



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 - II STRALCIO

Piano Nazionale
di Ripresa
e Resilienza



PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato :

Relazione generale

Scala: Var.

1 9 0 0 2 A D R 0 0 2 0 0 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

PROGETTISTI

Responsabile integrazione
prestazioni specialistiche
Prof. Ing. Alberto NOLI

Mandanti



	Luglio 2022	0	EMISSIONE		A.Longo	M. Di Stefano P. Contini
Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Redatto:	Controllato:	Validato:

Le Società dell' RTI si riservano la proprietà di questo disegno con la proibizione di riprodurlo o trasferirlo a terzi senza autorizzazione scritta.
This document is property of RTI. Reproduction and divulgation forbidden without written permission

Visto del Committente:




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

Indice

1. Premessa	3
2. Inserimento dell'intervento sul territorio	8
3. Descrizione sintetica delle infrastrutture di difesa esistenti	13
4. Descrizione sintetica degli obiettivi e delle opere progettate	15
5. Aspetti tecnici	21
5.1 La geologia.....	21
5.2 Caratterizzazione dei sedimenti sui fondali dell'area di intervento	23
5.3 Caratterizzazione geotecnica, verifiche di stabilità dell'opere e entità dei cedimenti.....	24
5.4 Aspetti meteomarini.....	27
5.4.1 Inquadramento geografico del paraggio.....	28
5.4.2 Definizione del clima di moto ondoso al largo del porto di Napoli	30
5.4.3 Propagazione sotto costa della serie di dati ondametrici.....	31
5.4.4 Analisi statistica degli eventi estremi di moto ondoso.....	32
5.4.5 Analisi del regime dei livelli e analisi degli estremi congiunti moto ondoso- livelli	34
5.5 Tracimazione e aspetti di durabilità e sicurezza	34
5.6 Aspetti paesaggistici.....	37
5.7 Aspetti della morfodinamica costiera.....	38

5.8	Aspetti sismici.....	43
5.9	Aspetti ambientali.....	44
5.10	Censimento e progetto di risoluzione delle interferenze.....	45
5.11	Impianti.....	46
5.12	Rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM)	46
5.13	Modalità di gestione dei rifiuti prodotti in fase di cantiere	48
6.	Prezzi unitari e computo metrico estimativo.....	51
7.	Costo e durata delle opere	51
8.	Cronoprogramma	54

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

1. Premessa

La presente relazione illustra il progetto del secondo stralcio del prolungamento per una lunghezza di 165,60 della diga foranea Duca d'Aosta del Porto di Napoli con cassoni cellulari modulari, a protezione del canale di accesso di levante, finanziato all'Autorità di Sistema del Mar Tirreno Centrale (AdSP, nel prosieguo) nell'ambito delle opere complementari del PNRR incluse nel DM 330/2021.

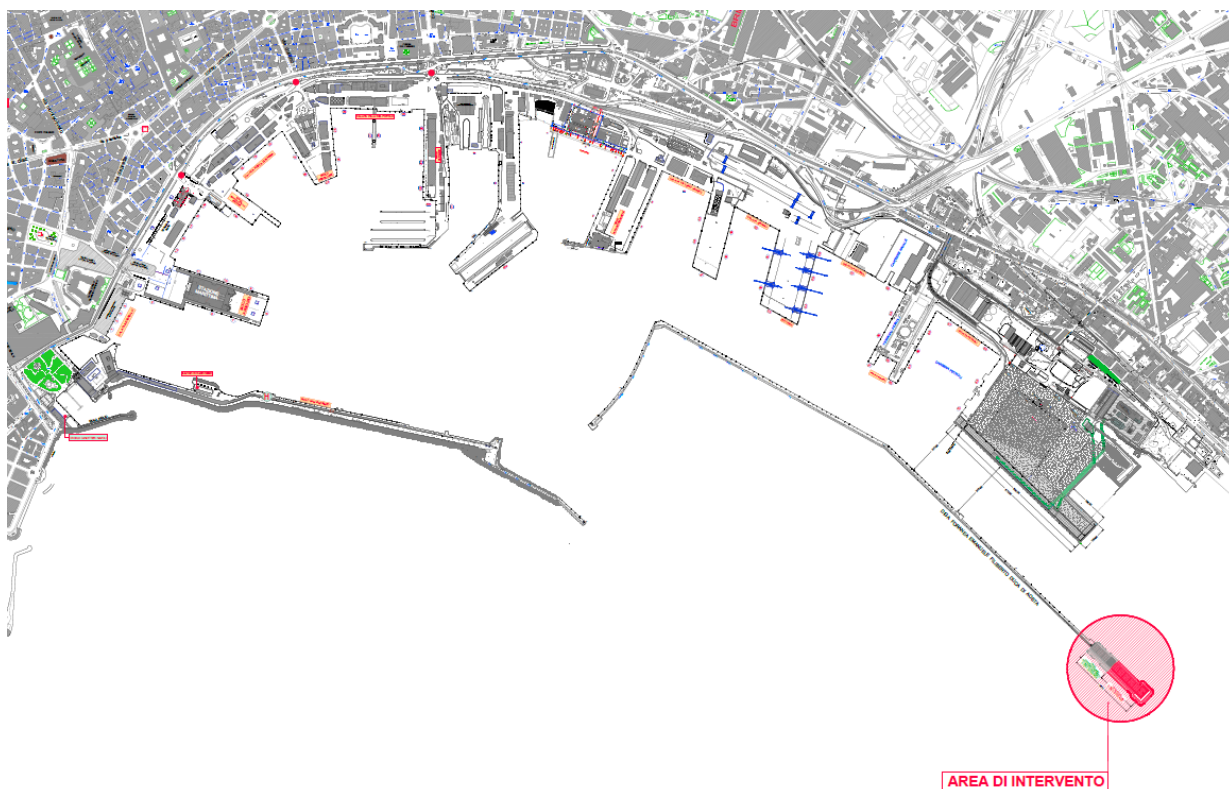



Figura 1 – Porto di Napoli – inquadramento

Il vigente Piano Regolatore Portuale (PRP) del Porto di Napoli venne approvato con D.M. n. 2478 del 22.04.1958 e le successive modifiche furono approvate con D.M. n. 4816 del 2.02.1976, D.M. n. 2388 del 4.06.1976, D.M. n. 1643 del 21.06.1979 e D.M. n. 3409 del 8.11.1982.

La Diga foranea Duca d'Aosta, nella sua attuale configurazione, misura una lunghezza complessiva – da ponente a levante - di 2.332,8 m e si compone di due segmenti rispettivamente della lunghezza di 987,3 m e 1345,48 m; il Piano Regolatore Portuale (PRP) vigente contempla un prolungamento dell'attuale diga di ulteriori 1308,7 m

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022				
	19	002	A	DR	002	02	GEN	


unitamente alla possibilità di eseguire nuovi moli a pettine a ridosso del litorale di San Giovanni a Teduccio.

Il gruppo di progettazione, su richiesta dell'AdSP, ha investigato tutte le condizioni di impatto sullo specchio acqueo del canale di accesso, sulla banchina della darsena di levante e sulla linea di costa in relazione ai possibili allungamenti della attuale diga foranea, valutando gli effetti per ogni tratto (step di prolungamento) di 100 m fino alla lunghezza complessiva di 900 m. Da tale analisi è emerso che, considerando cassoni modulari di sezione equivalente alla diga esistente (22.20 m) e di lunghezza 27.50 m, il numero di cassoni necessari a garantire la piena fruibilità del canale di accesso e delle infrastrutture retrostanti senza apportare modifiche alla linea di costa di San Giovanni a Teduccio corrisponde a quella di 9 cassoni allineati ed uno posto in posizione trasversale (testata) per una lunghezza complessiva al pelo libero (livello medio mare) di 270.70 m

Pertanto, il prolungamento di 270,7 m a levante dell'attuale Diga, che comporta un incremento di lunghezza complessiva di circa il 12%, è quello ritenuto più efficace per garantire la sicurezza della navigazione del canale di accesso di levante del porto di Napoli nonché per la stabilità e la sicurezza dell'ormeggio delle navi in accosto alla banchina del costruendo terminal contenitori della darsena di levante.

Per quanto si riferirà nel prosieguo l'AdSP, anche a seguito di tali studi, ha recentemente definito una pianificazione di sviluppo delle infrastrutture ed, a seguito di valutazioni congiunte con il Comune di Napoli, la Città Metropolitana, la Regione Campania ed il MIBAC – Soprintendenza BAPSAE, ha rinunciato alla realizzazione delle colmate previste a ridosso del litorale di San Giovanni a Teduccio e, conseguentemente, al prolungamento della diga foranea di 900 m (il limite del PRP resta fissato a circa 1,3 km); tuttavia, dovendo garantire la sicurezza dello specchio acqueo e delle banchine, l'AdSP si rende necessario prolungare la diga foranea della dimensione strettamente necessaria (270,7 m).

E' opportuno evidenziare che l'AdSP, prima di ricevere i finanziamenti di cui fondi complementari del PNRR (DM 330/2021), avendo avuto conferma della disponibilità di

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN


risorse a valere sul POR FESR 2014-2020 per l'importo di circa 19,9 milioni di euro, aveva programmato di eseguire una prima fase del prolungamento (I Stralcio) per una lunghezza di 105 m.

In particolare, con Decreto Dirigenziale Regione Campania - UOGP n. 20 del 07.12.2016 è stato ammesso a finanziamento il Grande Progetto “Logistica e Porti. Sistema integrato portuale di Napoli” a valere 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; nell’ambito del citato finanziamento è stata prevista la realizzazione di una prima parte dell’intervento di “Prolungamento della diga Duca d’Aosta” per l’importo complessivo di € 19.983.164,00.

Per tale opera l’AdSP ha avviato le verifiche di compatibilità ambientale con il Ministero dell’Ambiente (MATTM oggi MITE), con il MIBAC e le verifiche tecnico-amministrative con il Ministero delle Infrastrutture – Provveditorato OO.PP. della Campania, ancor prima delle modifiche e delle semplificazioni introdotte dalla Legge n. 108 del 29/7/2021 di conversione, con modificazioni, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, recante “*Governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure*”.

In particolare, sul progetto di prolungamento della Diga di 105 m (I stralcio) sono stati acquisito dall’AdSP:

- a) il parere n. 11 del 21.05.2020 del C.T.A. del Provveditorato interregionale alle OO.PP. della Campania, Molise, Puglia e Basilicata, che ha approvato il progetto in argomento con prescrizioni, osservazioni e raccomandazioni;
- b) il Decreto Direttoriale n. 11 del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 11/1/2021, di esclusione dalla procedura di valutazione di impatto ambientale il progetto “Porto di Napoli. Prolungamento Diga Duca D’Aosta a protezione del nuovo Terminal Contenitori di Levante - I Stralcio” subordinata al rispetto delle condizioni ambientali riportate nel parere della Commissione tecnica di verifica dell’impatto ambientale VIA/VAS n. 106 del 30.11.2020 (comunicazione assunta a prot. AdSP n. 590 del 12.01.2021);

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo	Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022					
		19	002	A	DR	002	02

- c) il Decreto n. 56 del 28.04.2021 del Ministero della Transazione Ecologica di chiusura della Conferenza di Servizi decisoria e conseguente approvazione definitiva del documento “Piano di Caratterizzazione ambientale relativo al progetto di prolungamento della diga foranea duca d'Aosta approvato dalla Conferenza di Servizi decisoria del 23.06.2015 - Integrazioni relative al parere ISPRA del 02.12.2019”,
- d) la nota assunta a prot. AdSP n. 27277 del 1.12.2021 con cui il Ministero della Transazione Ecologica ha trasmesso i pareri di ARPA Campania (prot. n. 69071 del 15.11.2021) e di ISPRA (prot. n. 61088 del 18.11.2021), da cui si evince che, le prescrizioni riportate nel Decreto del MITE n. 56/2021, sono state ottemperate.


