

PIANO DI SVILUPPO E COESIONE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

D.P.C.M. 15.10.2015

Interventi per la bonifica ambientale e rigenerazione urbana dell'area di Bagnoli - Coroglio.

APPALTO MISTO DI SERVIZI DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE PER APPALTO INTEGRATO, COMPRENSIVO DI SERVIZI DI INDAGINI E DI LAVORI DI TEST DI DIMOSTRAZIONE TECNOLOGICA, OLTRE AI SERVIZI DI DIREZIONE DEI LAVORI E DI COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE, AFFERENTE ALL'INTERVENTO DENOMINATO "RIMOZIONE COLMATA, BONIFICA DEGLI ARENILI EMERSI "NORD" E "SUD" E RISANAMENTO E GESTIONE DEI SEDIMENTI MARINI COMPRESI NELL'AREA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE DI BAGNOLI-COROGLIO" (NA)"

CIG: 87792756EA - CUP: C65E19000350001 - CUP: C65E19000390001



Presidenza del Consiglio dei Ministri
IL COMMISSARIO STRAORDINARIO DEL GOVERNO
PER LA BONIFICA AMBIENTALE E RIGENERAZIONE URBANA
DELL'AREA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE
BAGNOLI - COROGLIO

STAZIONE APPALTANTE



Funzione Servizi di Ingegneria

Direzione Area Tecnica
Ambiente:
Ing. Edoardo Robortella Stacul

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Ing. Lorenzo MORRA

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO

_PROGER S.p.A. (mandataria) _FINALCA INGEGNERIA S.r.l.
_AMBIENTE S.p.A. _3BA S.r.l.
_RINA CONSULTING S.p.A. _DHI SRL A SOCIO UNICO
_ARCADIS ITALIA S.r.l. _ASPS Servizi Archeologici s.n.c.

Coordinatore della Progettazione e Responsabile della Integrazione delle Relazioni Specialistiche PMI

_Ing. M. Balzarini (RINA)

Responsabile Paesaggio, Ambiente, Naturalizzazione, Agroalimentare, Zootecnica, Ruralità, Foreste (CAT.P.03)

_Ing. L. Rossi (ARCADIS)

Responsabile Paesaggio, Ambiente, Naturalizzazione, Agroalimentare, Zootecnica, Ruralità, Foreste (CAT.P.01)

_Ing. E. Scanferla (PROGER)

Responsabile Strutture (CAT. S.03)

_Ing. A. Tomarchio (RINA)

Archeologo

_Dott. F. Tiboni (ASPS)

Responsabile Paesaggistica

_Ing. F. Tamburini (AMBIENTE)

Responsabile Aspetti Naturalistici e S.I.A.

_Ing. L. Bertolé (ARCADIS)

Responsabile della Modellazione Numerica

_Ing. A. Pedroncini (DHI)

Responsabile Impianti (CAT. IB.06)

_Ing. G. Morlando (FINALCA)

Responsabile Acustica

_Ing. C. Di Michele (PROGER)

Responsabile Geologia

_Geol. M. Sandrucci (PROGER)

Coor. Sicurezza in fase di Progettazione

_Ing. N. Sciarra (PROGER)

BIM MANAGER

_Geom. G. Pietrolungo (PROGER)

Responsabile Rilievi

_Geol. L. Bignotti (AMBIENTE)

Responsabile Indagini

_Geol. M. Mannocci (AMBIENTE)

Resp. Test dimostrazione Tecno.

-Rimozione Sedimenti

_Geol. R. Costa (ARCADIS)

Resp. Test dimostrazione Tecno.

-Capping

_Geol. P. Mauri (AMBIENTE)

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO		DATA	NOME	FIRMA
RELAZIONE TECNICA - Dimensionamento del ripascimento e delle relative opere rigide		07/2023	Ing. Fabrizio Mentisano	
		07/2023	Ing. Antonino Sutera	
		07/2023	Ing. Edoardo Robortella Stacul	
		07/2023		
REVISIONE	DATA	AGGIORNAMENTI		SCALA
Rev. 0	20.07.2023	EMISSIONE		
Rev. 1		EMISSIONE		
Rev. 2	-			
				CODICE FILE 2021E014INV-01-D-02-OM-RS-REL-01-00



CIG: 87792756EA - CUP: C65E19000350001 - Rimozione Colmata e Bonifica Arenili - CUP: C65E19000390001 - Progettazione e Risanamento Sedimenti Marini

INVITALIA

APPALTO MISTO DI SERVIZI DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE PER APPALTO INTEGRATO, COMPRESIVO DI SERVIZI DI INDAGINI E DI LAVORI DI TEST DI DIMOSTRAZIONE TECNOLOGICA, OLTR

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

Rev.	Descrizione	Preparato	Controllato	Approvato	Data
0	Emissione	Ing. Fabrizio Mentisano	Ing. Antonino Sutera	Ing. Edoardo Robotella Stracul	20/07/2023

All rights, including translation, reserved. No part of this document may be disclosed to any third party, for purposes other than the original, without written consent of RINA Consulting S.p.A.



PROGER



ambiente
consulenza & ingegneria
esperienza per l'ambiente

ARCADIS

FINALCA
ingegneria s.r.l.

3BA s.r.l.
engineering and Consulting



AS

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

INDICE

	Pagina
INDICE DELLE TABELLE	2
INDICE DELLE FIGURE	2
1 PREMESSA	3
2 CRITERI DI PROGETTAZIONE	4
2.1 DEFINIZIONE DEL TEMPO DI RITORNO PER L'AZIONE MARITTIMA	4
3 DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE	6
3.1 PENNELLO DI CHIUSURA NORD	6
3.2 PENNELLO DI CHIUSURA SUD	9
3.3 SCOGLIERA SOMMERSA	12
4 ONDA DI PROGETTO A RIDOSSO DELLE OPERE	14
5 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE RIGIDE	18
5.1 CRITERI UTILIZZATI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE	18
5.2 DIMENSIONAMENTO DEI FILTRI (CRITERI DI RITENZIONE)	18
5.2.1 Terzaghi	19
5.2.2 Criterio di idoneità meccanica	19
5.3 DIMENSIONAMENTO PENNELLO NORD	20
5.3.1 Dimensionamento mantellata	20
5.3.2 Dimensionamento strato filtro	20
5.3.3 Verifica dei criteri di ritenzione e Criterio di idoneità meccanica	21
5.4 DIMENSIONAMENTO PENNELLO SUD	24
5.4.1 Dimensionamento mantellata	24
5.4.2 Dimensionamento strato filtro	24
5.4.3 Verifica dei criteri di ritenzione e Criterio di idoneità meccanica	25
5.5 DIMENSIONAMENTO BARRIERA SOMMERSA	27
5.5.1 Dimensionamento mantellata	27
5.5.2 Dimensionamento strato filtro	29
5.5.3 Verifica dei criteri di ritenzione e Criterio di idoneità meccanica	29

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2.1 Durata minima di vita dell'opera	5
Tabella 2.2 Massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo di vita operativa dell'opera	5
Tabella 4.1 Valori di altezza d'onda significativa H_s , periodi medio T_m e di picco T_p e direzione media di propagazione MWD, risultanti dall'analisi statistica delle onde	17
Tabella 5.1: Dimensionamento mantellata	20
Tabella 5.2: Dimensionamento strato filtro	21
Tabella 5.3: Criterio ritenzione mantellata-strato filtro	22
Tabella 5.4: Criterio ritenzione strato filtro scanno di imbasamento	22
Tabella 5.5: Verifica Terzaghi strato di imbasamento terreno di fondazione	22
Tabella 5.6: Dimensionamento geocomposito	23
Tabella 5.7: Dimensionamento mantellata	24
Tabella 5.8: Dimensionamento strato filtro	25
Tabella 5.9: Criterio ritenzione mantellata-strato filtro	26
Tabella 5.10: Criterio ritenzione strato filtro scanno di imbasamento	26
Tabella 5.11: Verifica Terzaghi strato di imbasamento terreno di fondazione	27
Tabella 5.12: Dimensionamento geocomposito	27
Tabella 5.13: Dimensionamento mantellata	28
Tabella 5.14: Dimensionamento Strato filtro	29
Tabella 5.15: Criterio ritenzione mantellata-strato filtro	30
Tabella 5.16: Criterio ritenzione strato filtro – scanno imbasamento	30
Tabella 5.17: Verifica Terzaghi strato di imbasamento terreno di fondazione	31
Tabella 5.18: Dimensionamento geocomposito	31

INDICE DELLE FIGURE

Figura 3.1: Stralcio planimetrico pennello	7
Figura 3.2: Profilo longitudinale pennello	8
Figura 3.3: Sezione tipologica pennello nord emerso	8
Figura 3.4 Sezione tipologica pennello nord	9
Figura 3.5: Stralcio planimetrico pennello	10
Figura 3.6: Profilo longitudinale pennello	11
Figura 3.7 Sezione tipologica emersa pennello sud	11
Figura 3.8 Sezione tipologica sommersa pennello sud	12
Figura 3.9: Stralcio planimetrico scogliera	13
Figura 3.10 Sezione tipologica barriera Sommersa	13
Figura 4.1: Punto di estrazione (in rosso) delle altezze d'onda per l'analisi degli eventi estremi	14
Figura 4.2: Rosa delle onde al largo della barriera in progetto	15
Figura 4.3: Distribuzione statistica di Weibull troncata per il campione di dati relativi alle altezze d'onda estratte dal modello di propagazione largo costa (1979-2021)	15
Figura 4.4: Correlazione tra altezza d'onda significativa H_s e periodo medio T_m	16

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

1 PREMESSA

La presente *Relazione tecnica – Dimensionamento delle opere rigide* riporta i dimensionamenti delle opere rigide e del ripascimento realizzati nell’ambito del Progetto Definitivo: “APPALTO MISTO DI SERVIZI DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA PER LA PROGETTAZIONE DEFINITIVA E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE PER APPALTO INTEGRATO, COMPRESIVO DI SERVIZI DI INDAGINI E DI LAVORI DI TEST DI DIMOSTRAZIONE TECNOLOGICA, OLTRE AI SERVIZI DI DIREZIONE DEI LAVORI E DI COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE, AFFERENTE ALL’INTERVENTO DENOMINATO “RIMOZIONE COLMATA, BONIFICA DEGLI ARENILI EMERSI “NORD” E “SUD” E RISANAMENTO E GESTIONE DEI SEDIMENTI MARINI COMPRESI NEL SITO DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE DI BAGNOLI-COROGLIO (NA)”.

