



AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE  
DEL MAR TIRRENO CENTRALE  
NAPOLI · SALERNO · CASTELLAMMARE DI STABIA

# AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE - PORTO DI NAPOLI

## PROLUNGAMENTO DELLA DIGA DUCA D'AOSTA A PROTEZIONE DEL NUOVO TERMINAL CONTENITORI DI LEVANTE - I STRALCIO

### PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato :

## Relazione Generale

Scala:

1 9    0 0 2    D R    0 0 2    0 1    G E N

Committente:



AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE  
DEL MAR TIRRENO CENTRALE

Responsabile Unico del Procedimento:  
Dott. Ing. Rosa PALMISANO

Mandataria



Via Monte Zebio, 40  
00195 ROMA

Coordinamento di progetto  
Dott. Ing. Marco TARTAGLINI

PROGETTISTI

Responsabile integrazione  
prestazioni specialistiche  
Prof. Ing. Alberto NOLI

Mandanti



Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Redatto:	Controllato:	Validato:
	15.10. 2019	1	REVISIONE	F. Capozzi	P. Contini	M. Tartaglini
	05.06. 2019	0	EMISSIONE	F. Capozzi	P. Contini	M. Tartaglini

La MODIMAR s.r.l. si riserva la proprietà di questo disegno con la proibizione di riprodurlo o trasferirlo a terzi senza autorizzazione scritta.  
This document is property of MODIMAR s.r.l. Reproduction and divulgation forbidden without written permission

Visto del Committente:




AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE  
DEL MAR TIRRENO CENTRALE  
NAPOLI - SALERNO - CASTELLAMMARE DI STABIA

**AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE**  
**PORTO DI NAPOLI**  
**PROLUNGAMENTO DIGA DUCA D'AOSTA A PROTEZIONE DEL NUOVO**  
**TERMINAL CONTENITORI DI LEVANTE – I STRALCIO**  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**RELAZIONE GENERALE**

**Indice**

1. Premessa .....	3
2. Descrizione sintetica degli obiettivi e delle opere progettate .....	5
3. Inserimento dell'intervento sul territorio .....	11
4. Aspetti tecnici .....	12
4.1 La geologia .....	12
4.2 Caratterizzazione dei sedimenti sui fondali dell'area di intervento .....	14
4.3 Caratterizzazione geotecnica, verifiche di stabilità dell'opere e entità dei cedimenti .....	15
4.4 Aspetti meteomarini .....	19
4.4.1 Inquadramento geografico del paraggio .....	20
4.4.2 Definizione del clima di moto ondoso al largo del porto di Napoli .....	21
4.4.3 Propagazione sotto costa della serie di dati ondametrici .....	22
4.4.4 Analisi statistica degli eventi estremi di moto ondoso .....	23
4.4.5 Analisi del regime dei livelli e analisi degli estremi congiunti moto ondoso-livelli .....	25
4.5 Tracimazione e aspetti di durabilità e sicurezza .....	26
4.6 Aspetti paesaggistici .....	28
4.7 Aspetti della morfodinamica costiera .....	29
4.8 Aspetti sismici .....	34

4.9	Aspetti sulle interferenze e sicurezza dei luoghi di lavoro .....	35
4.10	Aspetti ambientali .....	35
4.11	Analisi delle interferenze .....	36
4.12	Rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) .....	37
5.	Prezzi unitari e computo metrico estimativo .....	38
6.	Costo e durata delle opere .....	39
7.	Cronoprogramma .....	39

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

## 1. Premessa


Con Bando di Gara del 21 marzo 2018, l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centrale ha dato avvio ad una procedura aperta ex art. 60, D.Lgs 50/2016 (delibera A.P. 71/18 del 5 marzo 2018) per l'affidamento dei servizi tecnici di architettura e ingegneria per la progettazione definitiva ed esecutiva, il coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, la direzione dei lavori, il coordinamento della sicurezza in fase esecutiva, oltre a prestazioni integrative, inerenti ai lavori del "Prolungamento della diga Duca d'Aosta a protezione del nuovo terminal contenitori di levante – I stralcio". CUP: I61H12000220006, CIG: 74271749DE.

Il raggruppamento temporaneo costituito fra MODIMAR s.r.l. (mandataria) e VDP s.r.l., VAMS Ingegneria s.r.l., React Studio s.r.l., G.I.A. Consulting s.r.l., S.I.S.P.I. s.r.l., Install s.r.l. (mandanti) – *RT Modimar nel prosieguo* - è risultato aggiudicatario del servizio, giusta delibera n. 412/18 del Presidente dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centrale del 21 dicembre 2018 e successiva integrazione del 4 aprile 2019. La presente relazione è parte del Progetto Definitivo.

La presente Relazione Generale, conformemente a quanto disposto dall'art. 25 del DPR 207/2010 <sup>(1)</sup>, fornisce i chiarimenti atti a dimostrare la rispondenza del progetto definitivo alle finalità dell'intervento, il rispetto del prescritto livello qualitativo, dei conseguenti costi e dei benefici attesi.

Nell'elaborazione del Progetto Definitivo si è fatto esplicito riferimento al Progetto Preliminare (nel seguito PP) redatto dall'Ufficio Tecnico dell'AdSP nell'ambito del Grande Progetto del porto di Napoli "Logistica e Porti - Sistema integrato portuale di Napoli" approvato dalla giunta Regionale Campania con Decreto Dirigenziale UOGP n. 20 del 7/12/2016. Tale Grande Progetto, a valere sul POR Campania FESR 2014-2020, Asse VII del POR Campania FESR 2014-2020, Priorità di investimento 7c - Obiettivo Specifico 7.2., Azione 7.2.1, risulta notificato e ritenuto ricevibile alla Comunità Europea per un importo massimo pari a 148.212.026,85 milioni di euro di finanziamenti pubblici per opere infrastrutturali. L'intervento in progetto è previsto nel

1 Come disposto dall'art. 23 comma 3 del nuovo Codice Appalti (D.lgs 50/2016 e ss.mm.ii.) fino all'entrata in vigore dello specifico decreto ministeriale che definisce i contenuti della progettazione nei tre livelli di progettazione si applica l'art. 216 comma 4 del suddetto codice e pertanto, "continuano ad applicarsi le disposizioni di cui alla parte II, titolo II, capo I (articoli da 14 a 43: contenuti della progettazione), nonché gli allegati o le parti di allegati ivi richiamate del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207".

 <small>AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE NAPOLI-SALERNO-CASTELLONARTE DI STABIA</small>	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	002	01	GEN

Programma Triennale 2016-2018 dell'Autorità Portuale di Napoli ed è finanziato con il POR Campania FESR 2014-2020.


Per il primo stralcio dell'intervento di estensione ipotizzata pari a 100 m circa, l'importo complessivo stimato sulla base del Progetto Preliminare (PP) è pari ad €19.983.164,00, di cui €17.000.000,00 per lavori inclusi gli oneri di sicurezza e €2.983.164,00 per le somme a disposizione dell'Amministrazione, il cui impegno spesa è stato approvato con Delibera n. 33 del 30.12.2016.

Con riferimento all'intervento delineato dal PP, nei capitoli seguenti sono descritti: i criteri seguiti per le scelte progettuali; gli aspetti dell'inserimento dell'intervento sul territorio; le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali prescelti; i criteri di progettazione delle strutture con particolare riferimento agli aspetti di sicurezza, funzionalità ed economia di gestione delle opere progettate.

Rimandando, per i dettagli, alle relazioni tecniche e specialistiche, nella presente relazione generale del progetto definitivo è riportata una sintesi dei seguenti aspetti tecnici che contraddistinguono l'intervento che in sostanza riguardano il 1° stralcio del prolungamento della diga Duca d'Aosta a protezione del nuovo terminal contenitori di levante: l'esposizione meteomarina; la geologia; le caratteristiche geotecniche e strutturali delle opere progettate. Si riporta anche una sintesi degli aspetti ambientali, paesaggistici ed archeologici del sito, desunti dallo Studio Preliminare Ambientale e dalla Relazione per la verifica dell'interesse Archeologico appositamente redatte.

Come precisato nei capitoli seguenti l'intervento per ubicazione, tipologia e destinazione d'uso oltre a non contemplare opere di abbellimento artistico o di valorizzazione architettonica non riguarda tematiche progettuali inerenti il superamento delle barriere architettoniche e/o specifiche verifiche di interferenze o idoneità con le reti di servizi (aree e/o sotterranee) fatta eccezione per quelle proprie della stessa diga interessata dai lavori.

L'insieme delle attività espletate dal gruppo di lavoro nell'ambito della redazione del Progetto Definitivo di fatto ha confermato l'impostazione di base delle opere che compongono l'intervento delineato dal PP, approfondendo gli aspetti tecnici ed economici ed apportando di conseguenza oggettive e motivate ottimizzazioni sull'intervento.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
	19	002	DR	002	01	GEN

## 2. Descrizione sintetica degli obiettivi e delle opere progettate

Il sistema di opere di difesa dall'azione del moto ondoso, dello specchio acqueo interno al porto di Napoli, è costituito dalle seguenti strutture (vedi Figura 1):

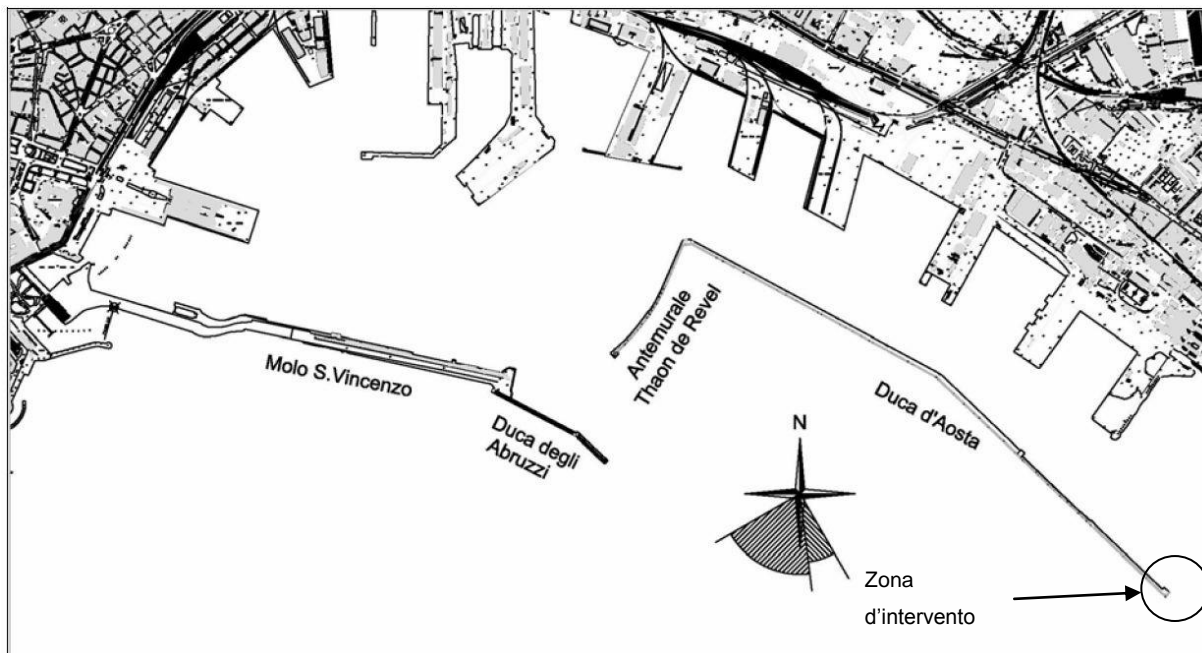



Figura 1 – Porto di Napoli

- ✓ il Molo S. Vincenzo e, in prosecuzione dello stesso, la Diga Duca degli Abruzzi;
- ✓ l'Antemurale Thaon de Revel, diga distaccata dalla linea di costa e ubicata all'imboccatura principale del porto a cui è radicata, all'estremità di NE, la Diga Foranea Emanuele Filiberto Duca d'Aosta che si estende per circa 2,1 Km dall'imboccatura principale del porto fino all'imboccatura di levante, parallelamente alla linea di costa.

Relativamente alla tipologia costruttiva, il Molo S. Vincenzo e il primo tratto della Diga Duca degli Abruzzi sono del tipo a gettata (o a scogliera); il secondo tratto della Diga Duca degli Abruzzi, l'Antemurale Thaon de Revel e la Duca d'Aosta sono del tipo a parete verticale. Tale sistema di protezione risulta inadeguato sia alle esigenze degli ormeggi esistenti sia al futuro assetto relativo alla banchina da destinare al traffico contenitori del nuovo Terminal di levante.