Il progetto definitivo, modificato per recepire le prescrizioni e le indicazioni contenute nei pareri di sopra richiamati, è stato validato dal Responsabile del Procedimento, ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs. n. 50/16 e s.m.i., sulla scorta del Rapporto Conclusivo di Verifica datato 17.02.2021 della società di verifica INARCHECK S.p.A.

Appare utile evidenziare che le analisi ambientali e geotecniche sottoposte alla valutazione degli Enti sopra indicati riguardano l'intera lunghezza del prolungamento (270,7 m) e non già la parte di opera eseguibile sulla base della disponibilità dei finanziamenti del POR FESR 2014-2020.

Con DM 330/2021 sono stati invece finanziati con i fondi complementari del PNRR ulteriori opere tra cui la residua parte del prolungamento della diga (Il stralcio) oggetto della presente relazione; il Codice identificativo della Procedura è 01/PNRR/PC/2021

I servizi di ingegneria di cui al presente progetto sono stati svolti dal raggruppamento temporaneo costituito da MODIMAR s.r.l. (mandataria), S.I.S.P.I. s.r.l., React Studio s.r.l., VAMS Ingegneria s.r.l., VDP s.r.l., G.I.A. Consulting s.r.l., Install s.r.l. (mandanti) aggiudicatario delle attività a seguito di procedura di evidenza pubblica aggiudicata con delibera n. 412 del 21.12.2018, giusta sottoscrizione del contratto rep 352 del 23 ottobre 2019.

La presente Relazione Generale, parte integrante del progetto definitivo di prolungamento Il stralcio funzionale, conformemente a quanto disposto dall'art. 25 del

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

DPR 207/2010 (1), 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.


Nei capitoli seguenti sono descritti: a) i criteri seguiti per le scelte progettuali; b) gli aspetti dell'inserimento dell'intervento sul territorio; c) le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali prescelti; d) 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 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 II° stralcio del prolungamento della diga Duca d'Aosta ed in particolare la geologia, 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 meglio precisato nel corpo della relazione 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 programmate dall'AdSP nell'ambito del Documento di Pianificazione Strategica definitivamente approvato dal MIT nell'aprile 2022, approfondendo gli aspetti tecnici ed economici ed apportando di conseguenza oggettive e motivate ottimizzazioni sull'intervento.

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".

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo		Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022				
			19	002	A	DR	002


2. Inserimento dell'intervento sul territorio

Nel presente paragrafo si tratterà dell'evoluzione della pianificazione portuale e della compatibilità delle opere di progetto

Il vigente Piano Regolatore Portuale (PRP) del Porto di Napoli venne approvato con D.M. n. 2478 del 22.04.1958 e le successive modifiche furono approvate con D.M. n. 4816 del 2.02.1976, D.M. n. 2388 del 4.06.1976, D.M. n. 1643 del 21.06.1979 e D.M. n. 3409 del 8.11.1982.

A norma dell'art.5 della L.84/94, non essendo intervenute nel frattempo ulteriori definitive approvazioni di un nuovo PRP, il Piano Regolatore Portuale del 1958, con le modifiche introdotte da decreti ministeriali sopra richiamati, dall'Accordo di programma Del dicembre 2000 e dai successivi Adeguamento Tecnico Funzionali approvati (Prolungamento molo Bausan, prolungamento molo Flavio Gioia, Prolungamento molo Immacolatella Vecchia, Tombamento ex Alveo Pollena, Adeguamento bacini di Carenaggio, costruzione nuova Stazione Marittima al molo Beverello), è tutt'ora vigente.

La Diga foranea Duca d'Aosta, nella sua attuale configurazione, misura un'estensione di oltre 2,23 km ed il PRP vigente prevede un prolungamento dell'attuale diga di 1308,7 m e nuovi moli a pettine a ridosso del litorale di San Giovanni a Teduccio.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

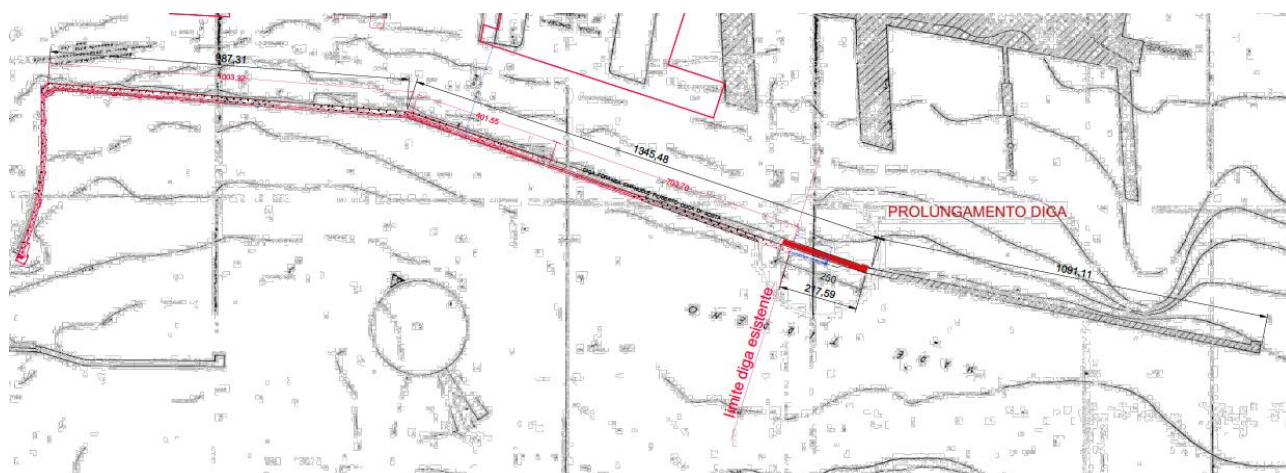



Figura 2 Stralcio del vigente Piano regolatore Porto Napoli del 1958

Con l'Accordo di programma sottoscritto in data 23 dicembre 2000 ex art 34 del TU 267 del 18/08/2000 tra Regione Campania, Comune di Napoli, Autorità Portuale di Napoli, Capitaneria di Porto di Napoli, Università Federico II di Napoli, Ministero dei Trasporti e Ministero dei Lavori Pubblici venne modificato il vigente PRP del porto di Napoli con la previsione di una cassa di colmata nella parte orientale del Porto di Napoli tra il molo Progresso ed il Molo di Levante da destinare a terminal contenitori, nonché con l'asservimento di alcune aree del demanio marittimo (originariamente in concessione alla CIRIO), alla Tirreno Power e ad altre società. Inoltre l'Accordo di Programma ha definito a levante del porto di Napoli, a ridosso della nuova colmata, la perimetrazione di uno specchio acqueo da destinare a porto turistico.

Il suddetto Accordo di Programma è stato preceduto da una Conferenza dei servizi convocata con note 3282 del 29/11/2000 e 5616 del 7/12/2000 e nelle due sedute del 15/12/2000 e 20/12/2000 gli Enti convocati (Regione, Comune, Autorità Portuale di Napoli, Capitaneria di Porto, Soprintendenza BAA, Ministeri dei Trasporti e LL.PP.) hanno definito all'unanimità che sussistevano tutte le condizioni per poter procedere alla definizione di un accordo di programma ex art 34 del TU 267 del 18/08/2000

Con Decreto Del Presidente Della Giunta Regionale della Campania del 1 marzo 2001, n. 325 l'Accordo di Programma del 23/12/2000 è stato definitivamente approvato e successivamente con decreto del Presidente della Giunta regionale della Campania n.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022				
	19	002	A	DR	002	02	GEN	


323 dell'11 giugno 2004 è stata approvata la "Variante al piano regolatore generale centro storico, zona orientale, zona nord-occidentale" del Comune di Napoli che recepisce i contenuti del suddetto Accordo di Programma (Cfr art 29 e 34 delle Norme Tecniche di Attuazione)

Sulla base di tale programmazione l'Autorità Portuale di Napoli, oggi Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centrale, ha sviluppato notevoli investimenti con risorse pubbliche per circa 200 milioni di euro, per realizzare la colmata di levante da destinare a Terminal Contenitori.

Tale opera ha acquistato i seguenti pareri da Enti terzi di cui si richiamano i più significativi:

- Voto Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 155 del 17/11/2005 – approvazione progetto definitivo della darsena di levante
- Decreto interministeriale Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) di concerto con Ministero della Salute e Ministero delle Attività Produttive del 21/12/2005;
- Decreto VIA n. 5 del 9/1/2008 del MATTM di concerto con il MIBAC – decreto compatibilità ambientale per costruzione cassa di colmata darsena di levante
- Decreto Ministeriale MATTM del 2/7/2008 di concerto con MISE per approvazione piano bonifica
- Decreto Ministeriale MATTM del 31/12/2010 per approvazione variante piano bonifica
- Voto Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 82014 del 11/4/2014 – riempimento cassa colmata con materiali provenienti dal dragaggio dei fondali portuali
- Decreto VIA prot. n. 5376/TRI/DI/B del 16/10/2014 del MATTM - decreto compatibilità ambientale per esecuzione dragaggi e riempimento cassa colmata darsena di levante con materiali provenienti dai dragaggi.