Alla luce del ripristino della balneabilità dello specchio acqueo antistante il sito, come obiettivo principale del PRARU nella presente relazione saranno trattati i dimensionamenti delle seguenti opere:

- Pennello di chiusura Nord;
- Pennello sud;
- Barriera sommersa;
- Ripascimento.

A supporto della seguente relazione vengono utilizzati i risultati dello Studio meteomarinario, esposti nella Relazione meteomarina e nella Relazione Idrodinamica, eseguiti durante la progettazione definitiva, ai quali elaborati si rimanda per eventuali approfondimenti tecnici.

2 CRITERI DI PROGETTAZIONE

2.1 DEFINIZIONE DEL TEMPO DI RITORNO PER L'AZIONE MARITTIMA

Per definire il periodo di ritorno degli eventi ondosi da considerare nel dimensionamento delle opere, si è fatto riferimento a quanto riportato nelle "Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe marittime" edite a cura del Consiglio Superiore LL.PP. nel 1996, nel seguito "Istruzioni". Nelle "Istruzioni" sopra citate il tempo di ritorno viene definito in funzione di:

- tipo di infrastruttura,
- livello di sicurezza richiesto,
- rischio di perdite di vite umane;
- danneggiamento ammesso,
- ripercussione economica in caso di danneggiamento.

Di seguito vengono riportati i principi base assunti per la definizione del tempo di ritorno:

- Tipo di infrastruttura

L'opera in oggetto è stata cautelativamente inquadrata come ad "**uso generale**", da intendersi come "*opere di difesa di complessi civili, commerciali e industriali, che non siano destinati ad uno specifico scopo e per i quali non è chiaramente identificabile il termine della vita funzionale dell'opera*".

- Livello di sicurezza

Per l'opera in oggetto è stato assunto un "**livello di sicurezza 1**", richiesto per "*opere o installazioni di interesse locale e ausiliario, comportanti un rischio minimo di perdita di vite umane o di danni ambientali in caso di collasso della stessa (difese costiere, opere in porti minori o marina, scarichi a mare, strade litoranee, ecc.)*".

- Rischio di perdite di vite umane

Per quanto riguarda il rischio di perdita di vita umana, in linea generale, si considera:

- rischio limitato se non è logico prevedere alcuna perdita di vite umane in seguito al danneggiamento;
- rischio elevato se sono preventivabili delle perdite di vite umane.

Per l'opera in progetto si ritiene che il **rischio di perdite di vite umane** sia **limitato**.

- Danneggiamento ammesso

Per ciascuna opera (struttura) è stata inoltre individuata la specifica condizione di danneggiamento:

- danneggiamento incipiente per strutture flessibili o comunque riparabili;
- danneggiamento totale per strutture rigide per le quali è difficile riparare il danno.

Si ritiene quindi di poter assumere una condizione di **danneggiamento incipiente per tutte le opere a gettata**, che di fatto sono assimilabili a strutture flessibili e riparabili.

Per le strutture a parete verticale, ovvero per i cassoni e per i muri paraonde (assimilabili a strutture rigide), è stata invece assunta una condizione di **danneggiamento totale**, in quanto si tratta di opere per le quali è estremamente complesso riparare eventuali danni.

- Ripercussione economica

Per quanto riguarda la ripercussione economica derivante da eventuali danni e rischi di perdite di vite umane, in linea generale, si definisce:

- ripercussione economica bassa nel caso in cui il rapporto fra i costi diretti del danneggiamento, sommati a quelli indiretti dovuti alla perdita di funzionalità delle opere protette ed il costo totale per la realizzazione dell'opera è minore di 5;
- ripercussione economica media nel caso in cui questo rapporto è compreso tra 5 e 20;
- ripercussione economica alta nel caso in cui questo rapporto è maggiore di 20.

La definizione di questi costi richiederebbe un'analisi economica di dettaglio che dovrebbe considerare differenti scenari di rischio. In via preliminare è stata assunta una **ripercussione economica media**.

Durata minima di vita e massima probabilità di danneggiamento ammissibile

In funzione del tipo di infrastruttura e del livello di sicurezza è possibile definire la **durata minima di vita T_v** secondo la seguente **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**; considerato che si tratta di un'infrastruttura di **uso generale** con un **livello di sicurezza richiesto 1**, la durata minima di vita T_v risulta essere **25 anni**.

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

Tabella 2.1 Durata minima di vita dell'opera

Tipo di infrastruttura	Livello di sicurezza		
	1	2	3
Uso Generale	25	50	100
Uso Specifico	15	25	50

In funzione del rischio di perdite di vite umane, delle condizioni di danneggiamento e della ripercussione economica è possibile definire la **massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo di vita operativa dell'opera P_f** secondo la seguente **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 2.2 Massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo di vita operativa dell'opera

Tipo di danneggiamento	Ripercussione economica	Rischio per la vita umana	
		Limitato	Elevato
Danneggiamento incipiente	Bassa	0.5	0.3
	Media	0.3	0.2
	Alta	0.25	0.15
Danneggiamento totale	Bassa	0.2	0.15
	Media	0.15	0.1
	Alta	0.1	0.05

Opere a gettata

Opere rigide

3 DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE

Gli interventi previsti dal presente progetto definitivo per il ripristino del tratto di litorale di Bagnoli coprono un'estensione di litorale di circa 2.0 km e consistono nella realizzazione delle seguenti opere:

- n. 2 pennelli emersi per una lunghezza pari a circa 100 m con berma superiore posta a quota 2.50 m s.l.m.m., e sommersi per un ulteriore tratto variabile fino a raccordarsi alla barriera sommersa. Tale tratto sommerso avrà la berma superiore posta a quota - 0.5m s.l.m.m; ed i raccordi tra la parte emersa e la parte sommersa avranno pendenza 2:1. Entrambi i pennelli saranno realizzati con massi naturali di 3ª categoria (3-7 tonnellate), con uno stato filtro in massi naturali di I categoria(50-1500kg) ed infine imbasati su uno strato di tout venant (50-500kg). Essi avranno il compito di intercettare ed arrestare il trasporto solido per tutta la lunghezza degli stessi fino alla barriera sommersa, oltre che comportare una riduzione della velocità della corrente, tale da diminuire il trasporto solido in sospensione;
- Realizzazione di una barriera sommerso con quota della berma superiore posta a -1.5m s.l.m.m, un'estensione pari a circa 1200m ed una distanza dalla nuova linea di riva pari a 142.5 m. Essa sarà realizzata con massi di III categoria (3-7 tonnellate), con uno stato filtro in massi naturali di I categoria(50-1500kg) ed infine imbasata su uno strato di tout venant (50-500kg).
- versamento di circa 1400000 m³ di sabbia, con un d50 minimo pari a 0.4 mm idonea per il ripascimento e proveniente da cave terrestri e/o cave marine.

L'intervento di dragaggio ed escavo in questione riguarderà una fascia costiera con sviluppo longitudinale pari a circa 2 km così distribuiti:

- ✓ Microcella Nord: 400 m;
- ✓ Macrocella: 1.000 m;
- ✓ Zona Arenile Sud: 600 m;

per un volume totale di sedimenti dragati pari a 472.000 mc e un volume totale di escavo di 347.200 mc, suddivisi per macroaree come appresso riportato:

DRAGAGGIO

- ✓ Microcella Nord: 54.000 mc;
- ✓ Macrocella: 334.500 mc;
- ✓ Zona Arenile Sud: 83.500 mc;

ESCAVO

- ✓ Microcella Nord: 59.700 mc;
- ✓ Macrocella: 147.500 mc;
- ✓ Zona Arenile Sud: 140.000 mc.

Le caratteristiche geometriche delle opere in progetto, gli ambiti ed i volumi di versamento, sono riportate nei successivi paragrafi e negli appositi elaborati grafici, cui si rimanda per maggiori dettagli.