Il prolungamento della diga foranea recepisce le esigenze di espansione verso levante indicate nel P.R.P. di Napoli ed è strettamente correlata ai lavori di adeguamento della Darsena di Levante a Terminal contenitori. L'intervento realizzerà il

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

miglioramento della protezione dal moto ondoso e delle condizioni di sicurezza e di fruibilità del porto e, in particolare, dell'ingresso e della manovra di evoluzione nel bacino portuale alle navi di grandi dimensioni.

Un ulteriore obiettivo del progetto definitivo è stata la ricerca della miglior soluzione tecnico-economica relativa all'importo complessivo di questo primo stralcio per circa 100 m di diga, stimato pari a € 19.983.164,00, di cui €17.000.000 per lavori inclusi gli oneri di sicurezza e € 2.983.164,00 per le somme a disposizione dell'Amministrazione, il cui impegno spesa è stato approvato con Delibera n. 33 del 30.12.2016.

Nell'ambito del Progetto Definitivo lo scenario di intervento prospettato dal PP è stato verificato ed ottimizzato sulla base di dati oggettivi avvalendosi dei risultati di specifiche indagini di campo (rilievo topografico, batimetrico, side scan sonar) e di studi specialistici (studio Meteomarinò, Penetrazione moto ondoso ed agitazione interna; Studio delle azioni del moto ondoso sui cassoni e tracimazione).

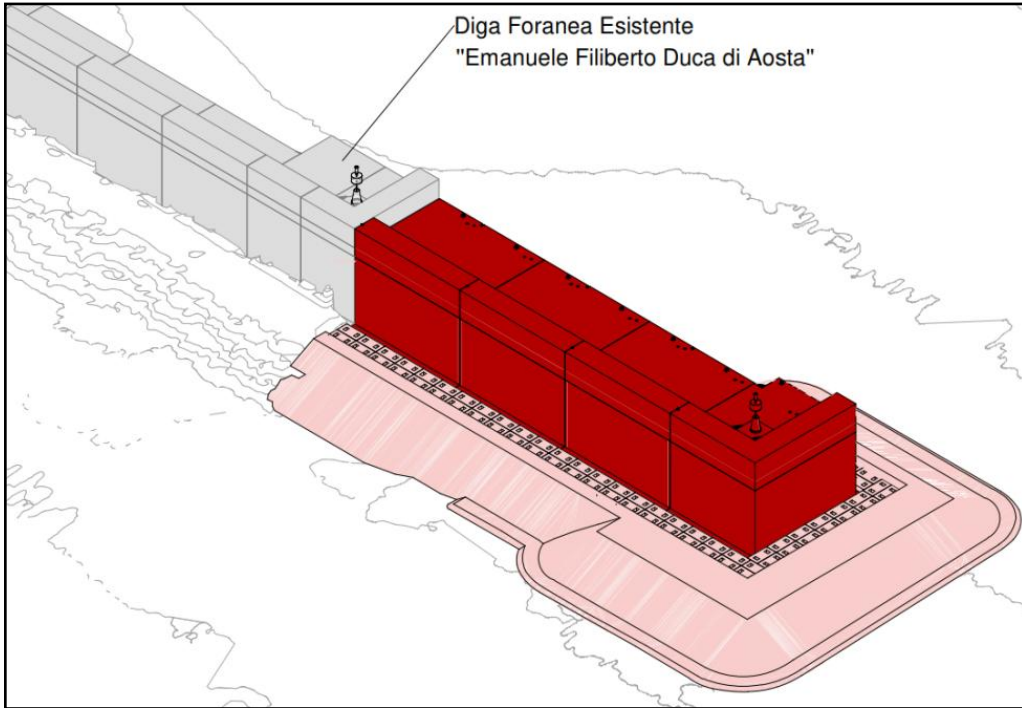
L'opera in progetto è una diga marittima a gravità di tipo composto verticale a cassoni cellulari su imbasamento di pietrame, analoga alla struttura già esistente. Si tratta di una tipologia molto utilizzata in Italia, sviluppata dai Romani sin dalla sua prima applicazione militare ai tempi di Giulio Cesare a Brindisi e poi da Erode a Cesarea. Risulta molto vantaggiosa per la costruzione di dighe profonde e distaccate da terra (foranee) in mari microtidali, quale appunto il caso della storica Diga Duca D'Aosta, che rappresenta in sé una interessante testimonianza della evoluzione tecnologica delle dighe a parete per oltre un secolo (Franco 1994<sup>2</sup>). La diga Duca d'Aosta è stata oggetto di studi e ricerche ad opera dei soci della Modimar, che ne conoscono bene le peculiarità e la storia degli ultimi trentacinque anni<sup>3</sup>.

L'estensione del prolungamento della Diga Duca D'Aosta prevista dal progetto definitivo è di 105 m, comprendente 3 cassoni allineati secondo l'asse della diga di testata più 1 cassone di testata disposto ortogonalmente al suddetto asse. Vista assometrica e planimetria delle opere sono riportate nelle illustrative Figura 2 e Figura 3 riportate di seguito.

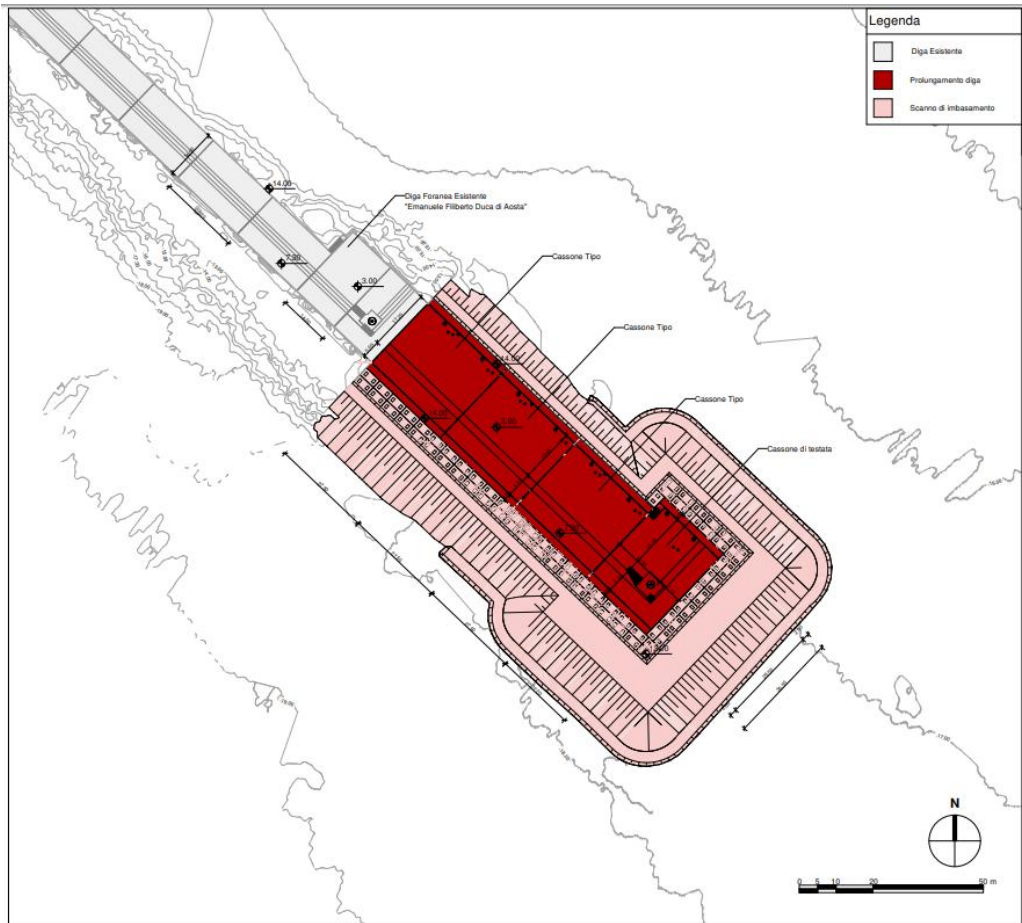
<sup>2</sup> Franco L. Vertical Breakwaters: the Italian experience, Coastal Eng. 1994

<sup>3</sup> Franco L., Passoni G., The failure of the caisson breakwater Duca D'Aosta in Naples harbour during the storm of 11 January 1987, Proc. 2nd Workshop of MAST G6-S-Project 2, Plymouth, February, University of Hannover, 1992.






**Figura 2 – Prolungamento della diga foranea Duca d'Aosta I° stralcio - Vista assonometria**



**Figura 3 – Planimetria delle opere**




	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

I cassoni, analogamente a quelli del tratto terminale della diga esistente, saranno imbasati a quota -15,00 rispetto al l.m.m, su apposito scanno di pietrame, e saranno sormontati da una sovrastruttura fuori acqua realizzata in calcestruzzo, costituita da massiccio di sovraccarico di spessore pari a 2,00 m e muro paraonde, quest'ultimo con sommità a quota +7,30 m dal l.m.m. e larghezza variabile da 5,00 m a 7,15 m (vedi Figura 4). Le dimensioni complessive in pianta del fusto del cassone tipo sono 22,20m x 27,50m, mentre quelle del cassone di testata (vedi Figura 5) sono 26,50 m x 22,20 m. L'altezza, comprensiva della platea di fondazione, esclusa la sovrastruttura, sarà pari a 16,00 m.

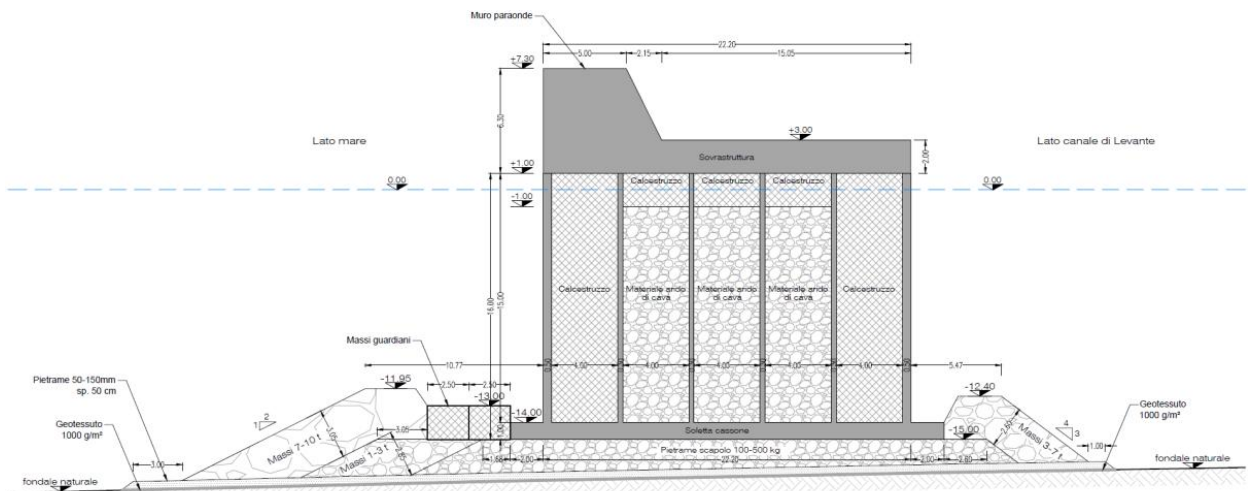
Per i primi 50 m circa, a partire dall'attuale cassone di testata, corrispondenti ai primi due cassoni, lo scanno d'imbasamento sarà costituito prevalentemente dal materiale della scogliera esistente realizzata a protezione della testata della diga, che dalle indagini eseguite risulta pervenire fino al tetto del substrato geologico naturale costitutivo dell'area (tufo). La porzione di scogliera esistente eccedente, al di sopra della quota -15,0 m s.l.m., verrà salpata e riutilizzata nell'ambito dei lavori. Per la restante porzione del prolungamento contraddistinta dalla presenza di sedimenti sul fondo, lo scanno d'imbasamento dei cassoni sarà realizzato su uno strato di pietrame 50-150 mm di nuova fornitura con spessore costante di 50 cm, che insieme ad un geotessuto posto a contatto del fondale naturale costituisce un intervento di miglioramento. L'intervento si estende oltre la superficie di impronta dello scanno su entrambi i lati così da aumentare la protezione del fondale naturale anche contro indesiderati fenomeni di erosione provocati dal passaggio delle navi e/o dall'azione del moto ondoso oltre l'impronta dello scanno. A questa soluzione, che prevede la realizzazione dello scanno d'imbasamento dei cassoni direttamente sul fondale attuale senza asportazione di sedimenti, si è giunti a seguito di approfondimenti progettuali che, in virtù della limitata potenza delle sabbie superficiali compresa tra 0,0 e circa 2,0 m, sovrastante lo strato della formazione tufacea, non hanno evidenziato alcun problema sia nei confronti della stabilità sia dei cedimenti dell'opera in progetto.