Con delibera di comitato di gestione n. 7 del 19/02/2018 venne approvato il "**Masterplan del porto di Napoli**" che prevedeva un prolungamento verso levante di 900 m della diga foranea nella prospettiva di proteggere lo specchio acqueo a ridosso dell'are di San Giovanni (ex Corradini) ove era prevista una nuova grande colmata.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

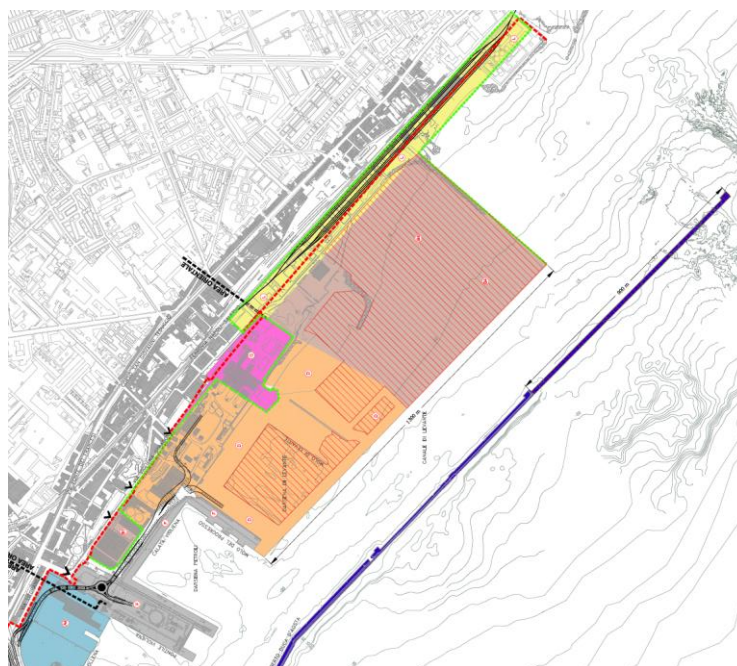



Figura 3 Stralcio del Masterplan 2018 (soppresso) del Porto Napoli che prevedeva la colmata ed il prolungamento della diga foranea di 900 m

In fase successiva l'AdSP, dopo aver registrato la contrarietà del Comune di Napoli e della Soprintendenza BAPSAE alla formazione della nuova colmata a ridosso di San Giovanni a Teduccio prevista nel Masterplan 2018, ha avviato la definizione del **Documento di Pianificazione Strategica di Sistema (DPSS)** dei porti di propria competenza (Napoli, Salerno e Castellammare di Stabia) di cui al Dlgs 169/2016 e smi che è si è concluso con l'approvazione da parte del Ministro dei Trasporti sentito il parere della Conferenza unificata delle Autorità di Sistema, il parere di condivisione del Presidente della Giunta Regionale della Campania, nonché del del comitato di gestione dell'AdSP. Che si è espresso con delibera n. 80 del 26/10/2021.

Nella nuova programmazione il DPSS, per il porto di Napoli, prevede "il potenziamento delle opere di difesa del porto di Napoli consiste nel prolungamento della Diga Duca degli Abruzzi, in direzione est-ovest, di circa 380 m, e della Diga Duca d'Aosta, anch'essa in direzione est- ovest, di circa 250 m. Tali prolungamenti, da tempo programmati, rispondono all'esigenza di abbattere l'agitazione ondosa interna, rispettivamente, del Canale di Ponente e di quello di Levante, incrementando la sicurezza della navigazione delle unità navali in ingresso/uscita dal porto e la sicurezza

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

del loro stazionamento lungo le banchine che affacciano sui Canali stessi”. A levante del porto il DPSS quindi esclude la formazione di ulteriori colmate, del prolungamento della diga di 900 m e conferma la realizzazione di un nuovo porto turistico in località San Giovanni a Teduccio ed esclude anche la formazione di un nuovo deposito di GNL

Il DPSS rinvia per un maggior dettaglio ai contenuti del nuovo PRP in corso di elaborazione; i prolungamenti previsti sono evidentemente indicativi e dovranno essere dettagliati in ragione di adeguati studi.

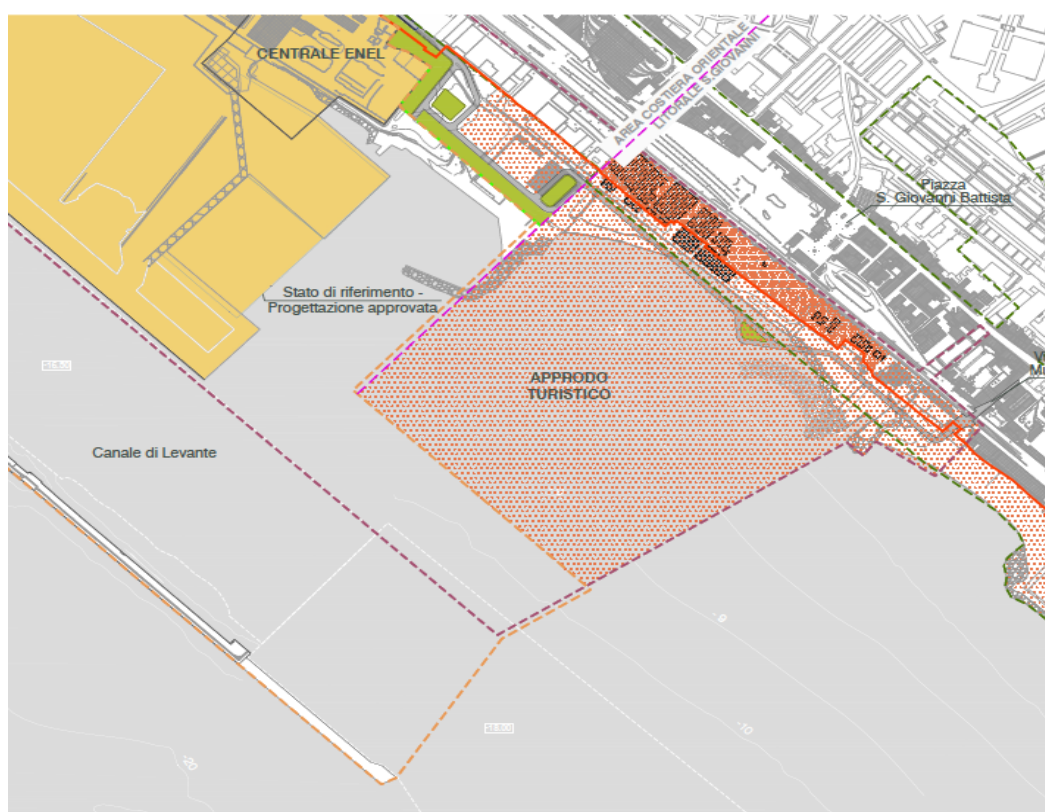



Figura 4 – Stralcio pianificazione aree portuali porto Napoli estratto dal DPSS approvato nel 2022

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

3. Descrizione sintetica delle infrastrutture di difesa esistenti

Il sistema di opere di difesa dall'azione del moto ondoso, dello specchio acqueo protetto del porto di Napoli, è costituito dalle seguenti strutture (vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**):

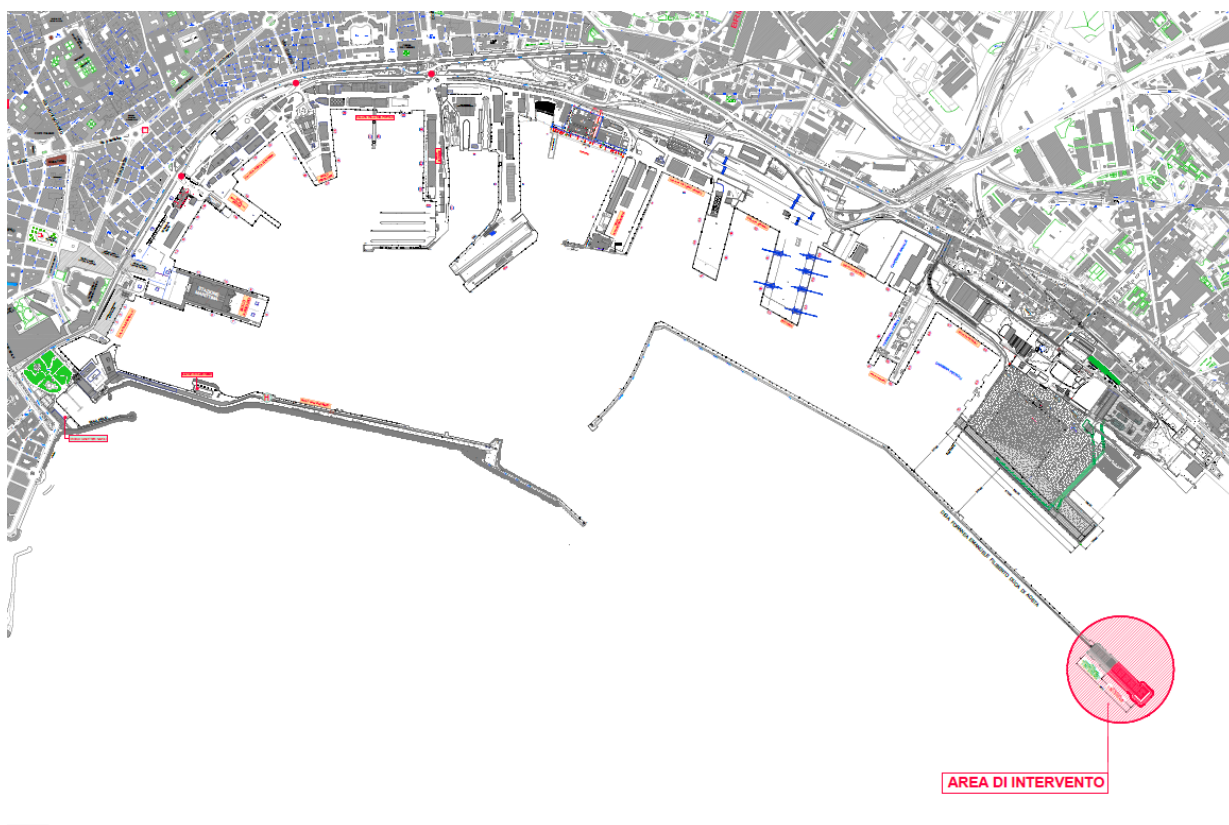
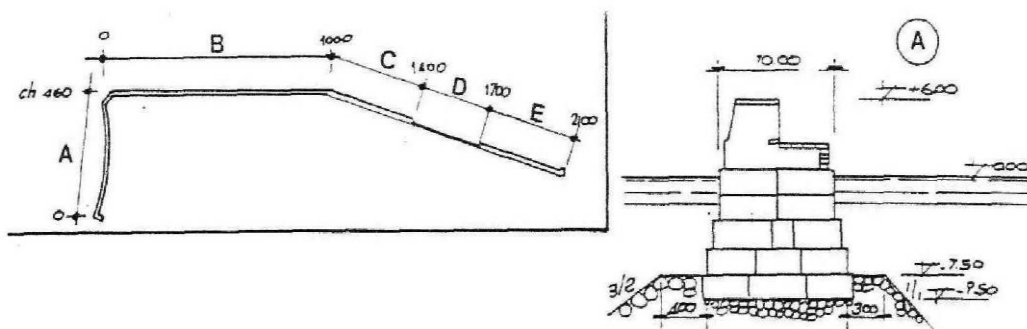


Figura 5 – Porto di Napoli

- ✓ 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.