3.1 PENNELLO DI CHIUSURA NORD

La soluzione progettuale prevede la realizzazione di un pennello di chiusura a nord dell'area di intervento con la funzione di intercettare il trasporto solido per tutta la lunghezza degli stessi e fino alla barriera sommersa. Con riferimento alle sezioni tipologiche il pennello sarà costituito da:

- Un doppio strato di massi naturali di terza categoria (3-7 tonnellate), spessore minimo pari a 2.50 m;
- Uno strato filtro in massi naturali di prima categoria (50-1500kg), spessore minimo 1.10 m;
- Uno scanno di imbasamento di 50cm di tout venant (50-500 kg) al fine di evitare la risalita del terreno di fondazione nella mantellata.
- Uno strato di geocomposito al fine di evitare la risalita del terreno di fondazione nello stato di filtro di tout venant. Le caratteristiche di tale strato saranno le seguenti:

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

- resistenza a trazione longitudinale trasversale EN ISO 10319 > 50 KN/m
- apertura maglia ai fini della filtrazione: 0.1 mm;
- Peso: 140 gr/mq

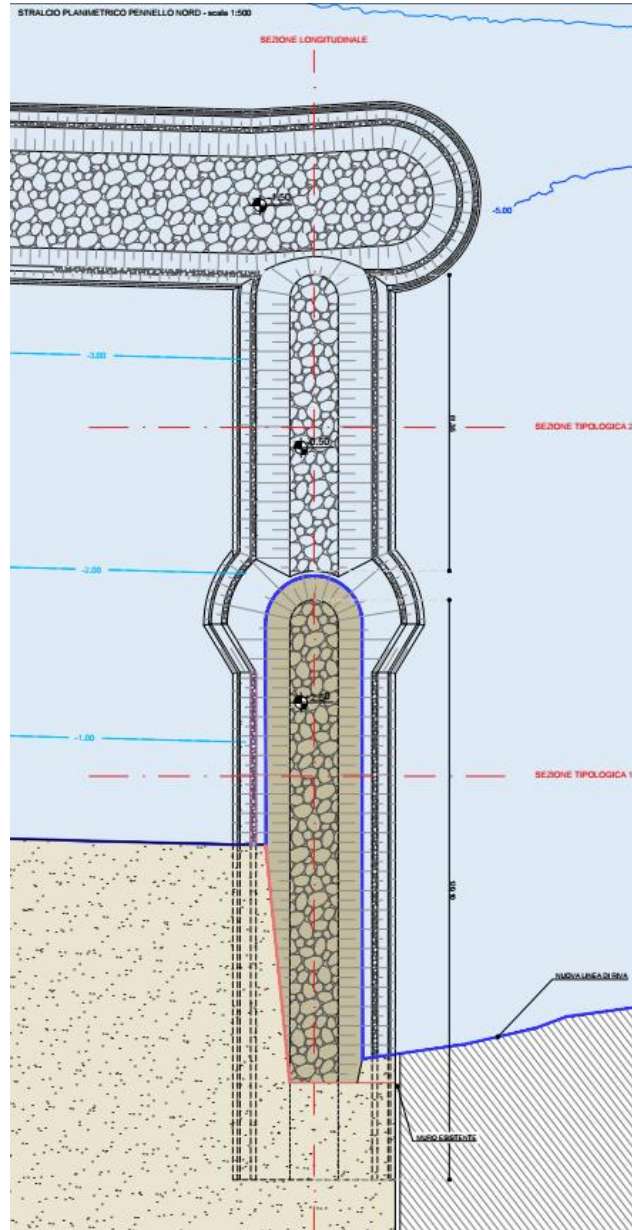


Figura 3.1: Stralcio planimetrico pennello

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

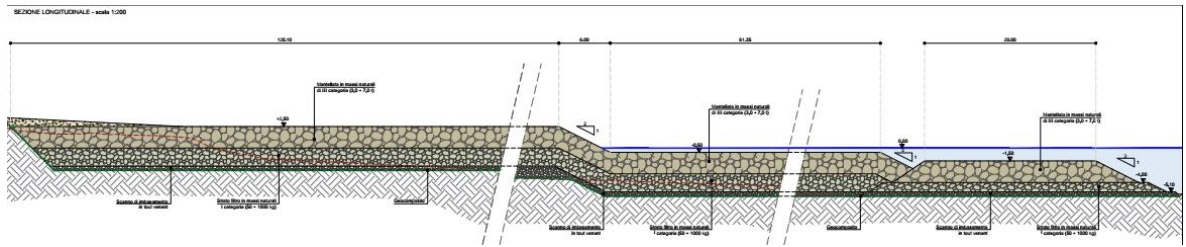


Figura 3.2: Profilo longitudinale pennello

Il tratto iniziale del pennello, parzialmente ricoperto dal materiale versato per il ripascimento, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:

- larghezza berma 10 m;
- quota berma +2.50 m slm;
- pendenza scarpate 2:1 lungo il tronco;
- pendenza 2:1 in testata.

Il tratto terminale sommerso, è così composto:

- larghezza berma 10 m;
- quota berma -0.5 m slm;
- pendenza scarpate 2:1 lungo il tronco;
- pendenza scarpate 2:1 in testata.

- Sezione tipologica PENNELLO N.1:

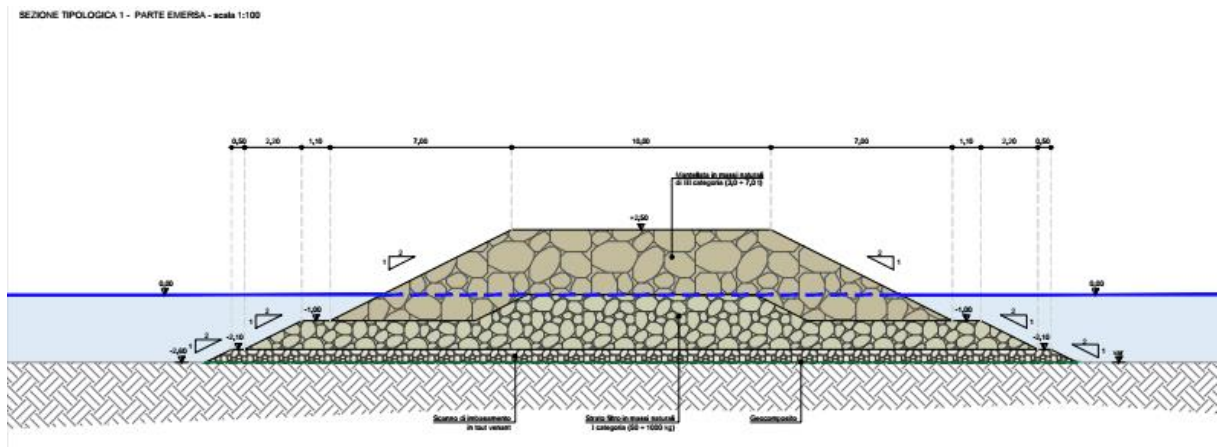


Figura 3.3: Sezione tipologica pennello nord emerso

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

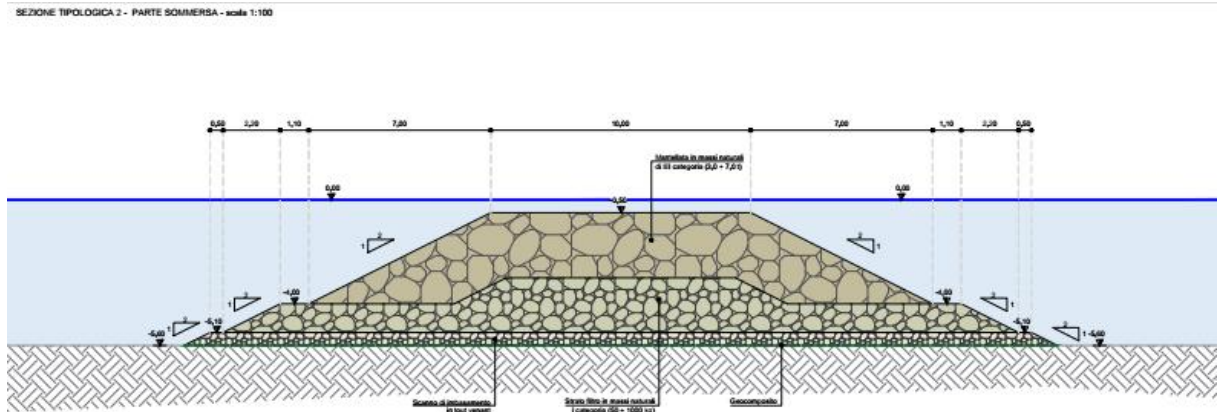


Figura 3.4 Sezione tipologica pennello nord

3.2 PENNELLO DI CHIUSURA SUD

La soluzione progettuale prevede la realizzazione di un pennello di chiusura a sud dell'area di intervento radicato in corrispondenza della testata settentrionale della storica "scogliera a mosaico", assume la medesima funzione di conterminazione del pennello di chiusura "Nord", garantendo adeguate condizioni di stabilità al ripascimento e il necessario isolamento rispetto alle aree esterne; esso coincide quindi con la delimitazione laterale fisica meridionale dell'area di realizzazione della nuova linea di riva.