Lo scanno d'imbasamento dei cassoni sarà realizzato con pietrame 100÷500 kg rivestito lato porto da una scogliera in doppio strato di massi 3÷7 t, lato mare da una scogliera in doppio strato di massi 7 ÷ 10 t su uno strato di transizione di massi naturali in doppio strato 1÷ 3 t. Le dimensioni geometriche complessive della sezione

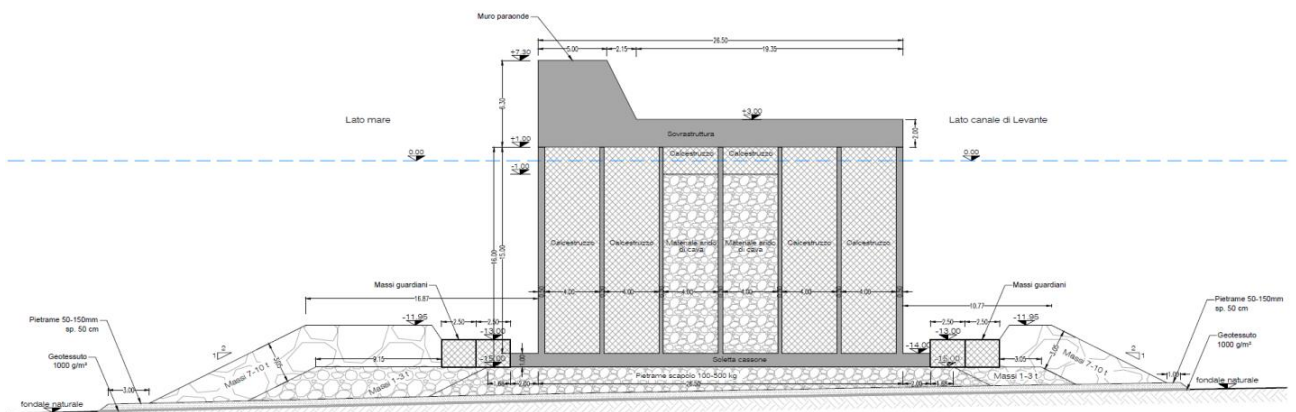
	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

trasversale tipo (cfr. Figura 4) sono pari a 38,50 m in sommità, con pendenza della scarpa pari a 2/1 verso largo e 4/3 verso terra. La sezione di testata prevede (cfr.Figura 5) un ampliamento della mantellata di massi di IV cat a protezione di tutto il perimetro esposto.

Al piede lato mare dei cassoni, per tutta la lunghezza e lungo tutto il perimetro del cassone di testata, è prevista una protezione antiscalzamento con una doppia fila di massi guardiani in calcestruzzo di forma parallelepipedica 2,50 m x 5 m x 2 m.




**Figura 4 – Sezione tipologica**




**Figura 5 – Sezione di testata**

L'intervento sarà realizzato interamente a mare, nello specchio acqueo demaniale antistante il canale di accesso di levante del Porto di Napoli, a partire dall'estremità dell'esistente diga foranea. I cassoni saranno realizzati in un bacino galleggiante e trasportati in condizioni di galleggiamento fino al luogo d'impiego, dove saranno affondati nella posizione finale. Successivamente, i cassoni saranno zavorrati

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

in opera mediante il riempimento delle celle con materiale incoerente: pietrame per la parte interna e con calcestruzzo per la parte esterna.

Scontati i cedimenti di assestamento della scogliera d'imbasamento e del terreno di fondazione (fondale), verranno realizzati i giunti chiave tra cassoni, la sovrastruttura in calcestruzzo ed il muro paraonde. Al fine di evitare eventuali interventi di manutenzione molto onerosi, durante le fasi di costruzione verrà posta particolare attenzione alla verifica del suddetto assestamento attraverso l'attuazione di un piano di monitoraggio, considerato che le opere a parete verticale tollerano lievi cedimenti totali e differenziali.


 <small>AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE NAPOLI-SALERNO-COSTA LOMBARDE DI STABIA</small>	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	002	01	GEN

### 3. Inserimento dell'intervento sul territorio

In generale le opere marittime presentano una trascurabile rilevanza urbanistica essendo finalizzate a soddisfare esigenze della navigazione.

Nello specifico, il prolungamento della diga foranea recepisce le esigenze di espansione verso levante indicate nel Piano Regolatore del Porto di Napoli e si configura come modifica dell'esistente diga foranea, strettamente correlata alla trasformazione della Darsena di Levante in nuovo Terminal Contenitori.

L'intervento di prolungamento risulta congruente con il vigente strumento di programmazione urbanistica (P.R.G. di Napoli del 1972 e successive varianti elaborate dal Comune di Napoli).

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

## 4. Aspetti tecnici

### 4.1 La geologia

Per il sito in esame, la stratigrafia risulta ben definita, con strati caratterizzati da una giacitura sostanzialmente orizzontale con successioni stratigrafiche schematizzate nella sezione di seguito riportata. I dati disponibili forniscono pertanto un quadro completo e chiaro del sottosuolo.

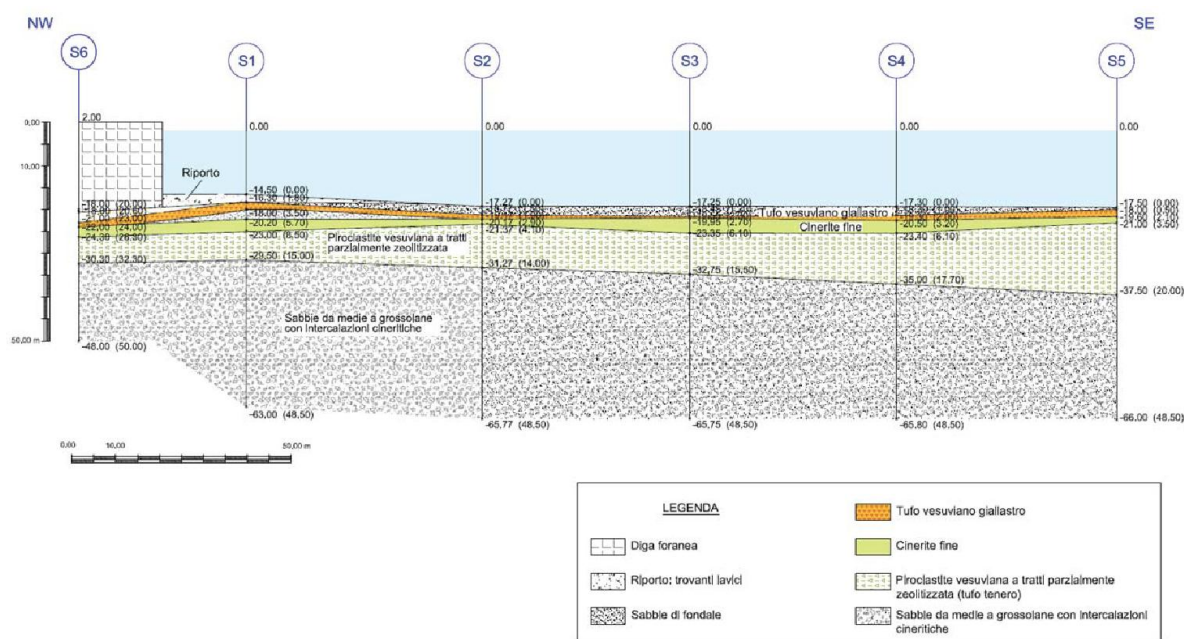



Figura 6 - Sezione stratigrafica dell'area oggetto di intervento

Sulla base delle risultanze delle indagini e delle prove eseguite dalla Società Tecno IN S.p.A. (riportate in allegato) è stato possibile definire il modello geomeccanico delle aree oggetto di intervento.

La successione stratigrafica naturale risulta costituita da sabbie da fini a medie con frammenti di gusci per uno spessore variabile dai 0.5 ai 2 m poggianti su uno strato di Tufo vesuviano giallastro, in alcuni casi affiorante (come rilevabile dal rilievo side scan sonar allegato), le cui quote variano alla sommità da 16.30 a 21 m s.l.m. e alla base da 18 a 22 m s.l.m., con spessori variabili da 0.5 a 1.5 m circa.

Al di sotto, dopo un modesto strato di cinerite fine grigio verde, è presente un livello di cinerite parzialmente zeolitizzata, con quote del tetto variabili tra 21 e 24.30 m s.l.m..

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE		Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019					
	19	002	DR	002	01	GEN		

La quota di base di tale strato, invece, varia da 29.50 a 37.50 m s.l.m., approfondendosi dalla testata della diga foranea verso sud est, ovvero lungo l'allineamento indagato.

Al di sotto, sino alla profondità massima di indagine, la stratigrafia è caratterizzata da sabbia da media a grossolana di natura piroclastica, a tratti intercalata da orizzonti cineritici.


Nella tabella seguente vengono elencate le risultanze dei parametri meccanici/edometrici ricavabili delle prove s.p.t. e la valutazione media delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei livelli analizzati, valutati sulla base delle risultanze delle prove s.p.t. e dei risultati delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati prelevati in agosto 2017.

I risultati dei test in situ e di laboratorio sono stati raggruppati in livelli o orizzonti di profondità variabile, in corrispondenza dei quali sono disponibili dati sufficienti per la corretta caratterizzazione di tali depositi. Per tutti i livelli caratterizzati i valori delle prove penetrometriche ( $30 < N_{spt} < 50$ ), indicano che lo stato dei terreni varia da addensato a molto addensato

spt n°	Profondità	sigla	$D_r$	$\varphi$	$E$	$E_d$	$\gamma$	$\nu$
			Densità relativa Gibbs & Holtz 1957	Angolo di resistenza al taglio Sowers (1961)	Modulo di Young (Mpa) Schmertmann (1978) (Sabbie)	Modulo Edometrico (Mpa) Buisman-Sanglerat (sabbie)	Peso unità di volume Meyerhof ed altri	Modulo di Poisson Correlazione (A.G.I.)
S4p1	5,50 - 5,95	cf	79,19	35,16	20,05	15,04	20,4	0,3
S3p1	5,70 - 6,15	cf	62	36,32	23,32	17,49	20,89	0,3
S1p1	6,50 - 6,95	cf	60	36,06	22,59	16,94	20,79	0,3
S4p2	10,50 - 10,95	cf	89,36	35,8	21,87	16,4	20,69	0,3
S4p3	15,50 - 15,95	cf	77,65	35,29	20,41	15,31	20,5	0,3
S2p1	5,50 - 5,95	pz	80,8	36,45	23,68	17,76	20,99	0,29
S5p1	6,00 - 6,45	pz	77	37,85	27,61	20,7	21,38	0,28
S2p2	10,50 - 10,95	pz	90,83	37,36	26,22	19,67	21,18	0,29
S3p2	10,50 - 10,95	pz	80,31	36,84	24,77	18,58	21,08	0,29
S5p2	12,50 - 12,95	pz	65	40,6	35,31	26,48	21,77	0,26
S1p2	14,50 - 14,95	pz	76,08	36,45	23,68	17,76	20,99	0,29
S3p3	14,50 - 14,95	pz	84,31	36,45	2,68	17,76	20,99	0,29
S5p3	19,50 - 19,95	pz	89,05	39,82	33,13	24,85	21,67	0,27
S2p3	15,50 - 15,95	ps	75,93	34,9	19,32	14,49	20,3	0,31
S3p4	17,50 - 17,95	ps	66,75	35,29	20,41	15,31	20,5	0,3
S1p3	19,60 - 20,05	ps	84,23	41,22	37,05	27,79	21,87	0,26
S4p4	20,50 - 20,95	ps	68,75	34,77	18,96	14,22	20,3	0,31
S2p4	21,00 - 21,45	ps	69,29	35,03	19,69	14,76	20,4	0,3
S5p4	29,30 - 29,75	ps	65,94	36,32	23,32	17,49	20,89	0,3
S1p4	31,00 - 31,45	ps	71,73	42,41	38,5	28,88	21,87	0,26
S4p5	37,50 - 37,95	ps	63,18	37,49	26,59	19,94	21,28	0,29
S2p5	38,00 - 38,45	ps	60,32	36,58	24,05	18,03	20,99	0,29

Tab. 1 - elaborazione delle prove s.p.t.