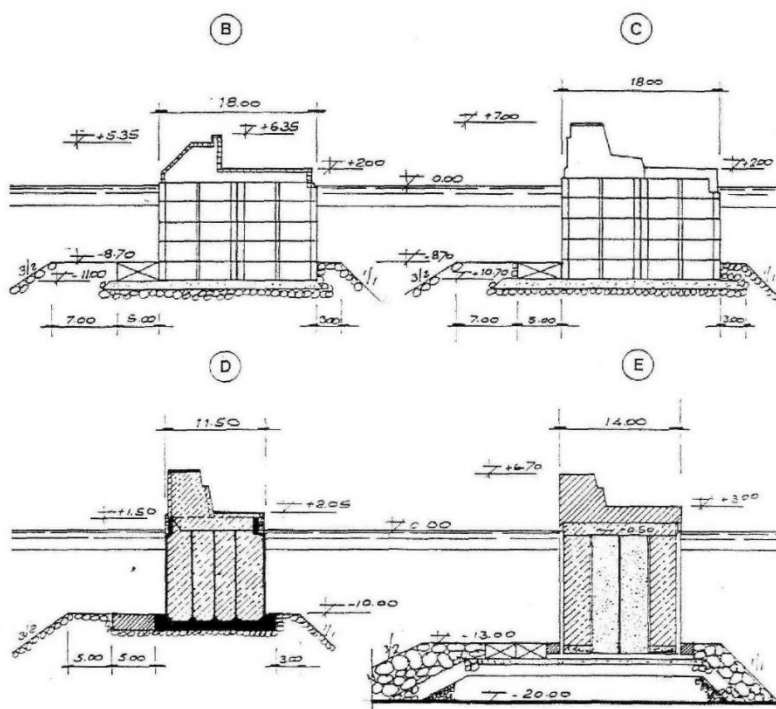
Relativamente alla tipologia costruttiva, il Molo S. Vincenzo e il primo tratto della Diga Duca degli Abruzzi sono del tipo a gettata (o a scogliera); il secondo tratto della Diga Duca degli Abruzzi, l'Antemurale Thaon de Revel e la Duca d'Aosta sono del tipo a parete verticale.

Di seguito si riporta nel dettaglio le caratteristiche costruttive dell'antemurale Thaon de Revel e della Diga Duca d'Aosta oggetto dell'intervento in argomento.




L'antemurale Thaon de Revel (A) è una diga curvilinea distaccata dalla linea di costa posta a NE della imboccatura principale del porto di Napoli a difesa dai mari provenienti dalla traversia secondaria (scirocco).

La struttura della diga Thaon de Revel (tratto A) presenta di lunghezza pari a circa 500 m la struttura a parete verticale è costituita da massi artificiali (del peso di circa 50 t) di



dimensioni 5.00 x 2.50 x 2.00 m e 4.00 x 2.50 x 2.00, disposti a strati orizzontali e a giunti sfalsati, che poggia su un imbasamento a scogliera spianato a quota -9.50 m.

La sovrastruttura è costituita da massiccio di sovraccarico murario completato sul lato esterno da un muro paraonde con sommità a quota +6.0 m sul l.m.m.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022				
	19	002	A	DR	002	02	GEN	

La diga Duca d'Aosta, di rilevante estensione pari a circa 2.,3 km, è orientata in direzione N.O. - S.E. a difesa della zona di levante del porto di Napoli dai mari provenienti dalla traversia principale.

La struttura della diga Duca d'Aosta presenta le seguenti caratteristiche:

Nei tratti B e C di lunghezza pari a circa 1.400 m è costituita da un doppio ordine di pile affiancate di massi cavi cellulari senza fondo di dimensioni 9.00 x 5.00 x 2.30 m, sovrapposti e riempiti con cls idraulico, imbasati su una scogliera in massi naturali rasata a quota di circa -10.50 m. dal l.m.m.

Nel tratto D di lunghezza pari a circa 300 m la struttura è costituita da cassoni delle dimensioni in pianta 11.50 x 6.7 m, imbasati su una scogliera con sommità a quota - 10.00 m.

Nel tratto E di lunghezza pari a circa 400 m la struttura è costituita da cassoni di larghezza maggiore, pari a 14.00 m, imbasati su una scogliera con sommità a quota - 13.00 m.


La sovrastruttura è costituita da massiccio di sovraccarico e muro paraonde inclinato nel tratto B e verticale nei tratti C, D, E con sommità variabile da 5,35 a 7,00 m.

4. Descrizione sintetica degli obiettivi e delle opere progettate

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 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.

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 Meteomarino, 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

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

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 1994²). 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 ³.

L'estensione del prolungamento di II stralcio della Diga Duca D'Aosta prevista dal presente progetto è di 165.70 m, comprendente 5 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 e Figura riportate di seguito.

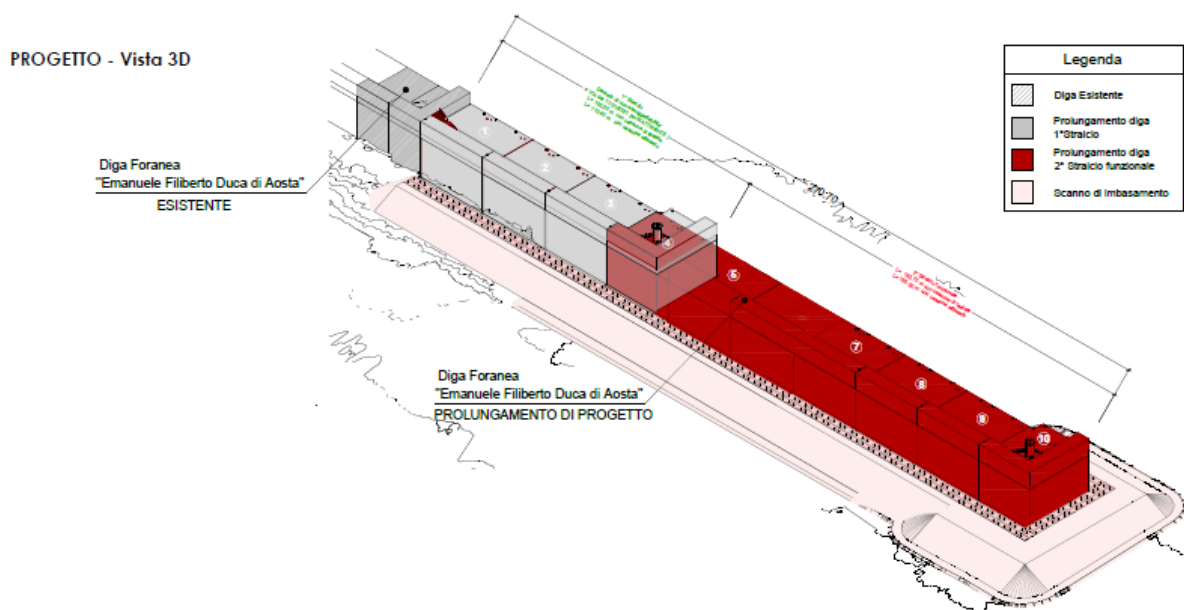



Figura 6 – Prolungamento della diga foranea Duca d'Aosta I° e II° stralcio - Vista assometrica

²Franco L. Vertical Breakwaters: the Italian experience, Coastal Eng. 1994

³Franco 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.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

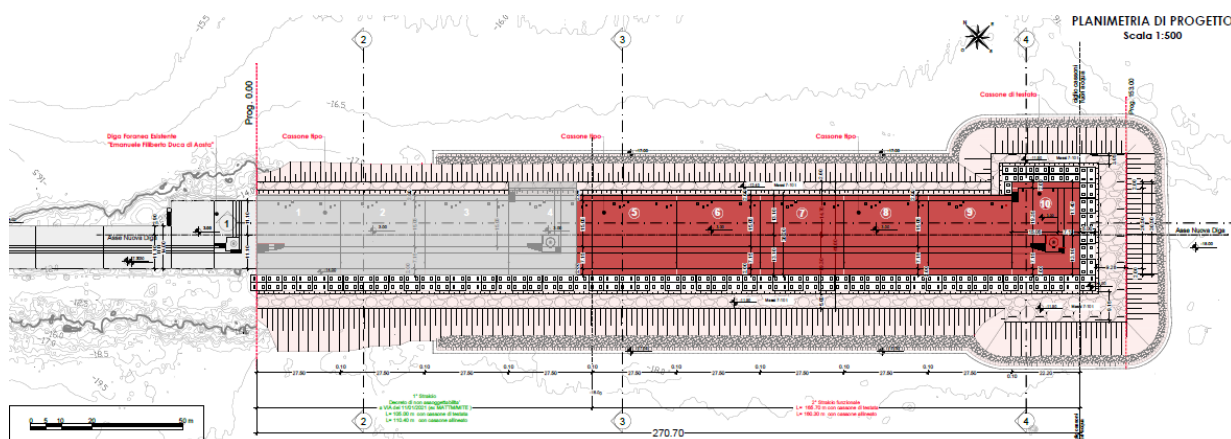



Figura 7 – Planimetria delle opere

Il prolungamento della diga è stato dunque operativamente suddiviso in n.2 stralci funzionali ed in particolare:

- un primo stralcio funzionale, immediatamente eseguibile, riferibile alla prima parte dell'opera (n. 4 cassoni cellulari – per L=105,0 m) già approvato dal MITE/MATTEM con decreto di non assoggettabilità a VIA del 11/01/2021
- un secondo stralcio funzionale, (n. 6 cassoni per 165,70 m), eseguibile solo dopo l'acquisizione del parere favorevole del MITE/ ed oggetto della presente relazione

I cassoni, analogamente a quelli del tratto terminale della diga esistente ed a quanto previsto nel progetto approvato di prolungamento di 105 m (I stralcio), 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). Le dimensioni complessive in pianta del fusto del cassone tipo sono 22,20m x 27,50m, mentre quelle del cassone di testata (vedi Figura) sono 26,50 m x 22,20 m. L'altezza, comprensiva del fusto del cassone compreso di fondazione, esclusa la sovrastruttura, sarà pari a 16,00 m.

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.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

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, vibrocompattato con piastra vibrante, 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 trasversale tipo (cfr. Figura) sono pari a 41,60 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) 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.