Con riferimento alle sezioni tipologiche il pennello sarà costituito da:

- Un doppio strato di massi naturali di terza categoria (3-7 tonnellate), spessore minimo pari a 2.50 m;
- Uno strato filtro in massi naturali di prima categoria (50-1500kg), spessore minimo 1.10 m;
- Uno scanno di imbasamento di 50cm di tout venant (50-500 kg) al fine di evitare la risalita del terreno di fondazione nella mantellata.
- Uno strato di geocomposito al fine di evitare la risalita del terreno di fondazione nello stato di filtro di tout venant. Le caratteristiche di tale strato saranno le seguenti:
 - resistenza a trazione longitudinale trasversale EN ISO 10319 > 50 KN/m
 - apertura maglia ai fini della filtrazione: 0.1 mm;
 - Peso: 140 gr/mq

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

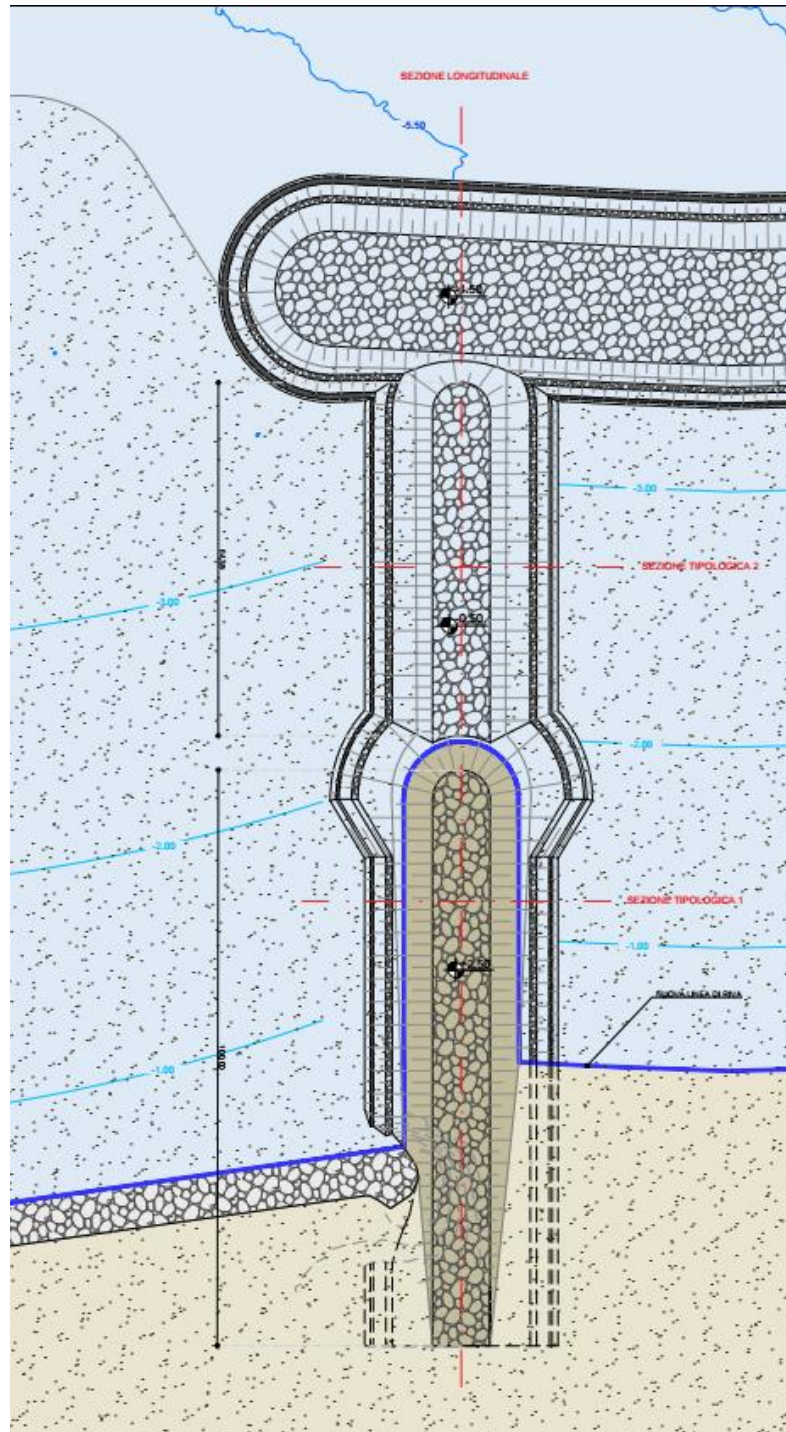


Figura 3.5: Stralcio planimetrico pennello

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

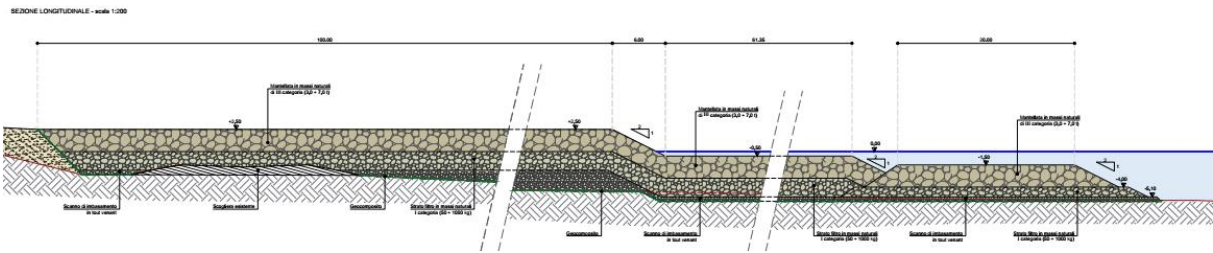


Figura 3.6: Profilo longitudinale pennello

Il tratto iniziale del pennello, parzialmente ricoperto dal materiale versato per il ripascimento, presenta le seguenti caratteristiche geometriche:

- larghezza berma 10 m;
- quota berma +2.50 m slm;
- pendenza scarpate 2:1 lungo il tronco;
- pendenza 2:1 in testata.

Il tratto terminale sommerso, è così composto:

- larghezza berma 10 m;
- quota berma -0.5 m slm;
- pendenza scarpate 2:1 lungo il tronco;
- pendenza scarpate 2:1 in testata.

- Sezione tipologica PENNELLO N.1:

SEZIONE TIPOLOGICA 1 - PARTE EMERSA - scala 1:100

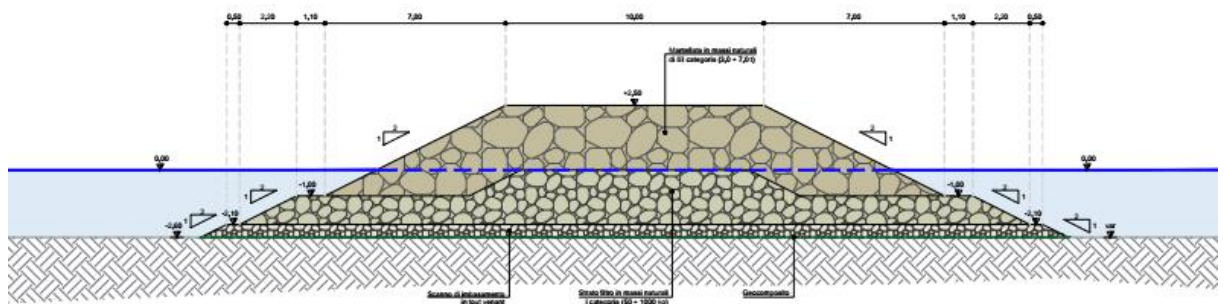


Figura 3.7 Sezione tipologica emersa pennello sud

- Sezione tipologica PENNELLO N.2:

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

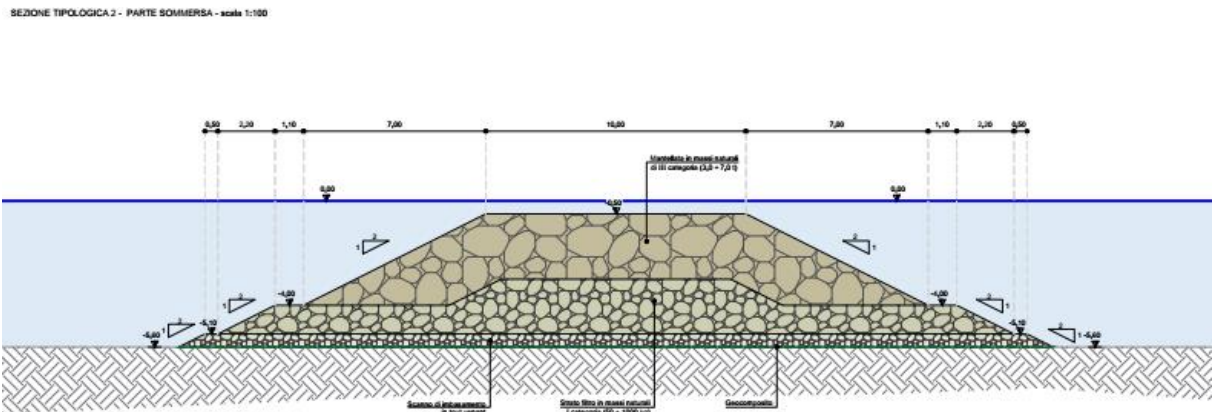


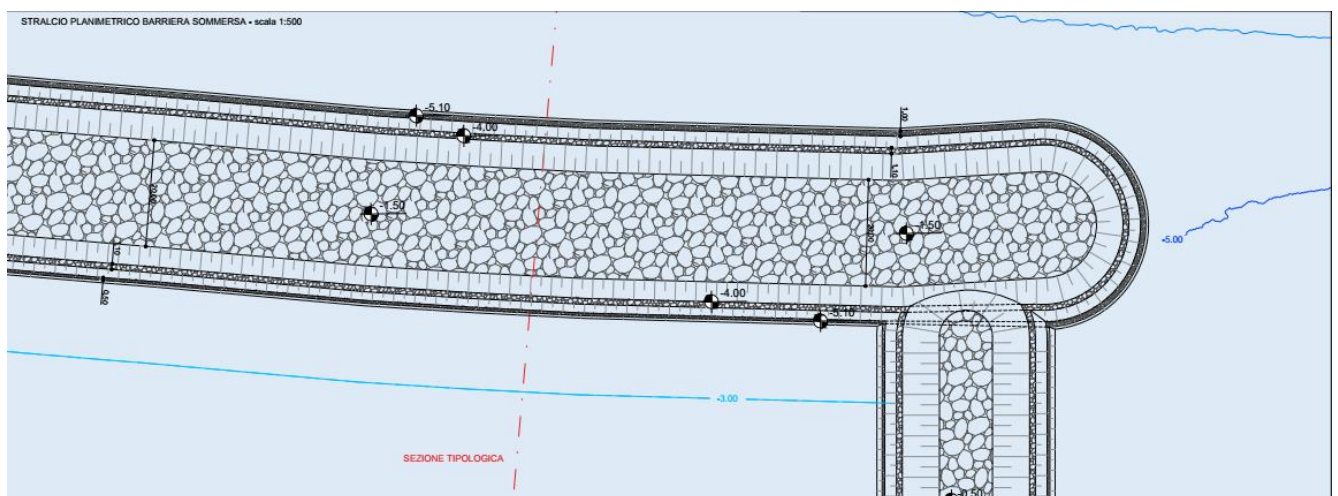
Figura 3.8 Sezione tipologica sommersa pennello sud