	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE		Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019			
	19	002	DR	002	01	GEN

Profondità	sigla	<i>D<sub>r</sub></i>	<i>e</i>	<i>E</i>	<i>E<sub>d</sub></i>	<i>γ</i>	<i>v</i>	Litologia
		Densità relativa Gibbs & Holtz 1957	Angolo di resistenza al taglio Sowers (1961)	Modulo di Young (Mpa) Schmertmann (1978) (Sabbie)	Modulo Edometrico (Mpa) Buisman-Sanglerat (sabbie)	Peso unità di volume Meyerhof ed altri	Modulo di Poisson Correlazione (A.G.I.)	
5,50-15,95	cf	73.5	35.7	21.6	16.2	20.04	0.30	cinerite fine
5,50-19,95	pz	80.4	37.7	24.6	17.7	21.2	0.28	piroclastite "zeolitizzata"
15,50-38,45	ps	69.5	37.1	25.3	18.9	20.9	0.29	Piroclastite sabbiosa

**Tab. 2 - valori medi delle caratteristiche fisiche e meccaniche per ogni livello caratterizzato**


## 4.2 Caratterizzazione dei sedimenti sui fondali dell'area di intervento

Nel caso in esame, non essendo previsto il dragaggio dei fondali per la realizzazione dello scanno d'imbasamento dei cassoni e tenuto conto della qualità dei sedimenti (cfr. con la Relazione 19\_002\_DR\_009\_01\_AMB: "Caratterizzazione dei sedimenti"), si è prevista la realizzazione di un miglioramento dello stato dei fondali in situ, finalizzato a isolare il materiale più superficiale rispetto alle matrici ambientali circostanti, rimanendo nel medesimo ambiente marino. L'intervento consiste:

- nella posa sul fondale naturale di uno strato di geotessile per il "miglioramento statico" e la "tenuta ambientale" su tutta la superficie d'impronta relativa alla nuova opera;
- nel posizionamento, al disopra del geotessuto, di uno strato di ghiaia di nuova fornitura di spessore 0,50 m con funzione di zavorramento del geotessile.

L'intervento è tale da non risentire del passaggio dei natanti o di altre attività di movimentazione. Durante la sua realizzazione il materiale inerte dovrà essere posto in opera solo meccanicamente, con draghe o benne, procedendo lentamente e in maniera uniforme per assicurare la corretta stratificazione ed evitare la messa in sospensione, la dispersione ed il mescolamento dei sedimenti naturali sottostanti il geotessuto.

Durante l'esecuzione dei lavori è prevista un'attività di monitoraggio con stazione di controllo per l'acquisizione in continuo di profili verticali di corrente e la misura della torbidità. Il sistema di monitoraggio, di proprietà della stazione appaltante, è costituito da una boa galleggiante cilindrica in materiale plastico colore giallo, completa di sensori meteorologici, di lettura della torbidità e di profilatore per misure di corrente ADCP e di modulo di gestione e controllo da remoto (datalogger), incluso adeguato corpo morto e catenaria di ancoraggio.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

In generale tutte le attività devono essere tali da minimizzare la ri-sospensione dei sedimenti, l'incremento della torbidità e non devono causare danno alla flora e fauna locale.

#### 4.3 Caratterizzazione geotecnica, verifiche di stabilità dell'opere e entità dei cedimenti

Il modello geotecnico di sottosuolo è stato ricostruito sulla base dell'interpretazione delle prove eseguite nella campagna di indagine del 2017, e di dati ottenuti da ulteriori campagne di indagini eseguite in passato nella stessa zona, nell'ambito della Progettazione Esecutiva dell' *“Escavo dei fondali dell'area portuale di Napoli con deposito dei materiali dragati in cassa di colmata della Darsena di Levante”*.

Le indagini sono consistite in:

- N°5 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a 48.50 m da q.f. (S1;S5);
- N°1sondaggio geognostico a distruzione di nucleo fino a 20 m da piano banchina e a carotaggio continuo fino a 50 m (S6);
- N°22 campioni indisturbati per la caratterizzazione fisica e meccanica mediante prove di laboratorio;
- N°23 prove penetrometriche dinamiche SPT, a differenti profondità;
- N°1 prova sismica DOWN-HOLE per la definizione delle caratteristiche sismostratigrafiche del sito.

Il sondaggio S6 è stato effettuato in corrispondenza del cassone di testata della diga esistente mentre i sondaggi S1-S2-S3 sono ubicati nell'area di intervento (CFR Figura 7 – Ubicazione delle indagini)

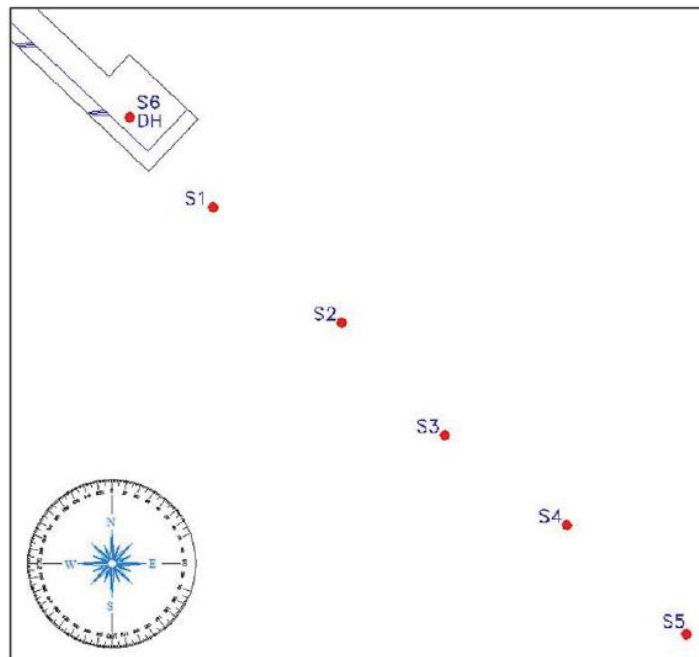


Figura 7 – Ubicazione delle indagini

Sulla base delle indagini geognostiche eseguite, sono stati riconosciuti i seguenti complessi litologici:

- Sabbie da fini a medie con frammenti di gusci dello spessore compreso tra 0.50 e 2.30 m (**S**);
- Tufo vesuviano giallastro, con spessore variabile da 0.50 a 1.70 m (**TVG**);
- Piroclastite vesuviana, a tratti parzialmente zeolizzata, con spessore di 8.00÷18.00 m (**P\_sup**);
- Sabbia da media a grossolana di natura piroclastica, a tratti intercalata da orizzonti cineritici (**P\_inf**).

La sezione stratigrafica così ricostruita è riportata in Figura 8.

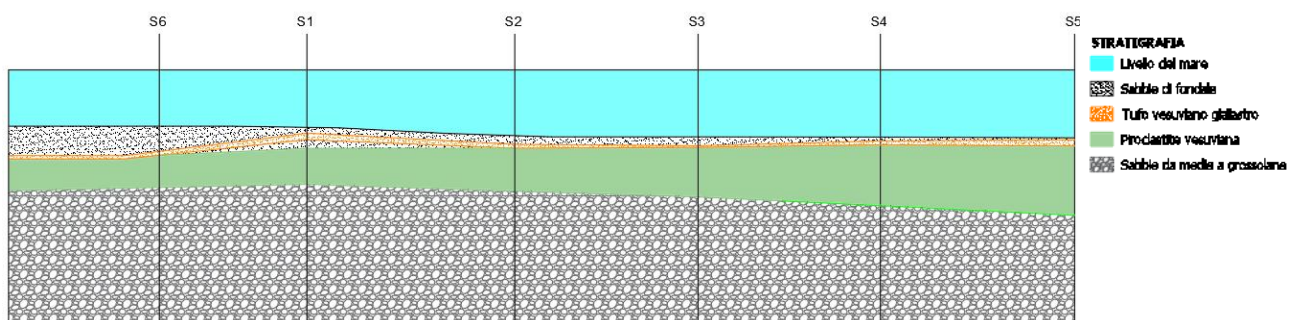



Figura 8 – Sezione stratigrafica

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

I campioni sono stati prelevati nella piroclastite vesuviana e nello strato di sabbia grossolana (“P<sub>sup</sub>” e “P<sub>inf</sub>”). Pertanto, al fine di caratterizzare dal punto di vista della resistenza meccanica e della deformabilità gli strati più superficiali del fondale (sabbie superiori “S” e di tufo “TVG”), avendo disponibili unicamente i parametri fisici e granulometrici ricavati dalle indagini ambientali, per i parametri di resistenza meccanica ( $c'$  e  $\phi$ ) si è fatto riferimento al modello geotecnico ricostruito per l’ *“Escavo dei fondali dell’area portuale di Napoli con deposito dei materiali dragati in cassa di colmata della Darsena di Levante (Progetto Esecutivo – Primo Stralcio, “Relazione geotecnica di calcolo”)*.

Per quanto invece riguarda il modulo di rigidezza a compressione  $E$  degli strati di sabbia “S” e tufo “TVG”, si è fatto riferimento a valori medi tipici per questi litotipi ricavati dalla letteratura.

Pertanto, a valle di tali considerazioni, è stato dedotto il modello geotecnico riportato in Tab. 3.


	Profondità tetto	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi'$	$c'$	$E$
	(m)	( $kN/m^3$ )	( $kN/m^3$ )	(°)	(kPa)	(MPa)
<b>S</b>	<b>14.50÷17.50</b>	16.0	16.0	30	0	2.0
<b>TVG</b>	<b>16.30÷19.50</b>	18.0	18.0	30	150	500
<b>P<sub>inf</sub></b>	<b>19.50÷22.00</b>	16.5	16.5	35	0	8.7
<b>P<sub>sup</sub></b>	<b>&gt;29.50</b>	18.0	18.0	30	0	9.0

Tab. 3 - Modello Geotecnico di sottosuolo

Applicando l’approccio pseudo-statico agli Stati Limiti Ultimi (SLU), in ottemperanza alla normativa vigente “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 17.01.2018 ed assimilando i cassoni a “strutture di sostegno”, sono stati considerati i seguenti stati limite ultimi:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
  - Scorrimento sul piano di posa
  - Ribaltamento
  - Schiacciamento del piano di posa

I carichi permanenti (**Gk**) che gravano sulla struttura in fase di esercizio sono:

 <small>AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE NAPOLI-SALERNO-CASTELLANNE DI STABIA</small>	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	002	01	GEN

- Peso proprio del cassone (calcestruzzo armato e materiale di riempimento delle celle) e della sovrastruttura in c.a.;
- Spinta di galleggiamento.

Le azioni variabili (**Qk**) considerate per il caso in esame sono rappresentate dal moto ondoso:

- Azione del moto ondoso in fase di cresta d'onda (Q1);
- Azione del moto ondoso in fase di cavo d'onda (Q2).


Le verifiche geotecniche sono state effettuate tramite i software di calcolo agli elementi finiti Plaxis in condizioni sia 2D che 3D.

Per i litotipi in esame, si è adottato un modello di comportamento elastico-perfettamente plastico (modello costitutivo di Mohr-Coulomb), secondo cui la superficie di snervamento coincide con l'involuppo di rottura nel piano  $\tau$ - $\sigma$ ; in tali ipotesi per stati tensionali rappresentati da punti collocati al di sotto di tale curva, il legame tensioni deformazioni risulta elastico lineare ed isotropo.

Le analisi hanno riguardato le sole azioni trasmesse dal cassone al piano di fondazione, in quanto la verifica strutturale di quest'ultimo è stata eseguita separatamente, come indicato nella relazione di calcolo delle strutture 19\_002\_DR\_003\_01\_CAL parte del presente progetto definitivo.

Le verifiche sono state eseguite sia per il cassone "tipo" che per il cassone di testata. Attraverso il codice di calcolo Plaxis sono stati valutati i valori massimi delle tensioni verticali all'intradosso della fondazione dei cassoni ed i valori dei cedimenti massimi nonché i valori dei coefficiente di sicurezza (FS) per le varie verifiche valutati mediante la fase C-phi reduction.

Come si può osservare dai risultati riportati nell'apposita relazione di calcolo geotecnico (elaborato 19\_002\_DR\_0014\_01\_GEO), i risultati delle due modellazioni risultano in buon accordo tra loro, e restituiscono valori dei coefficienti di sicurezza adeguati e ridotte deformazioni al piano di posa.