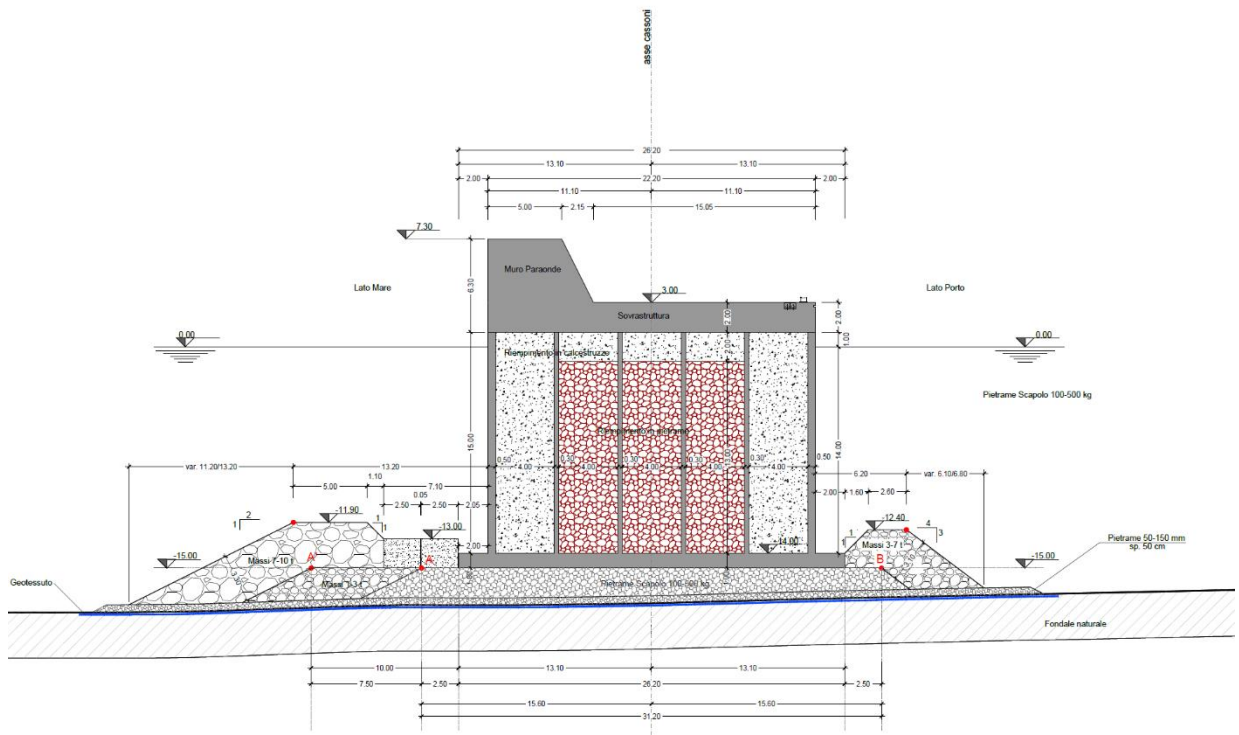


Figura 8 – Sezione tipologica

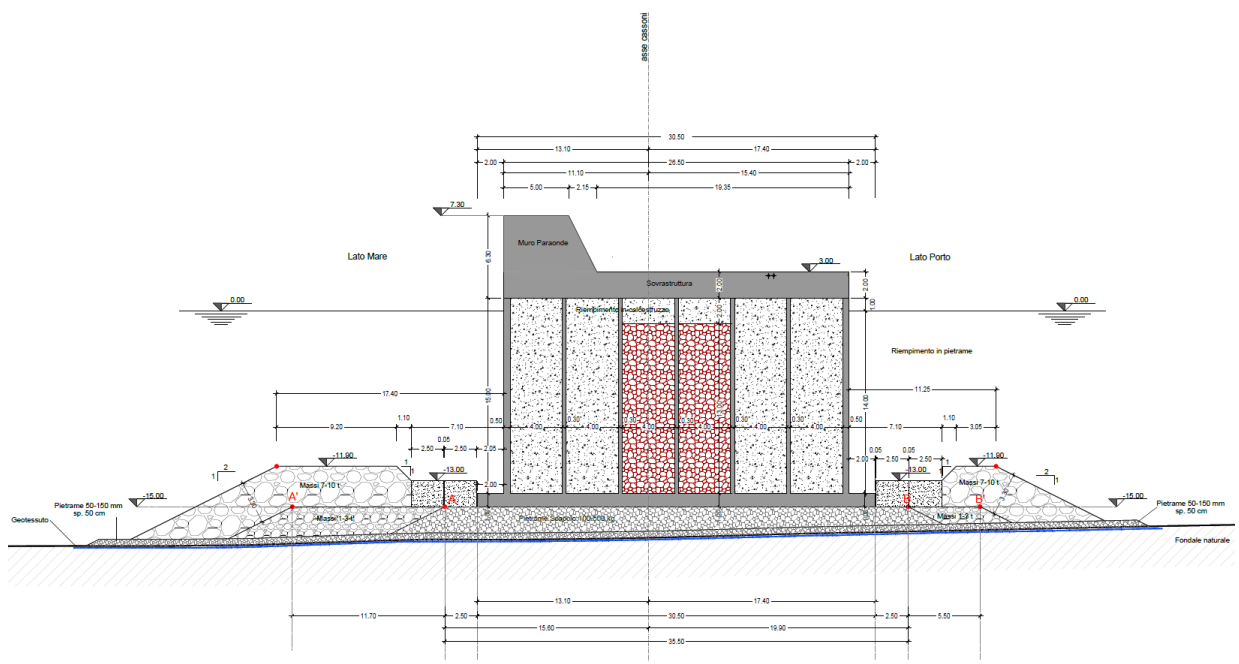




Figura 9 – Sezione di testata

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

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo		Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022				
	19	002	A	DR	002	02	GEN

trasportati in condizioni di galleggiamento fino al luogo d'impiego, dove saranno affondati nella posizione finale. Successivamente, i cassoni saranno zavorrati 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.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo		Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022				
	19	002	A	DR	002	02	GEN

5. Aspetti tecnici

5.1 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.

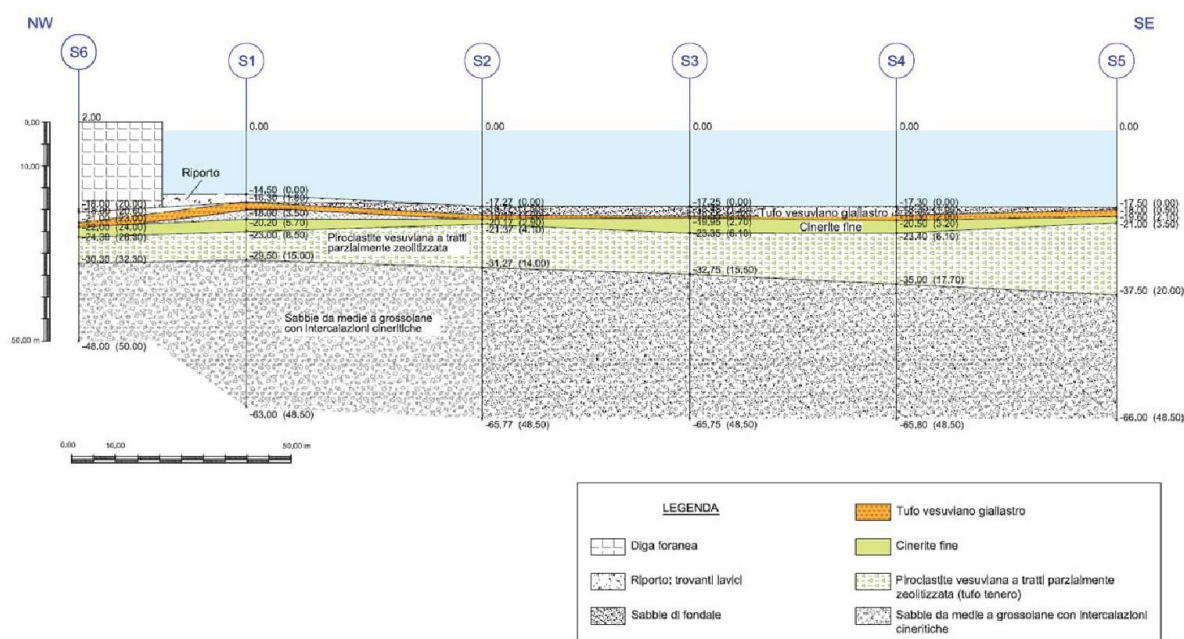


Figura 10 - Sezione stratigrafica dell'area oggetto di intervento

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..

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		φ		E		E_d		γ		ν	
			Densità relativa		Angolo di resistenza al taglio		Modulo di Young (Mpa)		Modulo Edometrico (Mpa)		Peso unità di volume		Modulo di Poisson	
			Gibbs & Holtz 1957		Sowers (1961)		Schmertmann (1978) (Sabbie)		Buisman-Sanglerat (sabbie)		Meyerhof ed altri		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 II° Stralcio – Progetto Definitivo				Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN	

Profondità	sigla	<i>D_r</i>	φ	<i>E</i>	<i>E_d</i>	γ	ν	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

5.2 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, 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.

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.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo	Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022					
		19	002	A	DR	002	02

5.3 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°1 sondaggio 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 11 – Ubicazione delle indagini)

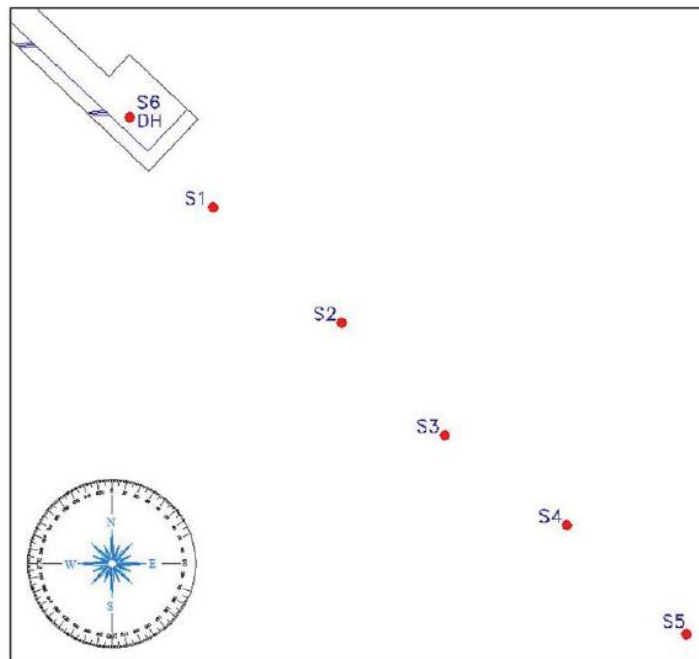


Figura 11 – Ubicazione delle indagini

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 .

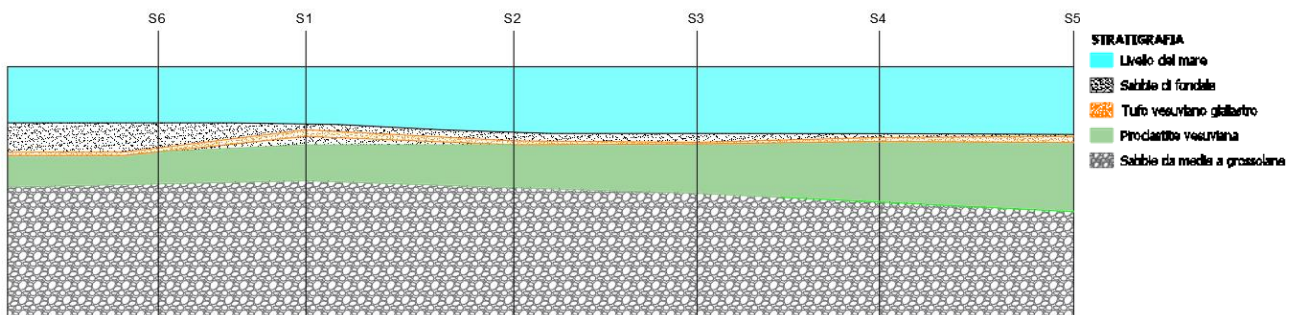



Figura 12 – Sezione stratigrafica

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

I campioni sono stati prelevati nella piroclastite vesuviana e nello strato di sabbia grossolana (“P_{sup}” e “P_{inf}”). Pertanto, al fine di caratterizzare dal punto di vista della resistenza meccanica e della deformabilità gli stati 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 ϕ) 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 (m)	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)	E (MPa)
S	14.50÷17.50	16.0	16.0	30	0	2.0
TVG	16.30÷19.50	18.0	18.0	30	150	500
P_{inf}	19.50÷22.00	16.5	16.5	35	0	8.7
P_{sup}	>29.50	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:

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	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 (**Q_k**) 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 τ - σ ; 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 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.