3.3 SCOGLIERA SOMMERSA

La soluzione progettuale prevede la realizzazione di una scogliera sommersa che analogamente a quanto illustrato sopra in relazione ai pennelli trasversali di chiusura, garantisce una adeguata conterminazione della zona di realizzazione della nuova spiaggia (sommersa) dalle aree esterne adiacenti verso il largo; essa creerà una “perched beach” (spiaggia “sospesa”) in quanto il piede del ripascimento non intercetta il fondale attuale ma si appoggia al paramento interno della stessa soglia.

Con riferimento alle sezioni tipologiche la barriera sarà costituita da:

- Un doppio strato di massi naturali di terza categoria (3-7 tonnellate), spessore minimo pari a 2.50 m;
- Uno strato filtro in massi naturali di prima categoria (50-1500kg), spessore minimo 1.10 m;
- Uno scanno di imbasamento di 50cm di tout venant (50-500 kg) al fine di evitare la risalita del terreno di fondazione nella mantellata.
- Uno strato di geocomposito al fine di evitare la risalita del terreno di fondazione nello stato di filtro di tout venant. Le caratteristiche di tale strato saranno le seguenti:
 - resistenza a trazione longitudinale trasversale EN ISO 10319 > 50 KN/m
 - apertura maglia ai fini della filtrazione: 0.1 mm;
 - Peso: 140 gr/mq



RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

Figura 3.9: Stralcio planimetrico scogliera

Essa avrà le seguenti caratteristiche geometriche

- larghezza berma 20 m;
- quota berma -1.50 m slm;
- pendenza scarpate 2:1 lungo il tronco lato esterno;
- pendenza scarpate 3:2 lungo il tronco lato interno;
- pendenza 2:1 in testata.

- Sezione tipologica BARRIERA SOMMERSA:

SEZIONE TIPOLOGICA - BARRIERA SOMMERSA - scala 1:100

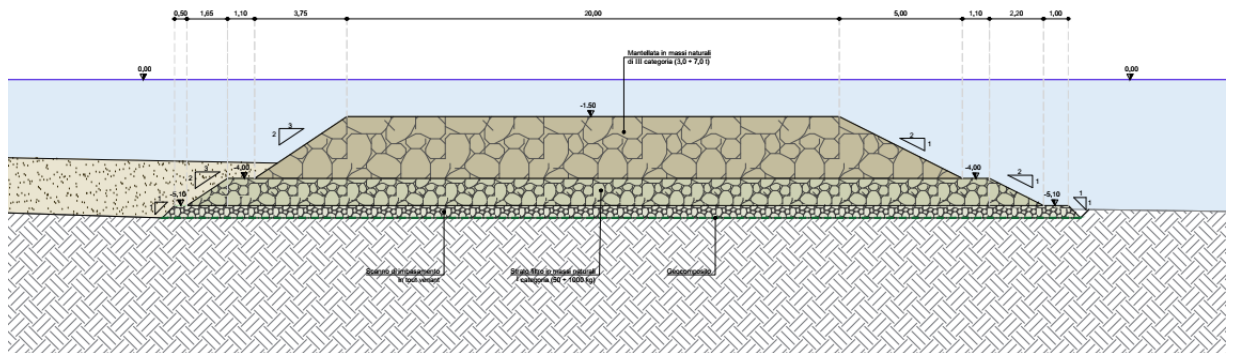


Figura 3.10 Sezione tipologica barriera Sommersa

4 ONDA DI PROGETTO A RIDOSSO DELLE OPERE

Per il dimensionamento delle opere rigide di difesa costiera si è fatto riferimento all'analisi statistica delle onde estreme effettuata a partire dalla serie di 43 anni (dal 1979 al 2021) estratta dal modello di propagazione del moto ondoso largo-costa (descritto nella sezione 3 dell'elaborato P22041-D-00-GE-SS-RT-13-00).

I dati sono stati estratti in un punto immediatamente al largo rispetto a dove è prevista la realizzazione della barriera sommersa e localizzato, cautelativamente, nella zona del litorale in studio maggiormente esposta, ossia lungo il tratto Nord (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).



Figura 4.1: Punto di estrazione (in rosso) delle altezze d'onda per l'analisi degli eventi estremi

L'analisi effettuata è omnidirezionale, in considerazione del ristretto settore direzionale di provenienza delle onde sottocosta, come dimostrato dalla rosa rappresentata in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

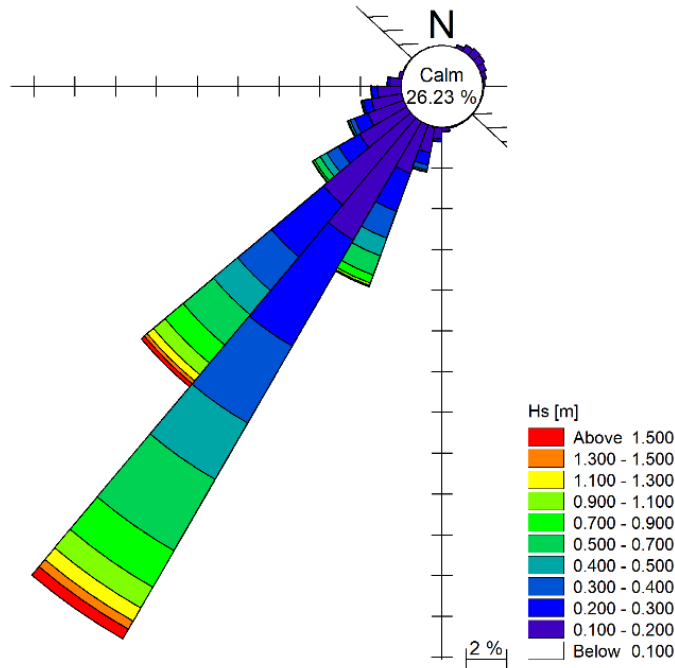


Figura 4.2: Rosa delle onde al largo della barriera in progetto

La statistica delle altezze onde per assegnato tempo di ritorno è stata impostata sui 129 valori più elevati, utilizzando la distribuzione di Weibull troncata che meglio li approssima (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

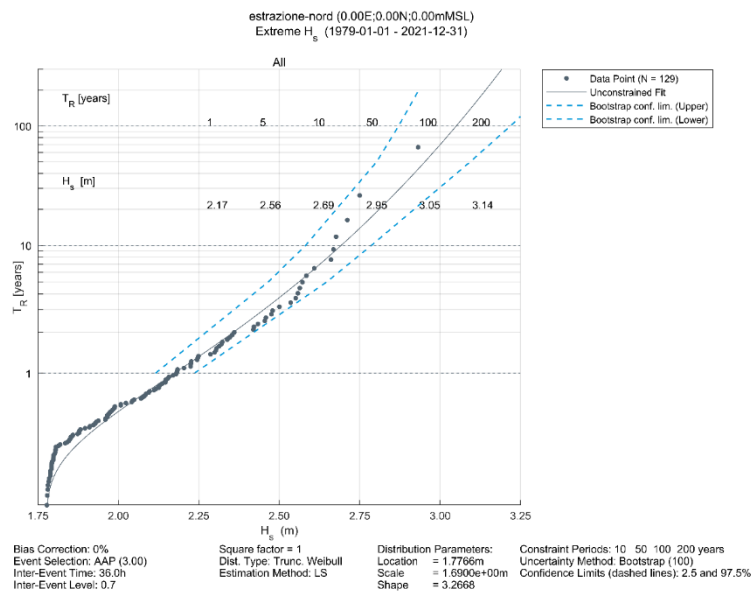


Figura 4.3: Distribuzione statistica di Weibull troncata per il campione di dati relativi alle altezze d'onda estratte dal modello di propagazione largo costa (1979-2021)