 <small>AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE NAPOLI-SALERNO-COSTAVERDIANI DI STABIA</small>	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	002	01	GEN

#### 4.4 Aspetti meteomarini

Lo studio meteomarino allegato al progetto aggiorna quello redatto dal progetto preliminare posto a base di gara. L'aggiornamento riguarda essenzialmente il moto ondoso al largo del porto di Napoli dove sono state prese in esame le fonti di dati maggiormente attendibili e attualmente disponibili illustrate di seguito:

- dati di moto ondoso ricostruiti in ri-analisi (hindcasting) tra il 1979 e il 2018 per l'intero bacino del mediterraneo dal MetOcean Group del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell'Università di Genova ("**dati del DICCA**" nel prosieguo) con il modello di generazione e propagazione del moto ondoso WaveWatch III, con una risoluzione spaziale pari a 0.1° ed una risoluzione temporale pari a 1 ora; tale database, allo stato attuale, è unico nel suo genere data la grande accuratezza spaziale delle serie storiche di moto ondoso ricostruite e l'arco temporale delle stesse serie storiche che risulta essere pari a 39 anni;
- registrazioni ondametriche direzionali (da luglio 1989 a giugno 2005) effettuate dalla boa posta al largo di Ponza con cadenza trioraria appartenente alla Rete Ondametrica Nazionale gestita dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale ("**ISPRA**" nel prosieguo, già A.P.A.T.).


Per la valutazione del regime di moto ondoso al largo di Porto di Napoli si è ritenuto più rappresentativo il clima di moto ondoso ricostruito al largo del paraggio in base alla serie storica del DICCA nel punto di coordinate 40.71°N - 14.2187°E, poiché consente di disporre di una serie di dati di moto ondoso avente 39 anni di durata con un rendimento sostanzialmente costante e non affetto dalle metodiche di trasposizione, che seppur consolidate non possono preferirsi ai dati "locali".

Si è quindi proceduto alla valutazione del regime di moto ondoso al largo del Porto di Napoli ed alla valutazione della legge di distribuzione dei valori estremi di moto ondoso sulla base dell'analisi statistica delle altezze d'onda al colmo delle mareggiate estratte dalla serie storica del DICCA, in funzione dei settori di traversia che caratterizzano il paraggio, applicando la metodologia proposta da Goda (1988).

Lo studio meteomarino è quindi articolato in:

1. Inquadramento geografico del paraggio
2. Definizione del clima di moto ondoso al largo del Porto di Napoli
3. Propagazione sotto costa della serie dei dati ondametrici

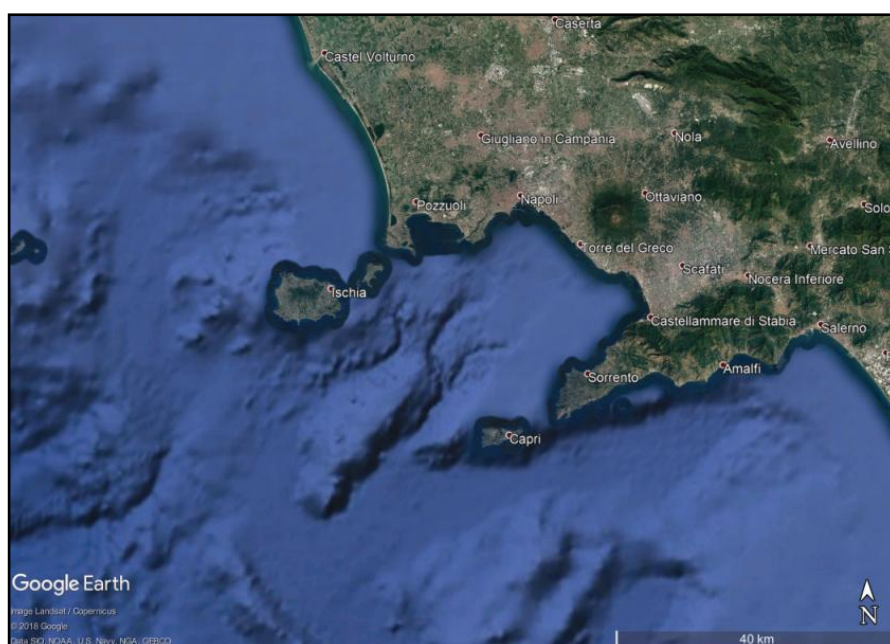


	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

4. Analisi statistica degli eventi estremi di moto ondoso
5. Analisi del regime dei livelli e analisi degli estremi congiunti moto ondoso-livelli

#### 4.4.1 Inquadramento geografico del paraggio

Il porto di Napoli è ubicato nell'omonima baia (vedi Figura 9). Compreso tra il monte di Procida e la penisola sorrentina, risulta geograficamente esposto agli eventi meteomarini (moto ondoso e vento) provenienti dal II° e III° quadrante.



**Figura 9 – Inquadramento geografico Baia di Napoli**

I fetch efficaci, che rappresentano la porzione di mare sulla quale si esplica “effettivamente” l’azione del vento responsabile della generazione del moto ondoso, sono ottenuti utilizzando il modello di calcolo ENIF, ed evidenziati nella Figura 10.

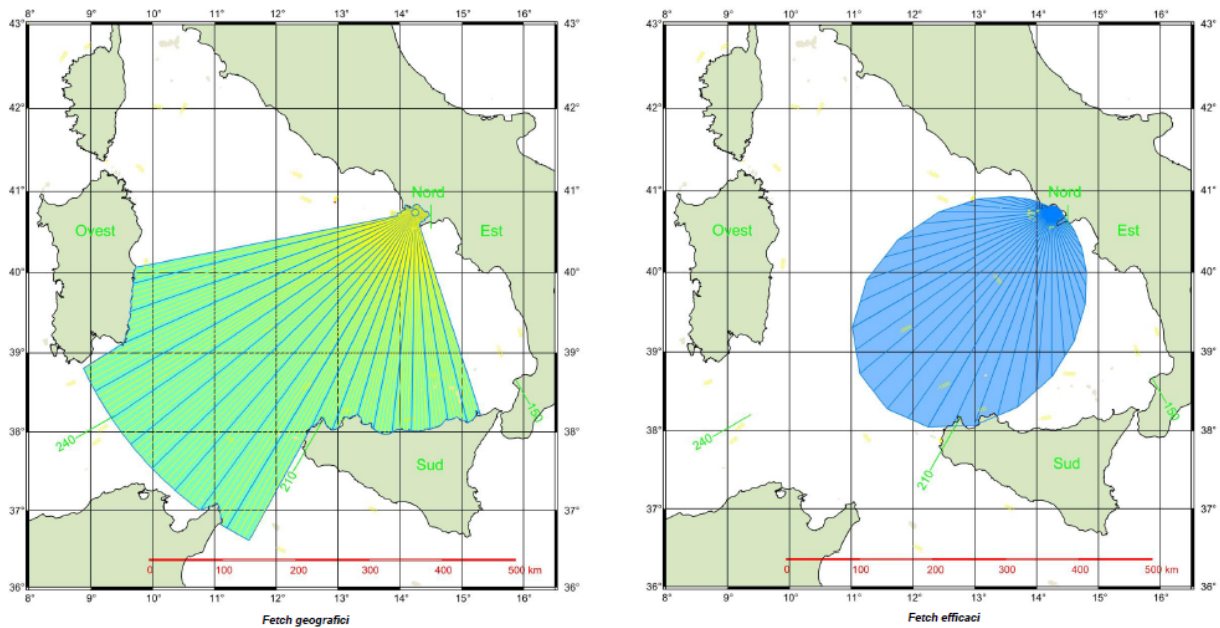


Figura 10 – Fetch geografici e fetch efficaci


#### 4.4.2 Definizione del clima di moto ondoso al largo del porto di Napoli

Per la definizione del clima di moto ondoso al largo del porto di Napoli si è ritenuto più rappresentativo il clima di moto ondoso ricostruito al largo del paraggio dal DICCA nel punto di coordinate 40.71°N - 14.2187°E, che consente di disporre di una serie di dati di moto ondoso avente 39 anni di durata con un rendimento sostanzialmente costante.

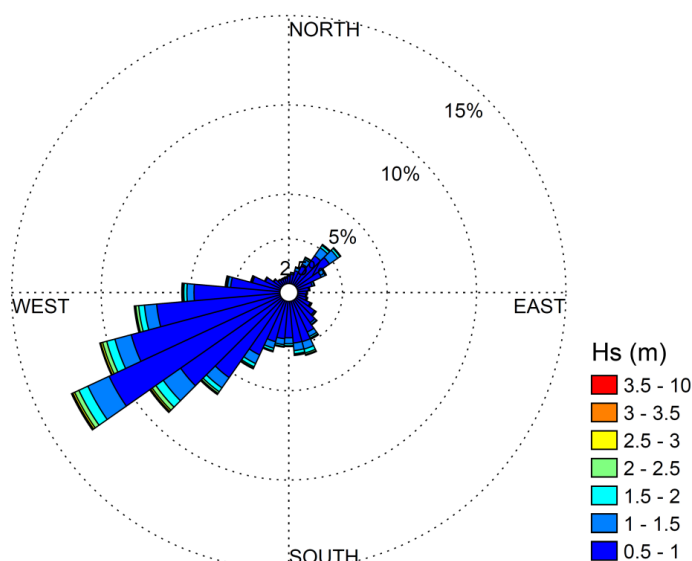
Il risultato dello studio mostra la presenza di due settori di traversia, rispettivamente:

- Settore principale compreso tra 195°N e 285°N
- Settore secondario compreso tra 150°N e 195°N

In Figura 11 è mostrata la rosa ondometrica annuale. Gli stati di mare più frequenti presentano generalmente altezza d'onda compresa tra  $0.5 < H_s < 1.5$  m. Le calme (stati di mare di altezza significativa  $H_s$  inferiore a 0.5 m) si verificano in media il 53% del tempo, circa 193 giorni/anno.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

**Regime ondametrico annuale (P<sub>003561</sub> hindcasting dal 1979 al 2018)**




**Figura 11 – Rosa ondametrica annuale.**

La suddivisione degli eventi per classi di altezza significativa e direzione e le conseguenti frequenze di accadimento delle classi rivelano che gli stati di moto ondoso più significativi ( $H_s$  maggiore di 0.5 m) si presentano da Libeccio (57.22%) e da Scirocco (12.58%) con una frequenza di accadimento complessiva pari al 69.8%. Dal settore di Libeccio si presentano inoltre gli eventi con altezza d'onda significativa più elevata. Molto meno frequenti risultano gli stati di mare da Grecale e da Maestrale, con valori di  $H_s$  generalmente inferiori a 2.5 – 3.0 m. Durante il corso dell'anno il regime di moto ondoso presenta poca variabilità.

Gli stati di mare caratterizzati da altezza superiore a 2 m si verificano in media 238 ore/anno. La persistenza degli stati di mare con  $H_s > 3.0$  m si riduce a 34 ore/anno e circa 7 ore/anno altezze d'onda superiori a  $H_s > 4.0$  m.

#### **4.4.3 Propagazione sotto costa della serie di dati ondametrici**

Il clima di moto ondoso, in corrispondenza del prolungamento della diga Duca D'Aosta, è stato ricostruito a partire dagli stati di mare della serie ondametrica definita al largo del porto di Napoli e propagati da largo verso riva, con un modello numerico di rifrazione inversa spettrale (MEROPE sviluppato dalla Modimar Srl) che tiene conto delle informazioni batimetriche desunte dalla carta nautica del paraggio (C.N. 11).

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

Il diagramma polare di Figura 12 sintetizza il clima di moto ondoso, ottenuto in corrispondenza del prolungamento della diga Duca D'Aosta.

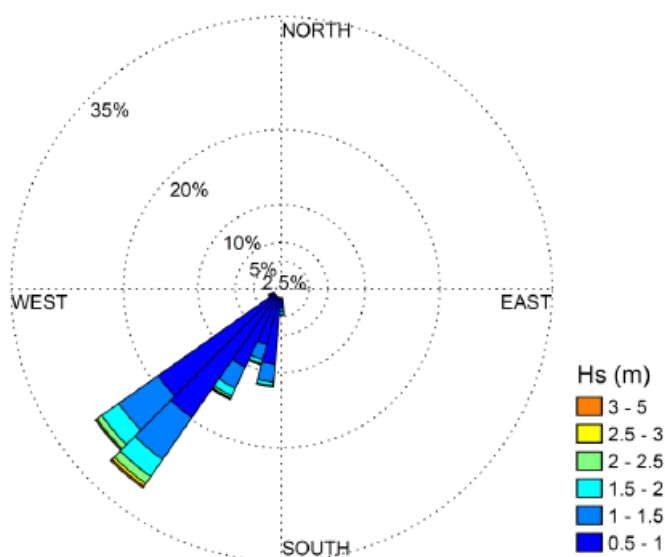


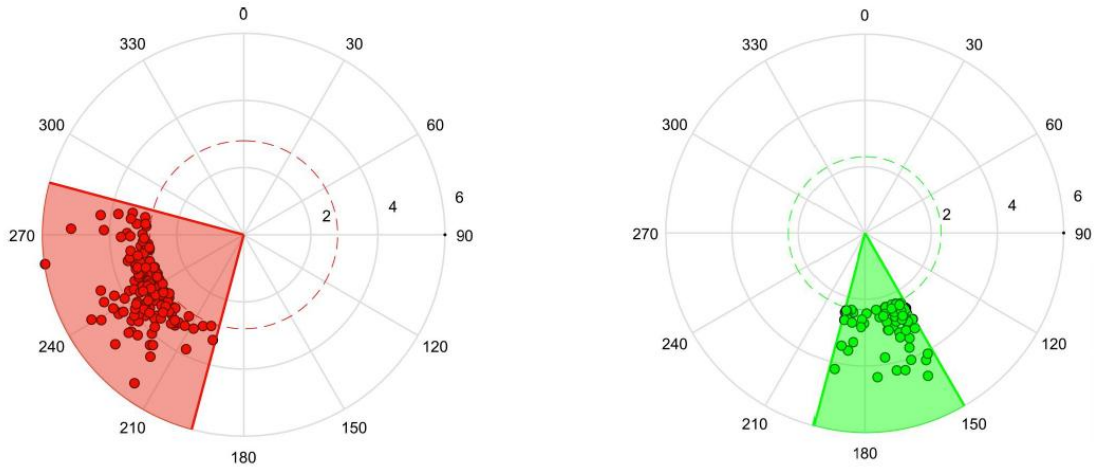
Figura 12 – Punto sotto costa P0 – Distribuzione degli eventi di moto ondoso con altezza d'onda superiore a 0.5 m.