I risultati restituiscono valori dei coefficienti di sicurezza adeguati e ridotte deformazioni al piano di posa.

5.4 Aspetti meteomarini

Lo studio meteomarino 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

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

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 ondometriche direzionali (da luglio 1989 a giugno 2005) effettuate dalla boa posta al largo di Ponza con cadenza trioraria appartenente alla Rete Ondometrica 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 ondometrici
4. Analisi statistica degli eventi estremi di moto ondoso
5. Analisi del regime dei livelli e analisi degli estremi congiunti moto ondoso-livelli

5.4.1 Inquadramento geografico del paraggio

Il porto di Napoli è ubicato nell'omonima baia (vedi Figura). 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.

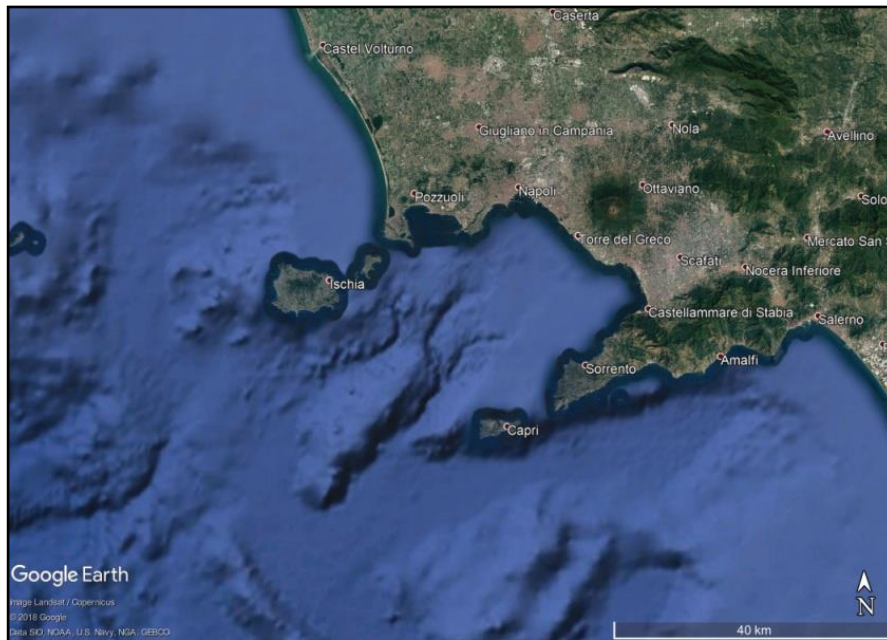


Figura 13 – Inquadramento geografico Baia di Napoli

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 1.

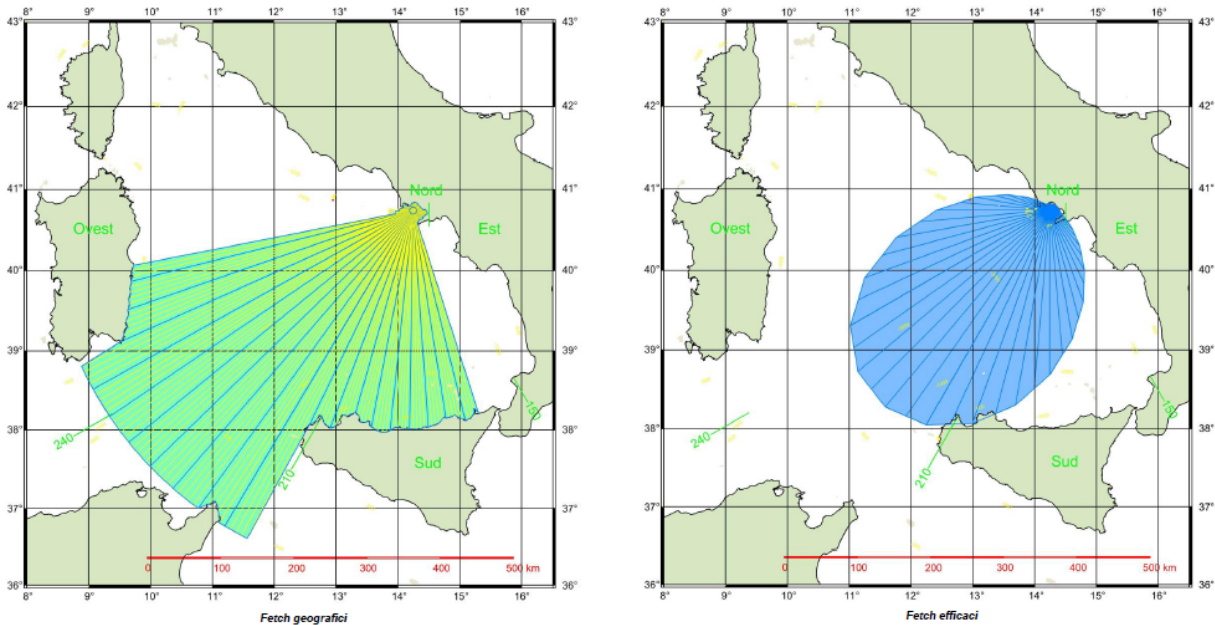



Figura 1 – Fetch geografici e fetch efficaci

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

5.4.2 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 2 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.

Regime ondometrico annuale (P_{003561} hindcasting dal 1979 al 2018)

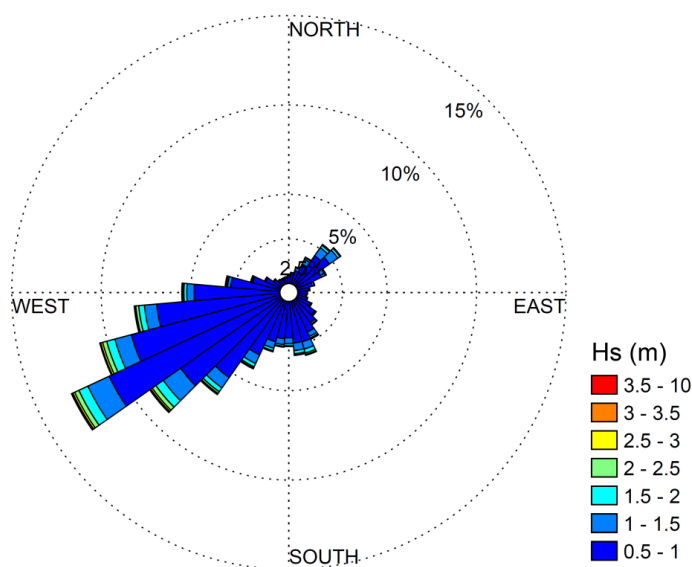



Figura 2 – Rosa ondometrica annuale.

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.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

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.

5.4.3 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).

Il diagramma polare di Figura 16 sintetizza il clima di moto ondoso, ottenuto in corrispondenza del prolungamento della diga Duca D'Aosta.

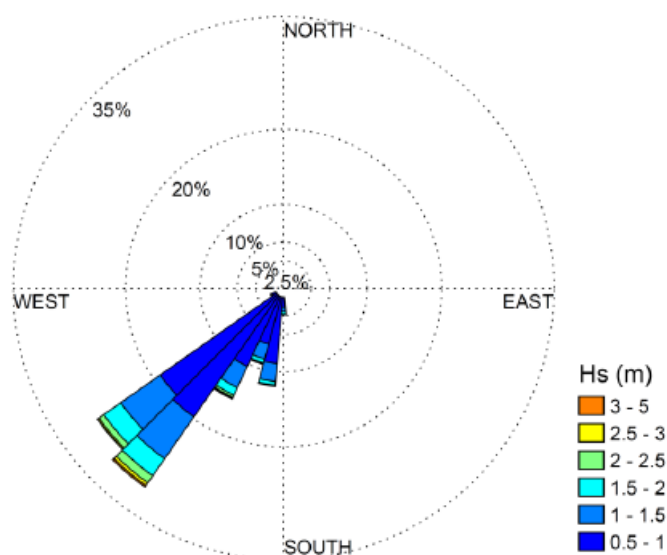



Figura 16 – Punto sotto costa P0 – Distribuzione degli eventi di moto ondoso con altezza d'onda superiore a 0.5 m.

Dal confronto tra il regime ondametrico 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.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

5.4.4 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 3) 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).

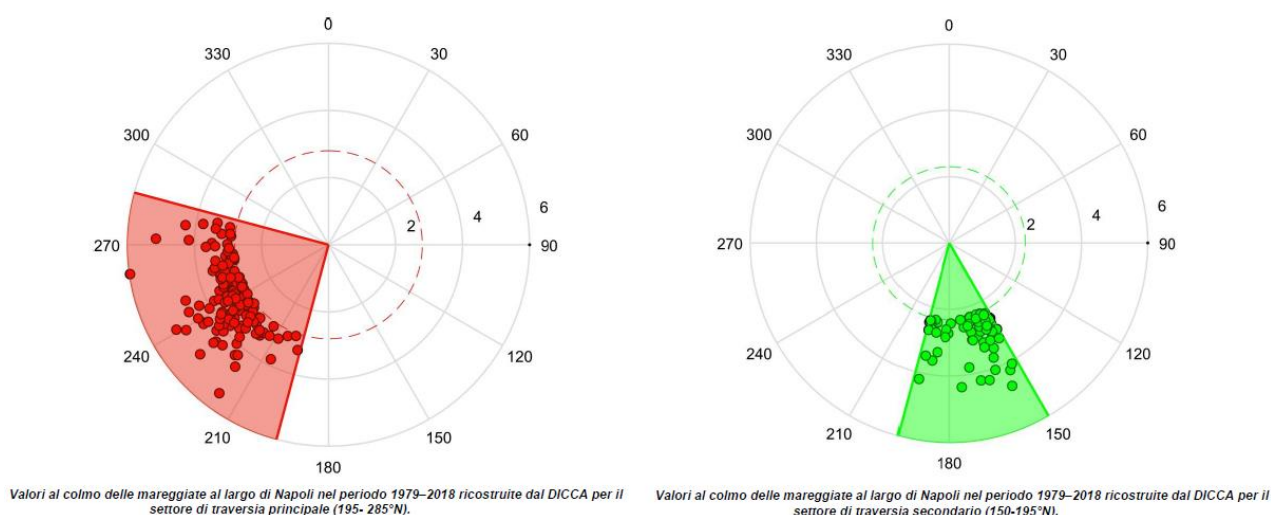
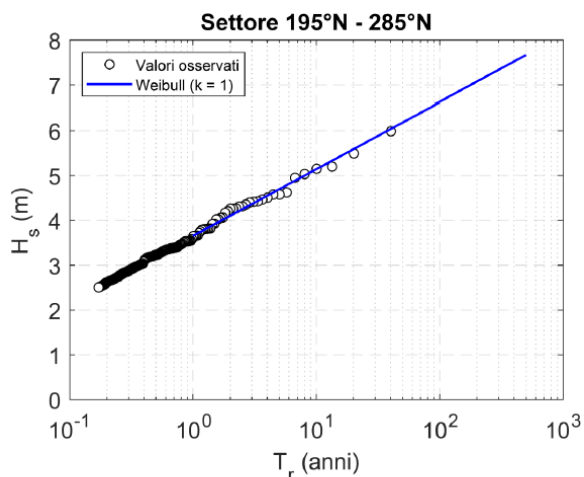
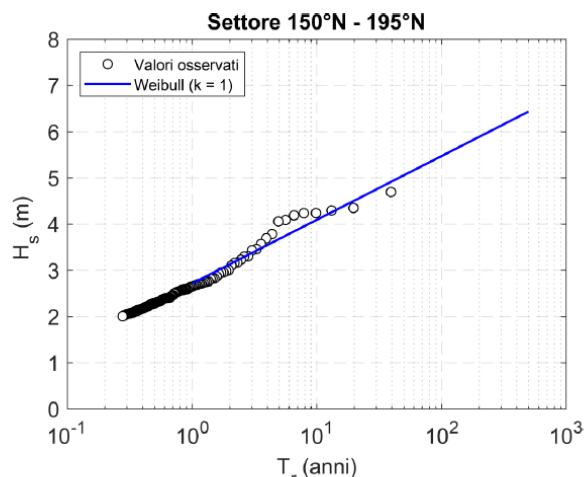


Figura 3 – Valori al colmo delle mareggiate – settore di traversia principale e secondario

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 4 – 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.