Il periodo medio T_m e di picco T_p da associare all'onda sono stati definiti sulla base delle seguenti correlazioni H_s - T determinate con la scatter analisi riportata in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** (per T_m) e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** (per T_p), basata sull'intera serie di 43 anni di dati:

$$T_m = 6.536 * H_s^{0.292}$$

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

$$T_p = 7.874 * H_s^{0.292}$$

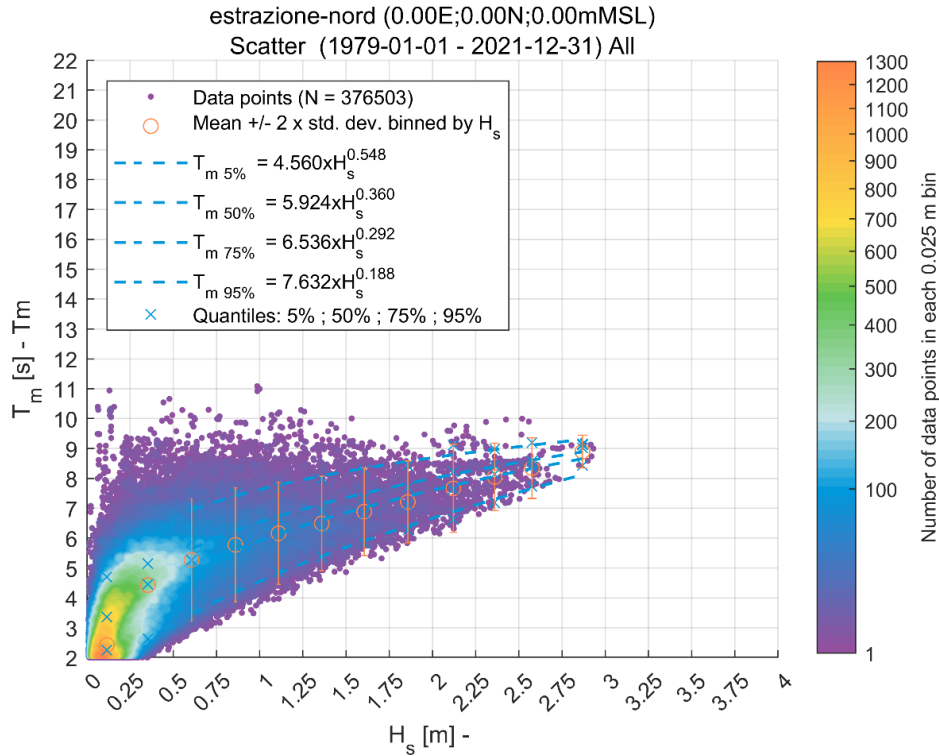
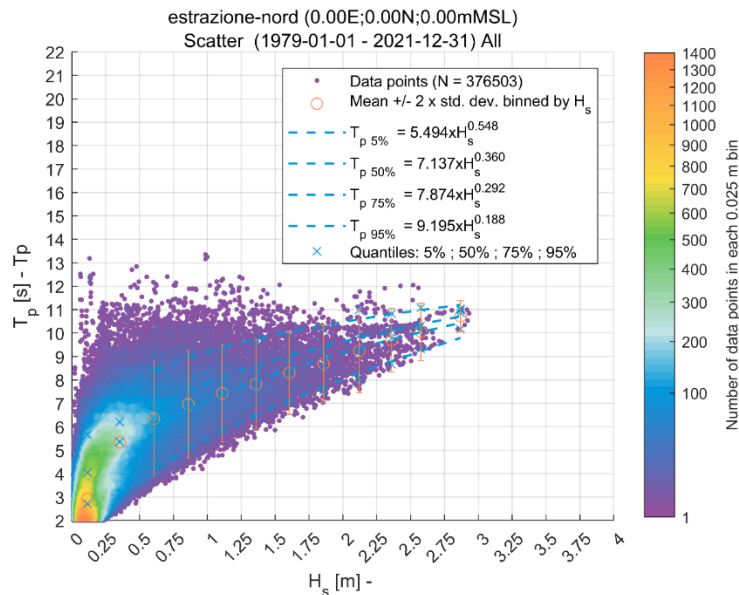


Figura 4.4: Correlazione tra altezza d'onda significativa H_s e periodo medio T_m



Per la direzione media di propagazione, si è fatto riferimento a quella più frequente per le onde più alte che si sono verificate durante i 43 anni di dati disponibili, ossia 219°N. Si evidenzia che tale direzione, per il punto preso a

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

riferimento, è pressoché coincidente con la direzione perpendicolare a costa. Pertanto, cautelativamente, per il dimensionamento delle opere è stata considerata una direzione variabile in funzione dell'orientazione della linea di riva, ossia ad essa sempre perpendicolare.

Le caratteristiche dell'onda ricavate con l'analisi appena descritta in riferimento al tempo di ritorno preso a riferimento per la progettazione, ossia pari a 100 anni, sono riportate in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 4.1 Valori di altezza d'onda significativa H_s , periodi medio T_m e di picco T_p e direzione media di propagazione MWD, risultanti dall'analisi statistica delle onde

Tempo di ritorno [anni]	H_s [m/s]	T_m [s]	T_p [s]	MWD [°N]
100	3.05	9.05	10.9	Perpendicolare a costa

5 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE RIGIDE

Il dimensionamento delle opere idrauliche è stato effettuato avvalendosi delle formulazioni consigliate in letteratura nell'ambito della protezione costiera affinché sia garantita la stabilità dell'opera e sia evitata la progressiva erosione del terreno.

5.1 CRITERI UTILIZZATI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE

Il dimensionamento idraulico dei massi costituenti i pennelli, volto a garantire la stabilità nei confronti del moto ondoso incidente in condizioni di mareggiata, è stato condotto adottando la formulazione di VAN DER MEER specifica per il calcolo dei massi di mantellate di scogliere sommerse.

La metodologia proposta da VAN DER MEER propone l'impiego di un numero di stabilità N_s^* , funzione della profondità h al piede dell'opera, della quota h_c del coronamento della struttura rispetto al fondo e del grado di danneggiamento ammissibile S :

$$\frac{h_c}{h} = (2.1 + 0.1S)e^{-0.14N_s^*}$$

Il CEM (*Coastal Engineering Manual*) non specifica il campo di validità della formula, anche se l'autore ha interpretato dati sperimentali nei quali il rapporto h_c/h è compreso tra 0.3 e 1.

Il diametro nominale medio dei massi (D_{n50}) che garantisce la stabilità della mantellata nelle ipotesi descritte risulta pari a:

$$D_{n50} = \frac{H^{\frac{2}{3}} L^{\frac{1}{3}}}{N_s^* \left(\frac{\gamma_s}{\gamma_a} - 1 \right)}$$

con

- H : altezza dell'onda di progetto (che in caso di frangimento molto intenso può essere assunto pari all'altezza d'onda frangente diviso un coefficiente pari a 1.1÷1.2);
- L : lunghezza d'onda al largo, riferita al periodo di picco ($L = 1.56 \cdot T_p^2$);
- γ_s : peso specifico dei massi;
- γ_a : peso specifico dell'acqua di mare.

Nota il diametro nominale medio dei massi è dunque possibile calcolare il relativo peso medio come:

$$W_{50} = \gamma_s D_{n50}^3$$

Lo scarto ammissibile rispetto ai pesi indicati deve essere del 25% e la posa in opera deve comunque avvenire posizionando inizialmente i massi di dimensione inferiore, in modo che nello strato più esterno, esposto all'azione del moto ondoso, siano presenti i massi di pezzatura maggiore.

5.2 DIMENSIONAMENTO DEI FILTRI (CRITERI DI RITENZIONE)

Il criterio proposto dal CERC SPM (1984) è valido per mantellate di granulometria uniforme in condizioni di flusso non stazionario (esposte al moto ondoso). Il 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:

$$\frac{D_f}{D_b} \leq 2.2$$

Tale verifica viene condotta con riferimento a strati contigui di materiali granulari aventi differente pezzatura (ad esempio tra mantellata e nucleo/filtro della scogliera o filtro/nucleo e imbasamento).

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

5.2.1 Terzaghi

Il criterio di Terzaghi (1922) 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 di questo e la progressiva erosione del terreno all'intorno.

La formula di verifica proposta da Terzaghi (criterio di ritenzione) è la seguente:

$$\frac{D_{15f}}{D_{85b}} < 4$$

dove:

- D_{15f} rappresenta il diametro corrispondente al 15% del passante in peso del materiale drenante;
- D_{85b} rappresenta il diametro corrispondente all'85% del passante in peso del terreno da drenare.

5.2.2 Criterio di idoneità meccanica

La lacerazione rappresenta il meccanismo di rottura più probabile per il geotessile utilizzato come filtro al di sotto della protezione in pietrame che costituisce lo scanno di imbasamento dei pennelli. 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:

$$F_T \geq 1500(D_{85})^{0.75}$$

Nel caso dell'impiego di geocompositi, nei quali la resistenza meccanica è demandata ad elementi "rigidi" come georeti o geogriglie, appare ragionevole sostituire alla resistenza alla lacerazione la resistenza a trazione. Generalmente si applica un coefficiente di sicurezza pari a 3.

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

5.3 DIMENSIONAMENTO PENNELLO NORD

5.3.1 Dimensionamento mantellata

Il dimensionamento della mantellata in massi naturali è stato effettuato utilizzando l'approccio di Van der Meer descritto nel paragrafo 5.1. Il dimensionamento è stato condotto, utilizzando i dati di onda descritti nel paragrafo 4. Dai calcoli risulta che, dovranno essere utilizzati massi naturali di terza categoria (3-7 tonnellate) per uno spessore della mantellata pari a 2.50 m.

Tabella 5.1: Dimensionamento mantellata

Dimensionamento mantellata pennello nord			
approccio di calcolo	Van der Meer		
γ_w	densità acqua di mare	1.03	t/m ³
γ_s	densità elemento lapideo	2.6	t/m ³
Δ	densità relativa elemento lapideo	1.4077	ad.
h	profondità	5.6	m
h_c	quota del coronamento della struttura rispetto al fondo	5.1	m
S	grado di danneggiamento	2	ad.
N	numero di densità spettrale	6.6180	ad.
L	lunghezza d'onda	185.34	m
d_{50}	diametro caratteristico	1.29	m
W_{50}	Peso medio calcolato	5.28	t
Range adottato	TERZA CATEGORIA		t
spessore doppio strato	2.50		m

5.3.2 Dimensionamento strato filtro

Al di sotto della mantellata verrà interposto uno strato filtro dello spessore minimo di 1.10 m in massi naturali di I categoria ed infine uno strato di imbasamento in massi di Tout Venant (pezzatura da 0.05 a 0.5 t) dello spessore di 50 cm. Si riportano a seguire per la sezione maggiormente sollecitata la tabella riassuntiva del dimensionamento della mantellata e dello strato filtro.

