo da ottenere un funzionamento ottimale a pelo libero delle condotte con uno scroscio intenso avente tempo di ritorno di 20 anni. Verifica delle opere con un tempo di ritorno di 50 anni, ammettendo per brevi istanti un funzionamento in leggera pressione della rete evitando comunque tracimazioni dal sistema di raccolta. Il sistema garantisce pertanto il convogliamento delle acque meteoriche senza tracimazioni per portate con frequenza cinquantennale.
- Trattamento delle acque di dilavamento delle piattaforme logistiche secondo la vigente normativa nazionale (D.Lgs. n.152/2006 – *Norme in materia ambientale*) e dimensionamento degli impianti di separazione per il trattamento delle acque interessanti i piazzali svolto in riferimento alle norme UNI EN 858-1:2005 e UNI EN 858-2:2004, e secondo i seguenti criteri:
  - o Funzionamento in continuo degli impianti per la portata massima di progetto, calcolata in riferimento alla intensità di precipitazione per un tempo di ritorno di 50 anni.
  - o Limite di concentrazione del contenuto di oli minerali ed idrocarburi in genere non superiore a 5 mg/l (tabella 3 – Scarico in acque superficiali – dell'Allegato 5 del D.Lgs. 152/2006).

Per soddisfare tali criteri è stato progettato un sistema composto da:

- Canaline prefabbricate per la raccolta dell'acqua con griglie in ghisa e caditoie (per le parti stradali).
- Condotte in polipropilene SN 16 corrugate esternamente e lisce internamente – Lunghezza complessiva circa 4 km, Diametri esterni da 400 a 800 mm.
- Pozzetti in polietilene ad alta densità e calcestruzzo.

Per il trattamento delle acque si prevede la posa di 7 sedimentatori/disoleatori in continuo (uno per piazzale), costituiti da vasche prefabbricate in calcestruzzo armato, zavorrate al suolo per evitare galleggiami ed impermeabilizzate, con filtri a coalescenza delle seguenti taglie:

- N. 2 da 150 l/s
- N. 2 da 200 l/s
- N. 3 da 300 l/s.

Gli scarichi a mare ed in darsena saranno preceduti da valvole di non ritorno a clapet in acciaio inox. Le vasche saranno munite di by-pass di troppo pieno da attivare in caso di manutenzione dell'opera o per portate in arrivo superiori a quella di progetto. Per quanto riguarda gli scarichi fognari di acque reflue per la casa di guardiania si prevede la posa di fossa Imhoff e condensa grassi, con recapito al torrente Palumara.

## 2.15 ARREDI DI BANCHINA

Le banchine sono attrezzate con:

- bitte con capacità di 1000 kN;
- parabordi;
- scalette alla marinara.

I sistemi di parabordi sono stati dimensionati seguendo i metodi e le raccomandazioni del rapporto PIANC "Guidelines for the design of fender system: 2002". Le dimensioni delle navi di progetto RoRo e traghetti bidimensionali sono quelle indicate nei documenti del Progetto Preliminare. L'energia di accosto di progetto è stata definita con un coefficiente di sicurezza 2 rispetto all'energia normale, per tener conto di possibili condizioni anomale. I parabordi prescelti rispondono ai criteri di elevato assorbimento di energia con bassi carichi trasmessi ed elevata durabilità e resistenza all'attrito.

Il sistema di parabordi è stato differenziato per i vari tratti di banchina come segue:

- banchina a ridosso e lungo il molo foraneo; sono stati adottati fenders tipo Trelleborg MV1250P od equivalenti, con capacità di assorbimento di energia di oltre 60 tm e reazioni dell'ordine di 106 t ad interasse di progetto;
- banchine dedicate esclusivamente ai traghetti bidirezionali; sono previsti parabordi tipo Trelleborg MV550P con capacità di assorbimento di energia di 20 t m, reazioni dell'ordine di 80 t. L'interasse è di 30 m;
- banchine dedicate alle imbarcazioni di servizio, nell'area terminale del molo foraneo; è prevista una protezione continua del fronte banchina con elementi tipo Trelleborg DGC 250 disposti obliquamente ad interasse 4,8 m;
- lato esterno molo foraneo: vista l'utilizzazione dell'accosto esterno, possibile solo in caso di periodi meteo favorevoli, si sono previsti 7 parabordi tipo Trelleborg MV1250P od equivalenti, disposti con il medesimo interasse dei parabordi interni al molo.