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

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo	Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022					
		19	002	A	DR	002	02

5.4.5 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


Tr (anni)	Sovralzo (m)				
1	0.29				
2	0.33				
5	0.39	Higest Astronomical Tide	HAT	0.20	m
10	0.44	Mean High Water Spring	MHWS	0.12	m
15	0.46	Mean Higher High Water	MHHW	0.06	m
20	0.48	Mean Sea Level	MSL	0.00	m
25	0.50	Mean Lower Low Water	MLLW	-0.16	m
30	0.51	Mean Low Water Spring	MLWS	-0.23	m
50	0.54	Lowest Astronomical Tide	LAT	-0.30	m
100	0.59				
250	0.65				

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.

5.5 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

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo		Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022				
	19	002	A	DR	002	02	GEN

in prossimità del Porto di Napoli nell'ambito dello studio meteomarinario 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 sovrizzo del livello marino, assunto per tre differenti condizioni: (i) sovrizzo nullo, (ii) sovrizzo di tempesta in funzione del tempo di ritorno, (iii) sovrizzo 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 sovrizzo idrico del mare.


	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo	Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022					
		19	002	A	DR	002	02


Tabella 3 – Portate di tracimazione

Tempo di ritorno <i>Tr (anni)</i>	Sovralzo <i>SWL (m)</i>	Moto ondoso		Portata media di tracimazione <i>q_m(l/s/m)</i>
		<i>H_{mo} (m)</i>	<i>T_{m-1,0} (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 II° Stralcio – Progetto Definitivo		Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022				
	19	002	A	DR	002	02	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.


5.6 Aspetti paesaggistici

All'interno dello Studio Preliminare Ambientale (cfr. documento *19_002_A_DR_001_00_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 165,70 metri (prolungamento di II stralcio) in continuità visiva con il prolungamento di I stralcio, di fatto, non determina una alterazione significativa dei rapporti percettivi preesistenti.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

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.


5.7 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_A_DR_006_00_MAR studio morfologico morfodinamico*, sono sintetizzate di seguito.

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

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN


(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 $210^{\circ} \pm 225^{\circ}$ 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 , 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 19 - 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

L'analisi qualitativa della variazione della fascia litoranea negli ultimi 30 anni rilevata da immagini aerofotogrammetriche opportunamente digitalizzate e georeferenziate

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022				
	19	002	A	DR	002	02	GEN	

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 d'insieme, dove è data evidenza delle Sub-aree 1, 2 e 3 di approfondimento (vedi *19_002_A_DR_006_00_MAR studio morfologico morfodinamico*).

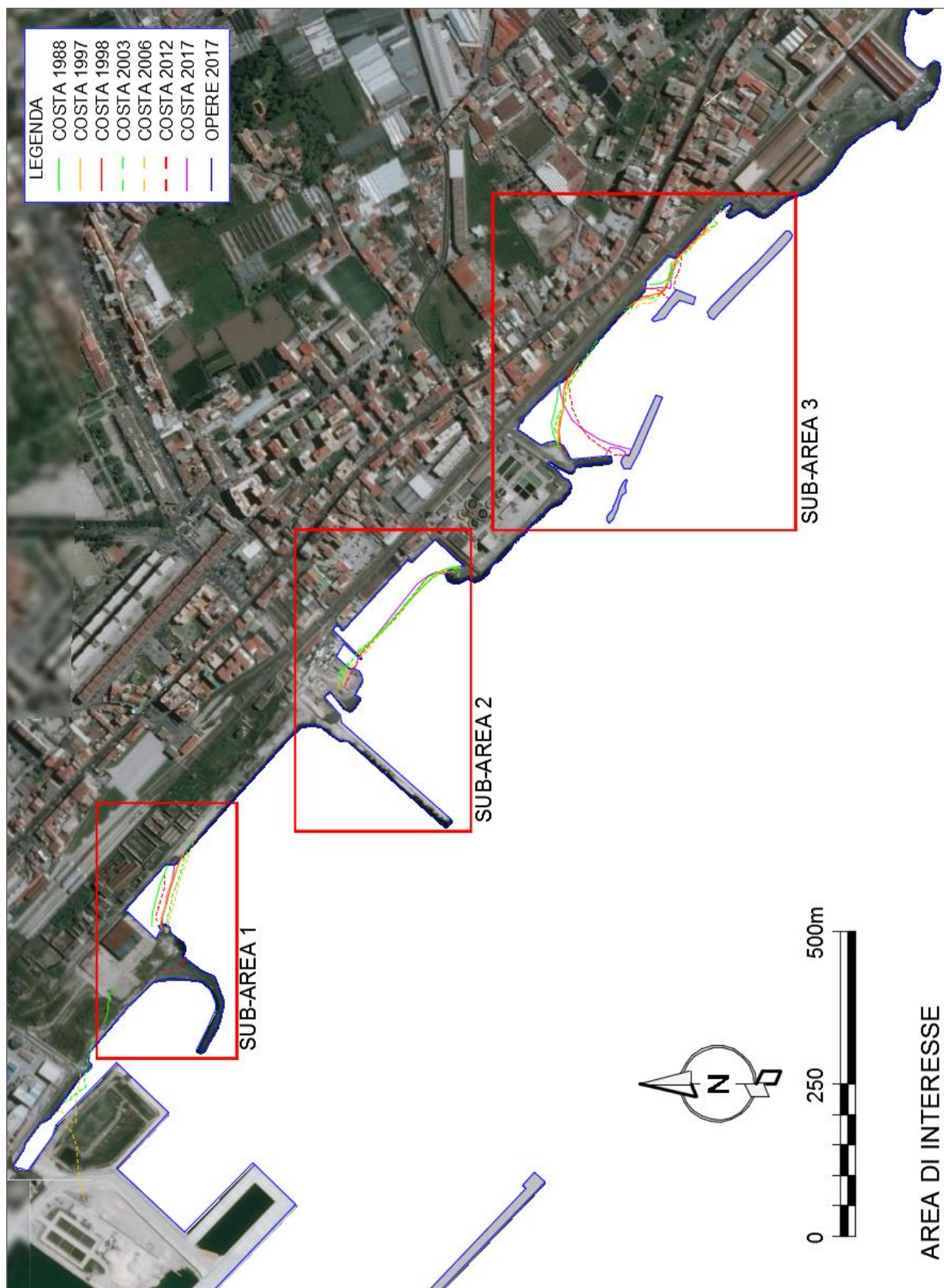



Figura 20. Aerofoto Bing Maps 2017 dell'area di interesse con digitalizzazione delle linee di riva storiche (1988-2017) su piattaforma QGIS per l'analisi diacronica delle linee di riva

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022				
	19	002	A	DR	002	02	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 Diga Duca 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 e 3 dove negli ultimi anni sono stati eseguiti interventi di rafforzamento delle opere di difesa litoranea

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022				
	19	002	A	DR	002	02	GEN	

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 165,70 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.


5.8 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 II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

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


5.9 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 alla 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 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

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

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 della diga 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 (II° 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.


5.10 Censimento e progetto di risoluzione delle interferenze

Il prolungamento della diga duca d'Aosta di II° stralcio non presenta interferenze sia di tipo strutturale che di tipo impiantistico nei riguardi dell'opera esistente. In particolare, dal punto di vista strutturale essendo una prosecuzione di un'opera composta dalla medesima tipologia strutturale dell'esistente (cassoni cellulari) di routine per le opere marittime, non si rilevano interferenze. Inoltre a seguito di un censimento operato da:

- Informativa AdSP
- Rete GIS
- Banche dati specialistiche (es. Navionics)

e della campagna di indagini batimetriche del maggio 2019 non sono state rilevate ulteriori interferenze con reti e servizi esistenti sia aeree che subacquee. Dal punto di vista impiantistico, il presente progetto non presenta impianti bensì solo delle predisposizioni realizzate con cavidotti all'interno della sovrastruttura dei cassoni.

Le interferenze che si sono rilevate sono da un punto di vista di aspetti sulla sicurezza della navigazione, sia in condizioni di “opera finita” che di “opera in fase di realizzazione”. In fase di “opera finita” si rileva come unica interferenza l'indicazione luminosa che indica l'ingresso al porto (faro rosso) risolvibile con la sostituzione del precedente faro con un nuovo faro a luce rossa in corrispondenza dell'estremità del prolungamento della diga prevista in progetto. In fase di “opera in fase di realizzazione” si rileva l'interferenza della segnalazione dell'area a mare del cantiere e del transito dei

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo		Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022				
	19	002	A	DR	002	02	GEN

mezzi d'opera marittimi con le imbarcazioni che fruiscono del porto risolvibile mediante una serie di accorgimenti che consistono sostanzialmente nella conterminazione dell'area di cantiere con boe di segnalazione ad alta visibilità e con un preventivo coordinamento, prima di ogni lavorazione, dell'Impresa esecutrice con l'Autorità Marittima.


5.11 Impianti

Dal punto di vista impiantistico il presente progetto non prevede impianti e/o collegamenti con le reti servizi esistenti; sono previste solo delle predisposizioni realizzate con cavidotti all'interno della sovrastruttura dei cassoni. Il nuovo faro di segnalazione a luce rossa è previsto con alimentazione fotovoltaica con batterie collegate a pannelli solari integrate nella struttura del faro. Le caratteristiche tecniche e i requisiti prestazionali sia di illuminazione che di gestione e manutenzione del nuovo faro rosso di segnalazione dovranno essere verificati prima dell'installazione da Marifari quanto ente gestore.

5.12 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 del D.M. 11 ottobre 2017 (G.U. n. 23 del 28 gennaio 2017) "Criteri ambientali minimi per l'affidamento dei servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici".

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.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

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 del D.M. 11/10/2017 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. 19_002_A_DR_003_00_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 del D.M. 11/10/2017 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 del D.M. 11/10/2017 e s.m.