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

Tabella 5.2: Dimensionamento strato filtro

Dimensionamento strato filtro pennello nord			
approccio di calcolo	Van der Meer		
γ_w	densità acqua di mare	1.03	t/m ³
γ_s	densità elemento lapideo	2.6	t/m ³
Δ	densità relativa elemento lapideo	1.4077	ad.
h	profondità	5.6	m
h _c	quota del coronamento della struttura rispetto al fondo	3.6	m
S	grado di danneggiamento	2	ad.
N	numero di densità spettrale	13.3030	ad.
L	lunghezza d'onda	185.34	m
d ₅₀	diametro caratteristico	0.64	m
W ₅₀	Peso medio calcolato	0.651	t
Range adottato	PRIMA CATEGORIA		t
spessore doppio strato	1.10		m

5.3.3 Verifica dei criteri di ritenzione e Criterio di idoneità meccanica

La verifica della transizione tra gli elementi lapidei che costituiscono le sezioni tipologiche di progetto è stata eseguita utilizzando il criterio proposto dal CERC. Essa ha l'obiettivo di verificare la migrazione della frazione più fine attraverso il corpo drenante. Il valore del diametro degli elementi lapidei del filtro D_f (in questo caso rappresentato dagli elementi della mantellata) è stato assunto pari a quello di un masso naturale da 3 t (limite inferiore della pezzatura utilizzata per la mantellata), mentre il diametro del materiale di base D_b (costituito dagli elementi dello strato filtro) è stato assunto pari a quello di un masso naturale da 1500 kg. Stesso procedimento è stato effettuato tra lo strato filtro e lo stato di imbasamento prendendo come riferimento come D_f il diametro della prima categoria e D_b il diametro dello strato di imbasamento

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

Tabella 5.3: Criterio ritenzione mantellata-strato filtro

Criterio ritenzione mantellata strato filtro pennello nord			
approccio di calcolo	Cerc Rif. SPM '84		
$\gamma_{s,mantellata}$	Peso specifico massi naturali mantelalta	2.6	t/m ³
$\gamma_{s,strato\ filtro}$	Peso specifico massi naturali strato filtro	2.6	t/m ³
Df	Diametro mantellata	1.26	m
Df	Diametro Strato filtro	0.68	ad.
Df/Db	1.86		VERIFICATO

Tabella 5.4: Criterio ritenzione strato filtro scanno di imbasamento

Criterio ritenzione strato filtro imbasamento pennello nord			
approccio di calcolo	Cerc Rif. SPM '84		
$\gamma_{s,mantellata}$	Peso specifico massi naturali strato filtro	2.6	t/m ³
$\gamma_{s,strato\ filtro}$	Peso specifico massi naturali imbasamento	2.6	t/m ³
Df	Diametro strato filtro	0.68	m
Df	Diametro Tout venant	0.48	ad.
Df/Db	1.41		VERIFICATO

La verifica della transizione tra imbasamento (scanno in tout-venant) e terreno di fondazione è stata eseguita utilizzando il criterio proposto da Terzaghi, considerando come valore di D15f (diametro corrispondente al 15% del passante in peso dello strato filtro, rappresentato dal pietrame) quello del diametro corrispondente ad un masso da 50 kg e come D85b (diametro corrispondente all'85% del passante in peso del terreno di base) un valore pari a 0.2 mm (tale valore è stato ricavato sulla base dei risultati della campagna di indagini sedimentologiche ABBACO effettuate a supporto della progettazione definitiva).

Tabella 5.5: Verifica Terzaghi strato di imbasamento terreno di fondazione

Verifica scanno di imbasamento – terreno di fondazione			
approccio di calcolo	Cerc Rif. SPM '84		
$\gamma_{s,imbasamento}$	Peso specifico massi naturali strato filtro	2.6	t/m ³

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

D _{15f}	Diametro 15% strato filtro	0.27	m
D _f	Diametro 85% Terreno	0.0003	m
D_f/D_b	166.66		NON VERIFICATO

Come si può evincere dal risultato riportato in tabella, il criterio di Terzaghi non è soddisfatto, pertanto si ritiene necessaria l'interposizione di uno strato di geocomposito tra lo scanno di imbasamento e il terreno, la cui resistenza minima a trazione è posta pari a 50 kN ed è stata determinata applicando il criterio di *Lawson*, come riportato nella tabella seguente:

Tabella 5.6: Dimensionamento geocomposito

Dimensionamento geocomposito			
approccio di calcolo	LAWSON		
Ft (geogriglia)	Resistenza geogriglia scelta	50	kN/m
P _{85%}	Peso massa 85% strato filtro	0.27	t
D _{85%}	Diametro 85 %	0.56	m
Coeff. Sicur.	Coefficiente di sicurezza	3	
Largh. Provino	Larghezza provino	76	mm
Ft (richiesta)	Resistenza minima richiesta	22.05	kN/m
Ft (geog.) > Ft (rich.)	VERIFICATO		

5.4 DIMENSIONAMENTO PENNELLO SUD

5.4.1 Dimensionamento mantellata

Il dimensionamento della mantellata in massi naturali è stato effettuato utilizzando l'approccio di Van der Meer descritto nel paragrafo 5.1. Il dimensionamento è stato condotto utilizzando i dati di onda descritti nel paragrafo 4. Dai calcoli risulta che, dovranno essere utilizzati massi naturali di terza categoria (3-7 tonnellate) per uno spessore della mantellata pari a 2.50 m.

Tabella 5.7: Dimensionamento mantellata

Dimensionamento mantellata pennello sud			
approccio di calcolo	Van der Meer		
γ_w	densità acqua di mare	1.03	t/m ³
γ_s	densità elemento lapideo	2.6	t/m ³
Δ	densità relativa elemento lapideo	1.4077	ad.
h	profondità	5.6	m
h_c	quota del coronamento della struttura rispetto al fondo	5.1	m
S	grado di danneggiamento	2	ad.
N	numero di densità spettrale	6.6180	ad.
L	lunghezza d'onda	185.34	m
d_{50}	diametro caratteristico	1.29	m
W_{50}	Peso medio calcolato	5.28	t
Range adottato	TERZA CATEGORIA		t
spessore doppio strato	2.50		m

5.4.2 Dimensionamento strato filtro

Al di sotto della mantellata verrà interposto uno strato filtro dello spessore minimo di 1.10 m in massi naturali di I categoria ed infine uno strato di imbasamento in massi di Tout Venant (pezzatura da 0.05 a 0.5 t) dello spessore di 50 cm. Si riportano a seguire per la sezione maggiormente sollecitata la tabella riassuntiva del dimensionamento della mantellata e dello strato filtro.

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

Tabella 5.8: Dimensionamento strato filtro

Dimensionamento strato filtro pennello sud			
approccio di calcolo	Van der Meer		
γ_w	densità acqua di mare	1.03	t/m ³
γ_s	densità elemento lapideo	2.6	t/m ³
Δ	densità relativa elemento lapideo	1.4077	ad.
h	profondità	5.6	m
h _c	quota del coronamento della struttura rispetto al fondo	3.6	m
S	grado di danneggiamento	2	ad.
N	numero di densità spettrale	13.3030	ad.
L	lunghezza d'onda	185.34	m
d ₅₀	diametro caratteristico	0.64	m
W ₅₀	Peso medio calcolato	0.651	t
Range adottato	PRIMA CATEGORIA		t
spessore doppio strato	1.10		m

5.4.3 Verifica dei criteri di ritenzione e Criterio di idoneità meccanica

La verifica della transizione tra gli elementi lapidei che costituiscono le sezioni tipologiche di progetto è stata eseguita utilizzando il criterio proposto dal CERC. Essa ha l'obiettivo di verificare la migrazione della frazione più fine attraverso il corpo drenante. Il valore del diametro degli elementi lapidei del filtro D_f (in questo caso rappresentato dagli elementi della mantellata) è stato assunto pari a quello di un masso naturale da 3 t (limite inferiore della pezzatura utilizzata per la mantellata), mentre il diametro del materiale di base D_b (costituito dagli elementi dello strato filtro) è stato assunto pari a quello di un masso naturale da 1500 kg. Stesso procedimento è stato effettuato tra lo strato filtro e lo stato di imbasamento prendendo come riferimento come D_f il diametro della prima categoria e D_b il diametro dello strato di imbasamento

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

Tabella 5.9: Criterio ritenzione mantellata-strato filtro

Criterio ritenzione mantellata strato filtro pennello sud			
approccio di calcolo	Cerc Rif. SPM '84		
$\gamma_{s,mantellata}$	Peso specifico massi naturali mantelalta	2.6	t/m ³
$\gamma_{s,strato\ filtro}$	Peso specifico massi naturali strato filtro	2.6	t/m ³
Df	Diametro mantellata	1.26	m
Df	Diametro Strato filtro	0.68	ad.
Df/Db	1.86		VERIFICATO

Tabella 5.10: Criterio ritenzione strato filtro scanno di imbasamento

Criterio ritenzione strato filtro imbasamento pennello sud			
approccio di calcolo	Cerc Rif. SPM '84		
$\gamma_{s,mantellata}$	Peso specifico massi naturali strato filtro	2.6	t/m ³
$\gamma_{s,strato\ filtro}$	Peso specifico massi naturali imbasamento	2.6	t/m ³
Df	Diametro strato filtro	0.68	m
Df	Diametro Tout venant	0.48	ad.
Df/Db	1.41		VERIFICATO

La verifica della transizione tra imbasamento (scanno in tout-venant) e terreno di fondazione è stata eseguita utilizzando il criterio proposto da Terzaghi, considerando come valore di D15f (diametro corrispondente al 15% del passante in peso dello strato filtro, rappresentato dal pietrame) quello del diametro corrispondente ad un masso da 50 kg e come D85b (diametro corrispondente all'85% del passante in peso del terreno di base) un valore pari a 0.2 mm (tale valore è stato ricavato sulla base dei risultati della campagna di indagini sedimentologiche ABBACO effettuate a supporto della progettazione definitiva).