Dal confronto tra il regime ondometrico annuale a largo e a riva (in prossimità della diga Duca d'Aosta) si nota come gli eventi, durante il processo di propagazione largo/riva, subiscono una rotazione verso la direzione 210 – 220 °N.

#### 4.4.4 Analisi statistica degli eventi estremi di moto ondoso

L'analisi statistica degli eventi estremi (mareggiate) è stata eseguita utilizzando il metodo POT (Peaks Over Threshold detto anche “della serie di durata parziale sopra soglia”), che a differenza del metodo dei massimi annuali, consente di selezionare un numero maggiore di dati garantendo intervalli di confidenza minori per la stima dei valori estremi. L'analisi statistica (vedi Figura 13) è stata eseguita per:

1. il settore di traversia principale (settore A - direzioni da 195°N a 285°N), caratterizzato dalle massime altezze d'onda significative;
2. il settore di traversia secondario (settore B - direzioni da 150°N a 195°N).

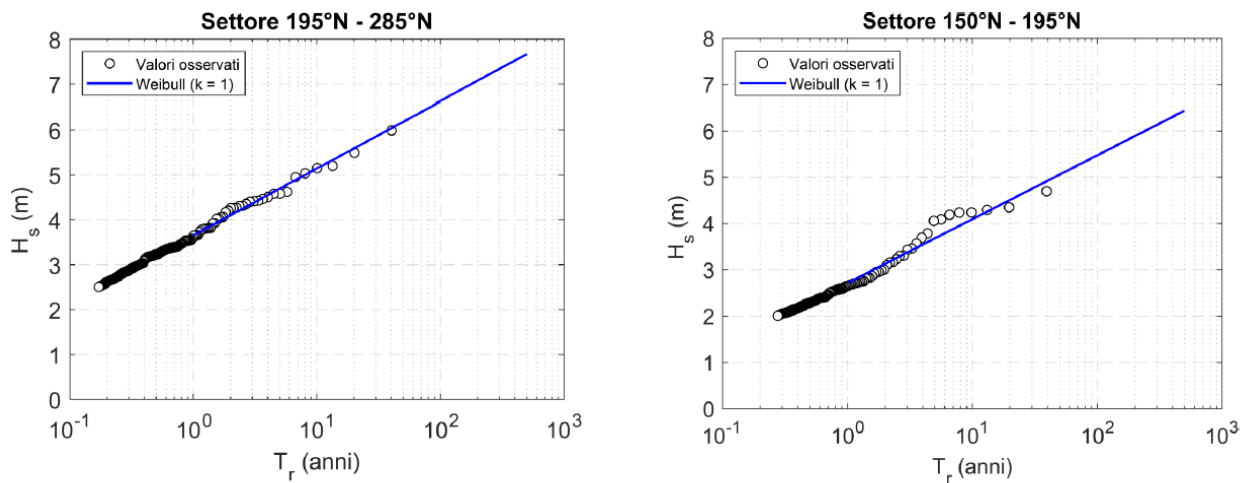


Valori al colmo delle mareggiate al largo di Napoli nel periodo 1979–2018 ricostruite dal DICCA per il settore di traversia principale (195- 285°N).

Valori al colmo delle mareggiate al largo di Napoli nel periodo 1979–2018 ricostruite dal DICCA per il settore di traversia secondario (150-195°N).

**Figura 13 – Valori al colmo delle mareggiate – settore di traversia principale e secondario**

Nella figura seguente sono riportate le elaborazioni statistiche per i 2 settori di provenienza, ottenute con le curve di regolarizzazione statistica di Weibull con  $k=1.0$ .




Settore di traversia 195-285°N. Adattamento alla legge di distribuzione tipo Weibull 1.0 dei valori al colmo delle mareggiate estratte dalla serie storica del DICCA tra il 1979-2018.

Settore di traversia 150-195°N. Adattamento alla legge di distribuzione tipo Weibull 1.0 dei valori al colmo delle mareggiate estratte dalla serie storica del DICCA tra il 1979-2018.

**Figura 14 – Elaborazioni statistiche per il settore di traversia principale e secondario**

Nella tabella seguente sono state sintetizzate le condizioni meteomarine sia al largo che in corrispondenza delle nuove opere.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

**Tabella 1 – altezza d'onda in funzione del tempo di ritorno – settore di traversia principale e secondario – condizioni a largo e condizioni a riva**

SETTORE DI TRAVERSIA PRINCIPALE CONDIZIONI LARGO		
$T_r$ (anni)	$H_{s0}$ (m)	$T_{p0}$ (s)
2	4.1	9.6
5	4.7	10.1
10	5.2	10.5
20	5.7	10.9
50	6.3	11.3
100	6.7	11.5
250	7.4	11.9

SETTORE DI TRAVERSIA PRINCIPALE CONDIZIONI RIVA		
$T_r$ (anni)	$H_{sr}$ (m)	$H_{sr}/H_{s0}$
2	3.6	0.8743
5	4.1	0.8746
10	4.5	0.8746
20	5.0	0.8746
50	5.5	0.8746
100	5.9	0.8749
250	6.5	0.8759

SETTORE DI TRAVERSIA SECONDARIO CONDIZIONI LARGO		
$T_r$ (anni)	$H_{s0}$ (m)	$T_{p0}$ (s)
2	3.1	8.7
5	3.7	9.3
10	4.2	9.7
20	4.6	10.1
50	5.2	10.5
100	5.7	10.9
250	6.3	11.3

SETTORE DI TRAVERSIA SECONDARIO CONDIZIONI RIVA		
$T_r$ (anni)	$H_{sr}$ (m)	$H_{sr}/H_{s0}$
2	2.7	0.8791
5	3.2	0.8762
10	3.7	0.8752
20	4.0	0.8746
50	4.5	0.8746
100	5.0	0.8746
250	5.5	0.8746

#### 4.4.5 Analisi del regime dei livelli e analisi degli estremi congiunti moto ondoso-livelli

Lo studio meteomarinario ha inoltre analizzato le variazioni del livello idrico del mare nel porto di Napoli, esaminando sia la componente probabilistica del sovrizzo di tempesta che la componente deterministica della marea astronomica riassunti nella Tabella 2.

**Tabella 2 – valori di sovrizzo di tempesta e marea meteorologica**

$T_r$ (anni)	Sovralzo (m)
1	0.29
2	0.33
5	0.39
10	0.44
15	0.46
20	0.48
25	0.50
30	0.51
50	0.54
100	0.59
250	0.65


  

Higest Astronomical Tide	HAT	0.20	m
Mean High Water Spring	MHWS	0.12	m
Mean Higher High Water	MHHW	0.06	m
Mean Sea Level	MSL	0.00	m
Mean Lower Low Water	MLLW	-0.16	m
Mean Low Water Spring	MLWS	-0.23	m
Lowest Astronomical Tide	LAT	-0.30	m

*Livelli di marea presso la stazione di Napoli.*

*Valori relativi al sovrizzo di tempesta in relazione al tempo di ritorno per il porto di Napoli.*




	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

#### 4.5 Tracimazione e aspetti di durabilità e sicurezza

Nell'ambito del presente progetto definitivo sono stati analizzati i fenomeni di tracimazione del moto ondoso sulla porzione di prolungamento della diga Duca D'Aosta. Lo studio svolto non ha avuto lo scopo di ridefinire la quota di sommità dell'opera, che rimane invariata in ottemperanza a quanto indicato nel progetto preliminare posto a base di gara, ma piuttosto di fornire uno strumento di previsione e di analisi di quelli che possono essere i valori delle portate di tracimazione che si possono ottenere sia in occasione di eventi di moto ondoso estremi che non. I risultati e l'analisi delle portate di tracimazione sono risultati essere uno strumento utile dapprima per individuare le problematiche legate alla tracimazione e successivamente per indicare le soluzioni, sia tecniche che non, per aumentare il grado di durabilità e sicurezza dell'opera progettata.

Per valutare i fenomeni di tracimazione si è fatto riferimento alle indicazioni e agli strumenti di calcolo contenuti nel manuale EuroTop II (2018). Sono state prese in considerazione mareggiate associate a tempi di ritorno di 2, 5, 10, 20 e 50 anni, provenienti dal settore di traversia principale, considerando un angolo di attacco del moto ondoso ortogonale alla diga. Sulla base delle condizioni di moto ondoso ottenute in prossimità del Porto di Napoli nell'ambito dello studio meteomarino sono state definite le condizioni di moto ondoso al piede dell'opera caratterizzate da valori di altezza d'onda compresi tra  $3.60 \leq H_s \leq 5.50$  m al crescere del tempo di ritorno e del sovrалzo del livello marino, assunto per tre differenti condizioni: (i) sovrалzo nullo, (ii) sovrалzo di tempesta in funzione del tempo di ritorno, (iii) sovrалzo di tempesta + massima marea astronomica.

L'applicazione della rete neurale artificiale ANN-Overtopping ha permesso di stimare le portate medie di tracimazione  $q_m$  del corpo diga per la configurazione di progetto. I valori di portata di tracimazione ottenuti sono sintetizzati nella Tabella 3 al variare del tempo di ritorno e del livello del sovrалzo idrico del mare.

 <small>AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE NAPOLI-SALERNO-CASTELLONARIE DI STABIA</small>	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
	19	002	DR	002	01	GEN


**Tabella 3 – Portate di tracimazione**

<b>Tempo di ritorno</b> <i>Tr (anni)</i>	<b>Sovralzo</b> <i>SWL (m)</i>	<b>Moto ondoso</b>		<b>Portata media di tracimazione</b> <i>q<sub>m</sub>(l/s/m)</i>
		<i>H<sub>m0</sub> (m)</i>	<i>T<sub>m-1,0</sub> (s)</i>	
2	0.0	3.60	8.8	0.41
2	+0.35	3.60	8.8	0.53
2	+0.55	3.60	8.8	0.62
5	0.0	4.10	9.2	1.08
5	+0.40	4.10	9.2	1.51
5	+0.60	4.10	9.2	1.81
10	0.0	4.50	9.5	2.19
10	+0.45	4.50	9.5	3.24
10	+0.65	4.50	9.5	3.89
20	0.0	5.00	9.9	4.83
20	+0.50	5.00	9.9	7.38
20	+0.70	5.00	9.9	8.80
50	0.0	5.50	10.3	9.52
50	+0.55	5.50	10.3	14.90
50	+0.75	5.50	10.3	17.50

Seguendo le indicazioni del manuale EuroTop II sui valori limite delle portate di tracimazione “tollerabili” associate a fenomeni di tracimazione (*overtopping*) generati da differenti altezze d’onda significative e data la funzione dell’opera progettata, è stato scelto come valore di portata media limite di tracimazione il valore di 1 l/s/m.

I risultati ottenuti a seguito dello studio hanno evidenziato come i valori medi delle portate di tracimazione risultino essere superiori al limite imposto di 1 l/s/m sia per eventi estremi (tempo di ritorno 10, 20 e 50 anni) che ordinari (tempo di ritorno 5 anni) ad eccezione degli eventi di moto ondoso con tempo di ritorno di 2 anni. Dato che la quota di sommità dell’opera non può essere aumentata per ridurre la tracimazione, lo studio ha portato a definire una serie di soluzioni, sia tecniche che non, in grado di aumentare il grado di durabilità e sicurezza dell’opera:

- l'accosto è previsto solo occasionalmente per le imbarcazioni di servizio del personale addetto alla manutenzione del faro e solo in occasione di condizioni meteo mare calme o comunque riconducibili a valori di altezza d’onda inferiori ad un tempo di ritorno di 2 anni e comunque per un periodo di tempo breve;

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	002	01	GEN

- il personale di servizio, per motivi di sicurezza, non potrà operare in occasione di eventi che prevedano tracimazione, sia per l'assenza di visuale libera del mare e sia visto il dislivello tra la quota del paraonde e il camminamento (altezza di 4.30 m);
- visto il superamento della portata limite di 1 l/s/m anche in occasione di eventi non estremi, per dare maggiore durabilità all'opera dall'azione di dilavamento della portata di tracimazione sulla struttura, lo strato corticale del muro paraonde e della sovrastruttura sarà trattato con prodotto indurente antiusura.


#### 4.6 Aspetti paesaggistici

All'interno dello Studio Preliminare Ambientale (cfr. documento *19\_002\_DR\_011\_01\_AMB*) è stata svolta una analisi paesaggistica votata ad individuare le potenziali interferenze del progetto con il contesto paesaggistico entro cui si colloca.

La disamina sul regime di tutela paesaggistica dell'area, ha evidenziato, in primo luogo, che il progetto di prolungamento della diga Duca d'Aosta non interessa né direttamente né indirettamente aree naturali protette (aree EUAP) ed ambiti vincolati in materia di beni culturali ed ambientali. Il progetto riguarda il prolungamento della diga già esistente che risulta compresa nelle aree di cui alla lettera a) dell'art. 142 del D.lgs 42/2004 relativo ai "territori costieri compresi in una fascia di profondità di 300 metri".

La scarsa qualità paesaggistica, ambientale e architettonica e l'assenza di beni ed elementi di particolare pregio in corrispondenza dell'area portuale entro cui si colloca il progetto, fa sì che l'opera non determini impatti sulla componente paesistica. Inoltre, in ragione della limitata estensione degli interventi, consistenti nel prolungamento per un breve tratto della diga foranea Duca d'Aosta esistente, adottando, altresì, tipologie costruttive analoghe alla struttura esistente, non si determinano modifiche e non si introducono nuovi segni all'interno del contesto paesaggistico preesistente.

Anche dal punto di vista percettivo, è possibile evidenziare come la limitatezza dimensionale dell'opera, che si estende per 105 metri in continuità visiva con la diga

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

foranea esistente, di fatto, non determina una alterazione significativa dei rapporti percettivi preesistenti.


Tali opere, infatti, sono costituite da elementi non invasivi nello specchio acqueo di cui occupano una esigua superficie e, non presentando un significativo sviluppo in altezza ma trovandosi pressoché alla quota del livello del mare, anche dal punto di vista percettivo non ne modificano le condizioni di visibilità, sia in posizione lontana, che ravvicinata.

#### 4.7 Aspetti della morfodinamica costiera

Al fine di verificare, anche alla luce della recente evoluzione storica (1988-2016), le possibili interferenze imputabili alla diga Duca d'Aosta ed al suo proposto prolungamento sulla morfologia e morfodinamica della fascia litoranea compresa tra il porto di Napoli, a Nord-Ovest, ed il porto del Granatello, a Sud-Est in località Portici, per una estensione complessiva di circa 3600 m, sono state condotte le seguenti attività di studio:

- inquadramento geomorfologico del litorale in esame con analisi qualitativa dei morfotipi caratteristici e dei relativi parametri morfometrici;
- acquisizione delle ortofoto dal Geoportale Cartografico Nazionale del MATTM e da Bing Maps; georeferenziazione ed omogeneizzazione (su piattaforma QGIS) con successiva digitalizzazione delle polilinee rappresentative del margine della “linea di riva” e delle numerose opere antropiche interferenti (scogliere frangiflutti distaccate e radenti) come desumibile dalle immagini aeree;
- estrapolazione dalla piattaforma QGIS delle linee di riva “storiche” associate alle immagini aeree reperite relativamente al periodo 1988-2017 e relativa analisi diacronica sulla base delle quali ipotizzare il livello di interferenza associato alla realizzazione del prolungamento della diga Duca D'Aosta;
- analisi conclusiva degli elementi morfologici e morfodinamici del litorale in esame e della possibile interferenza della diga Duca d'Aosta.

Le risultanze dello Studio, descritte in dettaglio nella relazione di progetto *19\_002\_DR\_007\_00\_MAR studio morfologico morfodinamico*, sono sintetizzate di seguito.


	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

La fascia litoranea oggetto di studio si colloca sul versante nord-orientale del Golfo di Napoli, subito a Sud-Est del porto di Napoli e ricade all'interno dell'Unità Fisiografica (UF) fortemente antropizzata e geomorfologicamente strutturata denominata *Torre del Greco*, che si estende dal Molo Sud della Darsena di Levante del porto di Napoli fino al Molo sopraflutto del porto di Torre Annunziata. La risultante medio-climatica del moto ondoso rilevante per l'UF presenta un orientamento medio attorno a  $210^{\circ} \div 225^{\circ}$  Nord. La diga Duca di Aosta si colloca su fondali ben superiori alle profondità di chiusura che limita la "fascia attiva" del litorale in esame (leggi zona del trasporto solido, potenziale nella fattispecie): conseguentemente la diga Duca di Aosta non interferisce *direttamente* con i processi di morfodinamica litoranea

Il tratto di litorale in esame, rappresentato in Figura 4.15, è fortemente antropizzato con la presenza senza soluzione di continuità di opere di difesa costiera, radenti e distaccate, che anche negli ultimi anni hanno subito continui rimaneggiamenti. Attualmente la massiccia presenza di queste opere a gettata, disposte in maniera alquanto caotica e disorganica per la protezione delle infrastrutture e delle opere esistenti lungo il tratto di litorale, ha determinato la completa "ossificazione" del litorale stesso come testimoniato dagli sporadici tratti di spiagge "relitte" che presentano estensioni alquanto limitate (al massimo dell'ordine di 200 m).



**Figura 4.15 - Vista d'insieme del tratto di litorale oggetto di studio, margine sud-orientale del comune di Napoli (quartiere di San Giovanni a Teduccio), ricompreso per gli aspetti geomorfologici nell' U. F. di Torre del Greco**

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

L'analisi qualitativa della variazione della fascia litoranea negli ultimi 30 anni rilevata da immagini aerofotogrammetriche opportunamente digitalizzate e georeferenziate utilizzando il software Quantum GIS è stata effettuata sulla base delle foto aeree acquisite dal Portale Cartografico Nazionale, per gli anni 1988, 1997, 1998, 2003, 2006 e 2012 e da Bing Maps per l'anno 2017. L'analisi comparativa di queste aerofoto ha evidenziato e confermato che il tratto di litorale in esame di fatto presenta solo piccoli tratti di spiagge relitte la cui conformazione planimetrica è condizionata dalla presenza e delle scogliere radenti e distaccate e dagli interventi di riqualificazione e sistemazione attuati per alcune di queste opere. L'analisi diacronica delle linee di riva del litorale georeferenziate e digitalizzate è raffigurata nella Figura 4.16 d'insieme, dove è data evidenza delle Sub-aree 1, 2 e 3 di approfondimento (vedi *19\_002\_DR\_007\_01\_MAR studio morfologico morfodinamico*).



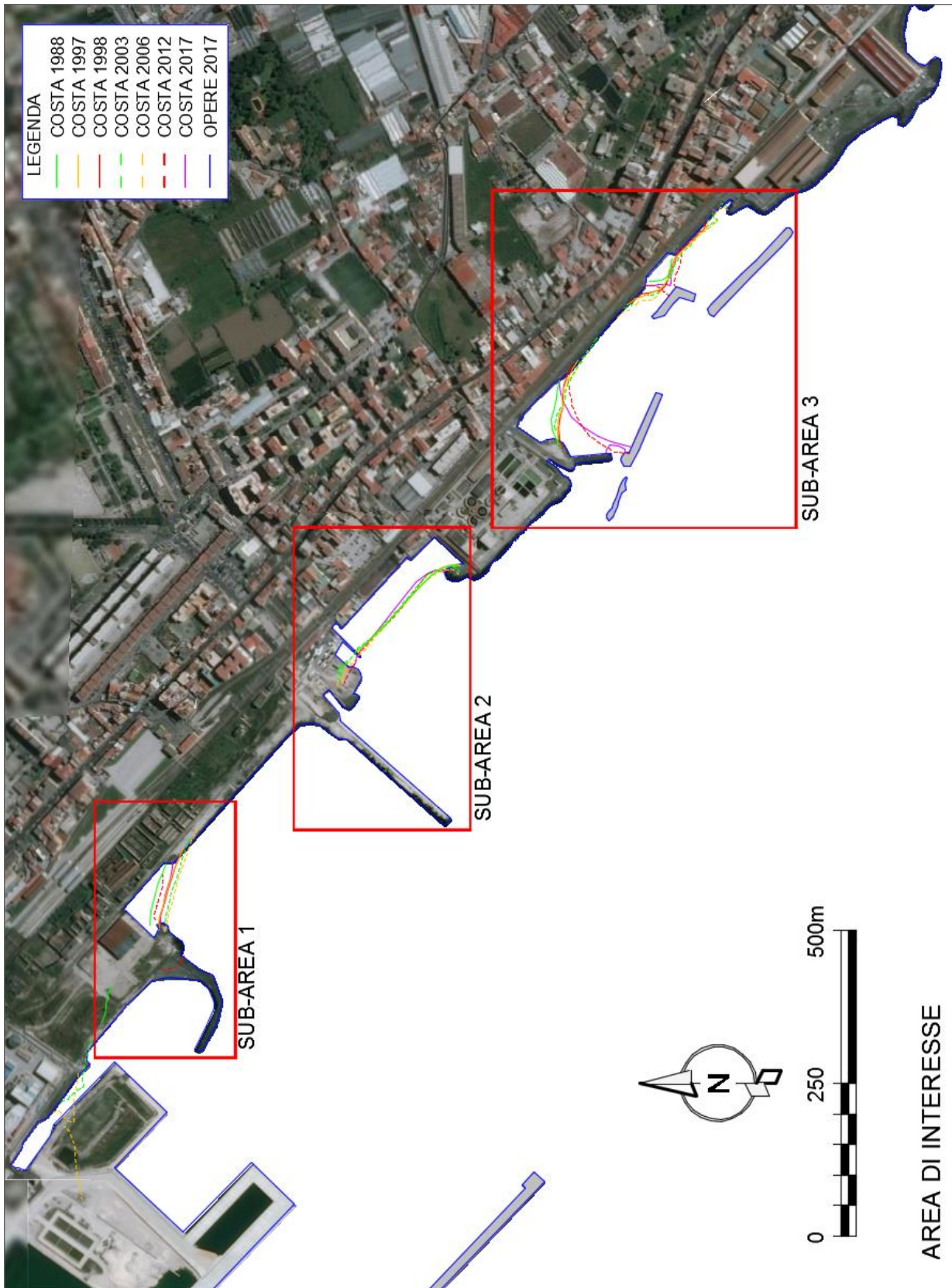



Figura 4.16. Aerofoto Bing Maps 2017 dell'area di interesse con digitalizzazione delle linee di riva storiche (1988-2017) su piattaforma QGIS per l'analisi diacronica delle linee di riva

 <small>AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE NAPOLI-SALERNO-CASTELLONARIE DI STABIA</small>	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	002	01	GEN

Le maggiori variazioni diacroniche delle linee di riva si hanno per la Sub-Area 1 e la Sub-Area 3 anche se sono strettamente correlate alla realizzazione e/o riqualificazione delle limitrofe opere di difesa. Le variazioni più significative si riscontrano per la spiaggia posta nella Sub-Area 3, immediatamente a levante della foce armata dell'alveo del Volla. La realizzazione di una nuova scogliera frangiflutti con pennello di radicamento a terra, in prolungamento lato levante di una preesistente scogliera frangiflutti di fronte alla foce del Volla, ha di fatto determinato una drastica rotazione della spiaggia assumendo una conformazione arcuata con asse mediano trasversale praticamente parallelo al retrostante lungomare.


Invece la spiaggia della Sub-Area 1, posta a ponente del molo Sud del porto di Napoli e ridossata sul moletto dell'ex approdo di Vigliena, presenta un andamento medio con asse trasversale orientato a 190 °N il che indica un contributo seppure minimo dell'effetto di ridosso esercitato dalla attuale testata della diga Duca d'Aosta sulla risultante del moto ondoso medio climatico.