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

Tabella 5.11: Verifica Terzaghi strato di imbasamento terreno di fondazione

Verifica scanno di imbasamento – terreno di fondazione			
approccio di calcolo	Cerc Rif. SPM '84		
$\gamma_{s, \text{imbasamento}}$	Peso specifico massi naturali strato filtro	2.6	t/m ³
D _{15f}	Diametro 15% strato filtro	0.27	m
D _f	Diametro 85% Terreno	0.0003	m
Df/Db	166.66		NON VERIFICATO

Come si può evincere dal risultato riportato in tabella, il criterio di Terzaghi non è soddisfatto, pertanto si ritiene necessaria l'interposizione di uno strato di geocomposito tra lo scanno di imbasamento e il terreno, la cui resistenza minima a trazione è posta pari a 50 kN ed è stata determinata applicando il criterio di *Lawson*, come riportato nella tabella seguente:

Tabella 5.12: Dimensionamento geocomposito

Dimensionamento geocomposito			
approccio di calcolo	LAWSON		
F _t (geogriglia)	Resistenza geogriglia scelta	50	kN/m
P _{85%}	Peso masso 85% strato filtro	0.27	t
D _{85%}	Diametro 85 %	0.56	m
Coeff. Sicur.	Coefficiente di sicurezza	3	
Largh. Provino	Larghezza provino	76	mm
F _t (richiesta)	Resistenza minima richiesta	22.05	kN/m
F _t (geog.) > F _t (rich.)	VERIFICATO		

5.5 DIMENSIONAMENTO BARRIERA SOMMERSA

5.5.1 Dimensionamento mantellata

Analogamente ai due pennelli, il dimensionamento della mantellata in massi naturali della barriera sommersa è stato effettuato utilizzando l'approccio di Van der Meer descritto nel paragrafo 5.1. Il dimensionamento è stato condotto, a vantaggio di sicurezza senza considerare il sovralzato, utilizzando i dati di onda descritti nel paragrafo 4. Dai calcoli risulta che, dovranno essere utilizzati massi naturali di terza categoria (3-7 tonnellate) per uno spessore della mantellata pari a 2.50 m.

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

Tabella 5.13: Dimensionamento mantellata

Dimensionamento mantellata barriera sommersa			
approccio di calcolo	Van der Meer		
γ_w	densità acqua di mare	1.03	t/m ³
γ_s	densità elemento lapideo	2.6	t/m ³
Δ	densità relativa elemento lapideo	1.4077	ad.
h	profondità	5.6	m
h _c	quota del coronamento della struttura rispetto al fondo	4.1	m
S	grado di danneggiamento	2	ad.
N	numero di densità spettrale	8.1803	ad.
L	lunghezza d'onda	185.34	m
d ₅₀	diametro caratteristico	1.05	m
W ₅₀	Peso medio calcolato	3.12	t
Range adottato	TERZA CATEGORIA		t
spessore doppio strato	2.50		m

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

5.5.2 Dimensionamento strato filtro

Al di sotto della mantellata verrà interposto uno strato filtro dello spessore minimo di 1.10 m in massi naturali di I categoria ed infine uno strato di imbasamento in massi di Tout Venant (pezzatura da 0.05 a 0.5 t) dello spessore di 50 cm. Si riportano a seguire per la sezione maggiormente sollecitata la tabella riassuntiva del dimensionamento della mantellata e dello strato filtro.

Tabella 5.14: Dimensionamento Strato filtro

Dimensionamento strato filtro barriera sommersa			
approccio di calcolo	Van der Meer		
γ_w	densità acqua di mare	1.03	t/m ³
γ_s	densità elemento lapideo	2.6	t/m ³
Δ	densità relativa elemento lapideo	1.4077	ad.
h	profondità	5.6	m
h _c	quota del coronamento della struttura rispetto al fondo	1.6	m
S	grado di danneggiamento	2	ad.
N	numero di densità spettrale	14.8968	ad.
L	lunghezza d'onda	185.34	m
d ₅₀	diametro caratteristico	0.57	m
W ₅₀	Peso medio calcolato	0.56	t
Range adottato	PRIMA CATEGORIA		t
spessore doppio strato	1.10		m

5.5.3 Verifica dei criteri di ritenzione e Criterio di idoneità meccanica

La verifica della transizione tra gli elementi lapidei che costituiscono le sezioni tipologiche di progetto è stata eseguita utilizzando il criterio proposto dal CERC. Essa ha l'obiettivo di verificare la migrazione della frazione più fine attraverso il corpo drenante. Il valore del diametro degli elementi lapidei del filtro D_f (in questo caso rappresentato dagli elementi della mantellata) è stato assunto pari a quello di un masso naturale da 3 t (limite inferiore della pezzatura utilizzata per la mantellata), mentre il diametro del materiale di base D_b (costituito dagli elementi dello strato filtro) è stato assunto pari a quello di un masso naturale da 1500 kg. Stesso procedimento è stato effettuato tra lo strato filtro e lo stato di imbasamento prendendo come riferimento come D_f il diametro della prima categoria e D_b il diametro dello strato di imbasamento

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

Tabella 5.15: Criterio ritenzione mantellata-strato filtro

Criterio ritenzione mantellata strato filtro			
approccio di calcolo	Cerc Rif. SPM '84		
$\gamma_{s,mantellata}$	Peso specifico massi naturali mantelalta	2.6	t/m ³
$\gamma_{s,strato\ filtro}$	Peso specifico massi naturali strato filtro	2.6	t/m ³
Df	Diametro mantellata	1.26	m
Df	Diametro Strato filtro	0.68	ad.
Df/Db	1.86		VERIFICATO

Tabella 5.16: Criterio ritenzione strato filtro – scanno imbasamento

Criterio ritenzione strato filtro imbasamento			
approccio di calcolo	Cerc Rif. SPM '84		
$\gamma_{s,mantellata}$	Peso specifico massi naturali strato filtro	2.6	t/m ³
$\gamma_{s,strato\ filtro}$	Peso specifico massi naturali imbasamento	2.6	t/m ³
Df	Diametro strato filtro	0.68	m
Df	Diametro Tout venant	0.48	ad.
Df/Db	1.41		VERIFICATO

La verifica della transizione tra imbasamento (scanno in tout-venant) e terreno di fondazione è stata eseguita utilizzando il criterio proposto da Terzaghi, considerando come valore di D15f (diametro corrispondente al 15% del passante in peso dello strato filtro, rappresentato dal pietrame) quello del diametro corrispondente ad un masso da 50 kg e come D85b (diametro corrispondente all'85% del passante in peso del terreno di base) un valore pari a 0.2 mm (tale valore è stato ricavato sulla base dei risultati della campagna di indagini sedimentologiche ABBACO effettuate a supporto della progettazione definitiva).

RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE RELATIVE OPERE RIGIDE

Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-REL-01-00 – Luglio2023

Tabella 5.17: Verifica Terzaghi strato di imbasamento terreno di fondazione

Verifica scanno di imbasamento – terreno di fondazione			
approccio di calcolo	Cerc Rif. SPM '84		
$\gamma_{s, \text{imbasamento}}$	Peso specifico massi naturali strato filtro	2.6	t/m ³
D _{15f}	Diametro 15% strato filtro	0.27	m
D _f	Diametro 85% Terreno	0.0003	m
Df/Db	166.66		NON VERIFICATO

Come si può evincere dal risultato riportato in tabella, il criterio di Terzaghi non è soddisfatto, pertanto si ritiene necessaria l'interposizione di uno strato di geocomposito tra lo scanno di imbasamento e il terreno, la cui resistenza minima a trazione è posta pari a 50 kN ed è stata determinata applicando il criterio di *Lawson*, come riportato nella tabella seguente:

Tabella 5.18: Dimensionamento geocomposito

Dimensionamento geocomposito			
approccio di calcolo	LAWSON		
Ft (geogriglia)	Resistenza geogriglia scelta	50	kN/m
P _{85%}	Peso massa 85% strato filtro	0.27	t
D _{85%}	Diametro 85 %	0.56	m
Coeff. Sicur.	Coefficiente di sicurezza	3	
Largh. Provino	Larghezza provino	76	mm
Ft (richiesta)	Resistenza minima richiesta	22.05	kN/m
Ft (geog.) > Ft (rich.)	VERIFICATO		

**Codice Elaborato 2021E014INV-01D-02-OM-RS-
REL-01-00 – Luglio2023**

**RELAZIONE TECNICA – DIMENSIONAMENTO DEL RIPASCIMENTO E DELLE
RELATIVE OPERE RIGIDE**

Appendix A