La spiaggia della Sub-Area 2 compresa tra il molo Sud-Est del porto di Napoli e la "penisola" dell'ex impianto di depurazione ha registrato variazioni minime nell'ordine mediamente di pochi metri. Tale spiaggia presenta un andamento medio con asse trasversale orientato a 210 ° N, il che dimostra oggettivamente che non si risente dell'effetto "schermo" della diga Duca d'Aosta.

Il calcolo dei "ratei annui" di variazione delle linee di riva ha confermato che, anche per gli aspetti di evoluzione morfodinamica, queste spiagge di fatto sono stabilizzate dalle opere di difesa. Non essendo "alimentate" da apporti solidi terrigeni, nel lungo termine sono destinate a depauperarsi a causa della naturale e continua selezione della frazione più fina dei sedimenti messi in sospensione e dispersi verso il largo dall'azione delle onde frangenti e delle correnti litoranee soprattutto in occasione delle mareggiate estreme.

Il diverso orientamento d'insieme delle linee di riva tra queste tre sub-aree, indica che la morfodinamica evolutiva è strettamente correlata alla presenza e conformazione planimetrica delle limitrofe opere di difesa litoranea (scogliere radenti e distaccate).

Questa peculiarità dell'evoluzione morfodinamica delle spiagge relitte del lungomare di San Giovanni a Teduccio è molto più evidente proprio per le Sub-aree 1

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

e 3 dove negli ultimi anni sono stati eseguiti interventi di rafforzamento delle opere di difesa litoranea modificandone anche l'assetto planimetrico e causando la conseguente variazione dell'orientamento medio della linea di riva.

In conclusione, per quanto sopra sintetizzato, si deduce che gli interventi previsti dal progetto definitivo per il prolungamento di 100 m della diga Duca d'Aosta non influenzano in maniera sostanziale la morfologia e la morfodinamica delle spiagge relitte presenti lungo il litorale oggetto di studio posto a levante del porto di Napoli.


#### 4.8 Aspetti sismici

Il territorio di Napoli è classificato in zona sismica 2 indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Campania n. 5447 del 7.11.2002.

I parametri sismici utilizzati nelle verifiche delle strutture sono stati ricavati dalla normativa vigente a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. La pericolosità sismica nazionale è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>, e riportati in allegato al DM 14/1/2008, in corrispondenza dei nodi di un reticolo di riferimento con passo di 0.05°. In corrispondenza di ogni nodo del reticolo di riferimento, per ciascuna delle probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) nel periodo di riferimento ( $V_R$ ) sono assegnati i valori dei seguenti parametri:

- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) nel periodo di riferimento ( $V_R$ ), cui riferirsi per individuare l'azione sismica, sono definite in relazione al tipo di stato limite sismico considerato, così come indicato nella tabella 3.2.I delle NTC2018. Nel caso specifico è stato preso in esame lo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), al quale corrisponde una probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) nel periodo di riferimento ( $V_R$ ) pari al 10%. Pertanto il relativo periodo di ritorno dell'azione sismica ( $T_R = -V_R/\ln[1-P_{VR}]$ ) è pari a 475 anni.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

Per l'area di intervento i valori dei parametri sismici utilizzati per la definizione dell'azione sismica di progetto, in relazione al periodo di ritorno considerato, sono riportati in Tabella 4 e sono stati calcolati attraverso il software "Spettri-NTC" edito dal C.S.LL.PP.

**Tabella 4 – Porto di Napoli – Valutazione dell'azione sismica – Valori di riferimento per verifica delle opere**

$V_N$ (anni)	$C_U$	$V_R$ (anni)	Stato limite (-)	TR (anni)	$F_0$ (-)	$T^*c$ (s)	$a_g$ (g)
50	1	50	SLV	475	2.378	0.340	0.168

#### 4.9 Aspetti sulle interferenze e sicurezza dei luoghi di lavoro


Le caratteristiche dell'opera progettata tenendo conto della loro ubicazione e collocazione geografica rendono necessario prevederne la realizzazione con mezzi marittimi.

Sulla base delle esperienze maturate dal Gruppo di Lavoro per interventi analoghi (per contesto territoriale e tipologia e dimensioni di intervento) si sono quindi ipotizzati tecniche e metodologie esecutive cui si è fatto riferimento per delineare gli aspetti progettuali inerenti la "gestione delle materie", il "censimento di possibili interferenze", la "sicurezza delle attività di cantiere". L'insieme di queste considerazioni hanno portato all'aggiornamento delle "prime indicazioni per la stesura del Piano di Sicurezza e Coordinamento" ed alla verifica della compatibilità dei costi unitari di riferimento per la quantificazione economica e dei tempi esecutivi dei lavori.

Tutti questi aspetti dovranno essere definiti in modo più compiuto ed esaustivo dal Progetto Esecutivo.

#### 4.10 Aspetti ambientali

Per la natura stessa del progetto, il quale riguarda un'opera a mare, nonché per l'assenza di azioni di progetto nella parte terrestre afferente la zona portuale, si evidenzia come non si instaurano rapporti di interferenza tra il progetto e l'ecosistema terrestre il quale non viene interessato da alcuna attività progettuale. In tal senso, sono da considerarsi nulli gli impatti del progetto con le componenti relative

 <small>AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE NAPOLI-SALERNO-CASTELLONARTE DI STABIA</small>	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	002	01	GEN

all'ambiente idrico superficiale e sotterraneo, al suolo e sottosuolo, alla vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi terrestri.

La disamina fatta in merito alla presenza di aree naturali protette e/o tutelate dalla Rete Natura 2000, ha evidenziato l'assenza di tali condizionamenti ambientali sia a mare sia nell'intorno dell'area di intervento.

Le emissioni atmosferiche ed acustiche derivanti dai traffici di cantiere per l'approvvigionamento dei materiali, saranno di esigua entità, in ragione della estensione dell'opera da realizzare e, comunque, limitati nel tempo, in quanto legati alla sola fase realizzativa. È comunque da tener presente che si opererà sempre a distanze rilevanti rispetto a civili abitazioni.

Durante la fase di realizzazione dell'opera, gli effetti del progetto sull'ecosistema marino, in termini di possibili modificazioni dello stato qualitativo delle acque, dei sedimenti e delle comunità bentoniche, risulta poco significativo. In considerazione delle caratteristiche dei sedimenti marini presenti nell'area di progetto, che per loro natura non hanno la tendenza al sollevamento bensì al deposito sul fondo, e delle azioni previste durante le attività di cantiere che, attraverso la posa direttamente sul fondale sabbioso di geotessuto e materiale di cava, limitano il fenomeno, si ritiene che la potenziale movimentazione dei sedimenti marini e il conseguente intorbidamento delle acque sia limitato.


Inoltre, vista l'assenza di praterie di Posidonia oceanica nel bacino portuale, si possono escludere interferenze connesse al prolungamento del molo in progetto.

In fase di esercizio, si può escludere qualsiasi impatto negativo per la natura dell'opera stessa che è stata concepita come opera a protezione dei nuovi accosti del nuovo Terminal contenitori di Levante (I° Stralcio) e, pertanto, costituisce un elemento di miglioramento della configurazione portuale attuale che potrà consentire l'ingresso e la manovra di evoluzione nel bacino portuale alle navi di grandi dimensioni, aumentando le condizioni di sicurezza e di fruibilità del porto anche in funzione del moto ondoso.

#### 4.11 Analisi delle interferenze

Il prolungamento della diga duca d'Aosta I° stralcio determina un'unica interferenza relativa all'indicazione luminosa che indica l'ingresso al porto (faro rosso). In



 <small>AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE NAPOLI-SALERNO-CASTELLONARIE DI STABIA</small>	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019					
		19	002	DR	002	01	GEN

sostituzione del faro esistente, il progetto prevede la realizzazione di un nuovo faro in corrispondenza dell'estremità del prolungamento collegato all'attuale alimentazione.

A seguito di un censimento e della campagna di indagini batimetriche del maggio 2019 non sono state rilevate ulteriori interferenza con reti e servizi esistenti sia aeree che subacquee.

#### **4.12 Rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM)**

Il presente paragrafo riporta sinteticamente l'elenco delle voci di risposta ai requisiti ambientali richiesti nel rispetto delle indicazioni contenute nell'Allegato 1 del D.M. 24 dicembre 2015 (G.U. n. 16 del 21 gennaio 2016) "Criteri ambientali minimi per l'affidamento dei servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione".

I CAM sono criteri ambientali (e sociali) veri e propri che consistono in "considerazioni ambientali" propriamente dette, il cui inserimento all'interno delle fasi progettuali sono rese necessarie per qualificare in senso ambientale l'intero ciclo di vita dell'opera. Di seguito si riporta un elenco delle voci che ha permesso alla struttura di progettazione (raggruppamento temporaneo costituito fra MODIMAR s.r.l. (mandataria) e VDP s.r.l., VAMS Ingegneria s.r.l., React Studio s.r.l., G.I.A. Consulting s.r.l., S.I.S.P.I. s.r.l., Install s.r.l. (mandanti)) di soddisfare alla richiesta di criteri ambientali durante le fasi di progettazione dell'opera.


##### Mix dei calcestruzzi

I calcestruzzi previsti all'interno del presente progetto definitivo avranno un contenuto minimo di materiale riciclato (secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto (inteso come somma delle singole componenti) secondo quanto richiesto al cap. 2.4.2.1 dell'Allegato 1 del D.M. 24/12/2015 e s.m.

##### Approvvigionamento dei materiali

Nelle fasi di progettazione è stato svolto un censimento di tutte le cave e degli impianti presenti all'interno di un raggio di 150 km dall'area di intervento (cfr.



	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante I°Stralcio – Progetto Definitivo CUP: I61H12000220006 CIG: 74271749DE	Titolo elaborato: relazione generale. Data: 15.10.2019				
		19	002	DR	002	01

19\_002\_DR\_010\_01\_AMB\_Relazione sulla gestione delle materie), dove poter fruire sia del calcestruzzo necessario per la realizzazione dei cassoni e del riempimento delle celle sia dei materiali lapidei necessari per la realizzazione dello scanno di imbasamento, lo strato zavorramento del geotessuto, le scogliere di protezione e il riempimento delle celle dei cassoni e sia del geotessuto da impiegare per la realizzazione del ricoprimento del fondale sabbioso interessato dalle opere in progetto. Le suddette forniture rappresentano più del 60% della totalità dei materiali da impiegare per la realizzazione dell'intervento in oggetto (riferimento cap. 2.6.5 dell'Allegato 1 del D.M. 24/12/2015 e s.m.).

### Capacità tecnica dei progettisti

I progettisti che hanno partecipato alla redazione del presente progetto definitivo sono in regola con il mantenimento dei crediti professionali come richiesto dalla normativa vigente e come indicato nel cap. 2.6.1 dell'Allegato 1 del D.M. 24/12/2015 e s.m.

### Condivisione dei dati progettuali

Nel corso della progettazione definitiva, la struttura di progettazione si è interfacciata (e si interfaccierà nella futura fase di progettazione esecutiva e direzione lavori) costantemente sia con il Responsabile del Procedimento che con gli altri funzionari indicati dall'Ente Committente, riferendo periodicamente sull'andamento delle attività ed mettendo a disposizione, attraverso la piattaforma digitale BIM360, un costante ed esaustivo flusso di informazioni, consentendo un monitoraggio continuo dell'andamento delle fasi di progettazione. L'impiego della piattaforma digitale BIM360, oltre allo scopo di ottenere una condivisione in tempo reale degli elaborati progettuali "in progress" e "definitivi", ha consentito un risparmio dell'utilizzo di materie di consumo come la carta, le cartucce per stampanti, etc. (risparmio ecologico) per la stampa dei suddetti elaborati per la condivisione degli elaborati di progetto.

## **5. Prezzi unitari e computo metrico estimativo**

I prezzi unitari sono stati dedotti principalmente dal prezzario ufficiale di riferimento della Regione Campania e a quello della confinante Regione Lazio. I computi metrici estimativi delle opere previste nel presente progetto sono state eseguite utilizzando

metodi diretti propri della modellazione BIM combinati con gli usuali metodi (ad. es. metodo delle sezioni raggugliate). Relativamente alle modalità di valutazione dei lavori è stato previsto che l'intervento venga compensato a corpo.

## 6. Costo e durata delle opere

Il costo totale delle opere previste nel presente progetto è di € 15.881.320,39 (inclusa sicurezza), di cui € 624.306,70 di costi ed oneri per la sicurezza (diretti e specifici) non soggetti a ribasso.

Per l'esecuzione dell'intero intervento sono previsti in totale 224 giorni naturali e consecutivi.

## 7. Cronoprogramma