Condivisione dei dati progettuali

Nel corso della progettazione definitiva, la struttura di progettazione si è interfacciata (e si interfaccerà 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

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo		Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022				
	19	002	A	DR	002	02	GEN

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.

Ghisa, ferro, acciaio

Gli elementi metallici previsti all’interno del presente progetto definitivo da approvvigionare (barre di armatura, bitte, anelloni, scalette alla marinara, etc.) saranno realizzati con acciaio prodotto con contenuto minimo di materiale riciclato ($\geq 70\%$ per acciaio da forno elettrico e $\geq 10\%$ per acciaio da ciclo integrale) secondo quanto richiesto al cap. 2.4.2.5 dell’Allegato del D.M. 11/10/2017 e s.m.

Prescrizioni ambientali per il cantiere

In questa fase di progettazione definitiva si indicano le prescrizioni ambientali che il futuro cantiere dei lavori dovrà garantire in ottemperanza a quanto indicato nell’Allegato del D.M. 11/10/2017 e s.m. tra cui le specifiche tecniche del cantiere (cap. 2.5 dell’Allegato del D.M. 11/10/2017 e s.m.), l’impiego di oli lubrificanti per le macchine operatrici del cantiere (cap. 2.7.5 dell’Allegato del D.M. 11/10/2017 e s.m.), materiali edilizi da impiegare per la realizzazione del cantiere e dei lavori di progetto (cap. 2.4 dell’Allegato del D.M. 11/10/2017 e s.m.).


5.13 Modalità di gestione dei rifiuti prodotti in fase di cantiere

In tutte le attività che producono rifiuti, e soprattutto nei cantieri per la realizzazione di opere civili, ciò che è necessario realizzare nel luogo di produzione dei rifiuti è il raggruppamento degli stessi.

La normativa definisce la fase di raggruppamento dei rifiuti Deposito Temporaneo.

Il deposito temporaneo deve essere effettuato per categorie omogenee di rifiuti e quindi per categorie di rifiuti così come individuate dai codici CER e distinte per stato fisico (solido, liquido, aeriforme).

A seconda si tratti di rifiuti pericolosi o non pericolosi, sono previste regole di deposito temporaneo diverse.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

I **rifiuti non pericolosi** in deposito temporaneo devono essere raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo le seguenti modalità a scelta del produttore:

- Con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito; oppure;
- Al raggiungimento dei 20 metri cubi.

Se il quantitativo di rifiuti non pericolosi non supera i 20 metri cubi l'anno, il deposito temporaneo può avere durata massima di un anno.

I **rifiuti pericolosi** devono essere raccolti ed avviati alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo le seguenti modalità a scelta del produttore:

- Con cadenza almeno bimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito; oppure
- Al raggiungimento dei 10 metri cubi.


Se il quantitativo di rifiuti pericolosi non supera i 10 metri cubi l'anno, il deposito temporaneo può avere durata massima di un anno.

Ciò detto e premesso che i rifiuti devono essere convenientemente gestiti in maniera differenziata fin dall'origine della loro produzione, di seguito si elencano le modalità di deposito temporaneo per specifiche tipologie di rifiuti che debbono essere attuate durante le fasi lavorative di cantiere.

- **Rifiuti inerti:** costituiti da scorie di cemento, calcestruzzi da demolizioni, così come anche le terre, tutti in forma solida sciolta o quantomeno palabile, dovranno essere stoccati sia in cumuli sia in cassoni di tipo scarrabile. Se lo stoccaggio avverrà in cumuli, questi dovranno essere realizzati su superfici in grado di evitare la contaminazione del terreno sottostante ove i rifiuti siano capaci di rilasciare sostanza inquinanti.

È opportuno che tali rifiuti siano cautelativamente protetti dall'azione eolica del vento al fine di prevenire la diffusione di polveri.

- **Rifiuti in Legno:** nei cantieri i rifiuti legnosi sono costituiti essenzialmente da imballaggi (pallets e cassette) e tavole. Sarà quindi opportuno separare gli imballaggi (pallets e cassette), per i quali è consentito il conferimento gratuito in piattaforme convenzionate.


	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

- **Rifiuti da Imballaggi:** i rifiuti da imballaggio dovranno essere stoccati separatamente per tipologia, collocandoli in contenitori di adeguate dimensioni a seconda dei quantitativi stimati, non esposti alle intemperie considerando sempre la destinazione verso il recupero.
- **Rifiuti in Plastica:** diversi dagli imballaggi, possono essere gestiti con le stesse modalità di cui sopra.
- **Rifiuti di metalli ferrosi e non ferrosi:** I rifiuti metallici si suddividono in metalli ferrosi, che comprendono ferro e acciaio, e metalli non ferrosi, che comprendono il rame e le sue leghe e i metalli “grigi” (piombo, rame, stagno, alluminio). I metalli ferrosi e non ferrosi potranno essere raccolti insieme, poiché la separazione tra queste due categorie di materiali metallici può essere effettuata facilmente grazie alle proprietà magnetiche dei primi, attraverso un separatore magnetico; per essere in seguito sottoposte a differenti processi di recupero.
- **Rifiuti in Vetro:** Questo materiale dovrà esser raccolto in modo separato al fine di destinarlo facilmente ad idonei impianti di riciclo.
- **Rifiuti prodotti dalla manutenzione degli automezzi in cantiere:** In tutti i cantieri dove avvengono lavorazioni di lunga durata e che utilizzano mezzi d’opera in maniera continua nasce il problema della gestione dei rifiuti prodotti dalla manutenzione degli automezzi.

Inoltre tali rifiuti sono classificati come speciali non pericolosi oppure pericolosi. Trattasi principalmente di rifiuti pericolosi quali oli, batterie e filtri dell’olio e rifiuti non pericolosi quali filtri dell’aria.

Le batterie e l’olio esausto potranno essere conferiti rispettivamente al Consorzio Batterie Esauste (COBAT) e al Consorzio Oli Esausti (COOU) che si fanno carico gratuitamente del trasporto e dello smaltimento.

Per il deposito temporaneo delle tipologie di rifiuti sopra elencate, all’interno delle aree di cantiere, dovranno essere organizzate opportune aree di stoccaggio collocate in modo da ottimizzare le operazioni di deposito e prelievo per il trasporto al giusto recapito finale.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo	Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022					
		19	002	A	DR	002	02

6. Prezzi unitari e computo metrico estimativo

I prezzi unitari sono riferiti al Prezzario Regionale dei Lavori Pubblici anno 2022 della Regione Campania approvato con Delibera di G.R. n. 333 del 28.06.2022 pubblicata sul BURC n. 59 del 04/07/2022.

Relativamente ai nuovi prezzi, le relative analisi sono state elaborate sulla base:


- a) dei costi elementari dei materiali/forniture e della manodopera desunti dalle analisi prezzi del Prezzario anno 2022 della Regione Campania
- b) in subordine al punto a), da analisi di mercato aggiornate a luglio 2022 per materiali e forniture;
- c) per la definizione dei costi elementari di noli e trasporti si è fatto riferimento alla Tabella Prezzi Novembre-Dicembre 2020- 1° Gennaio 2021 del Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche per la Campania, Molise, Puglia e Basilicata del 13/07/2021.

I computi metrici estimativi delle opere previste nel presente progetto sono stati eseguiti 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 e a misura.


7. Costo e durata delle opere

Il costo totale delle opere previste nel presente progetto è di € 38.496.611,04 (inclusa sicurezza), di cui € 641.830,10 di costi per la sicurezza non soggetti a ribasso.

Il quadro economico dell'intervento complessivo ammonta ad € 44.700.000,00, come da tabella di seguito riportata.

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo			Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022			
	19	002	A	DR	002	02	GEN

PROLUNGAMENTO DIGA DUCA D'AOSTA - II STRALCIO			
QUADRO ECONOMICO GENERALE			
"Valore complessivo dell'opera" pubblica"			
DESCRIZIONE	IMPORTI IN €	IVA %	TOTALE € (IVA compresa)
A) COSTO DEI LAVORI			
A.1) lavori a base d'asta (a misura, a corpo)	37 854 780.94 €		37 854 780.94 €
A.2) oneri per la sicurezza (non soggetti a ribasso)	641 830.10 €		641 830.10 €
TOTALE LAVORI e ONERI DI SICUREZZA	38 496 611.04 €		
A.3) attività di monitoraggio Ambientale			
A.4) progetto esecutivo e CSP	409 332.55 €		409 332.55
TOTALE A	38 905 943.59 €		38 905 943.59 €
B) SPESE GENERALI			
B.1) Imprevisti (5%)	1 924 830.55 €	- €	1 924 830.55
B.2) Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura	172 263.550 €	- €	172 263.55
B.3) Rilievi, accertamenti ed indagini (includere le spese per le attività di monitoraggio ambientale.)	500 000.00 €	110 000.00 €	610 000.00
B.4) Allacciamenti ai pubblici servizi	- €	- €	-
B.5) Collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici (1%)	384 966.11 €	84 692.54 €	469 658.65
B.6) Spese per attività di consulenza o di supporto	50 000.00 €	11 000.00 €	61 000.00
B.7) Spese tecniche relative alla progettazione preliminare, alla progettazione definitiva, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità	1 100 000.00 €	242 000.00 €	1 342 000.00
B.8) Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto	100 000.00 €	22 000.00 €	122 000.00
B.9) Oneri di legge su Spese tecniche B6), B7) e B8)	65 398.64 €	14 387.70 €	79 786.35
B.10) Eventuali spese per commissioni giudicatrici (specificare)	40 000.00 €	8 800.00 €	48 800.00
B.11) Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche	20 000.00 €	4 400.00 €	24 400.00
B.12) Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento o al direttore lavori, nonché di verifica preventiva della progettazione ai sensi dell'art. 26 del codice	769 932.22 €	169 385.09 €	939 317.31
TOTALE B	5 127 391.08 €	666 665.33	5 794 056.41
C) eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge (.specificare) oppure indicazione della disposizione relativa l'eventuale esonero .			
"Valore complessivo dell'opera" TOTALE (A + B + C)	44 033 334.67	666 665.33	44 700 000.00

	Porto di Napoli Prolungamento Diga Duca D'Aosta a protezione del nuovo Terminal contenitori di Levante II° Stralcio – Progetto Definitivo		Titolo elaborato: relazione generale. Data: luglio 2022				
			19	002	A	DR	002

Per l'esecuzione dell'intero intervento sono previsti in totale 18 mesi complessivi, di cui i primi 4 mesi destinati al monitoraggio ante operam, alla progettazione esecutiva ed all'allestimento del cantiere ed i restanti **14 mesi per la costruzione dell'opera**, incluso lo smontaggio del cantiere (1 mese).

8. Cronoprogramma

Il cronoprogramma prevede un tempo di **18 mesi** di cui i primi 4 mesi destinati al monitoraggio ante operam, alla progettazione esecutiva ed all'allestimento del cantiere ed i restanti **14 mesi per la costruzione dell'opera**, incluso lo smontaggio del cantiere (1 mese).

In via preliminare si evidenzia che tale intervento non si sovrappone con gli interventi di prolungamento di I stralcio funzionale (105 m) e le aree di cantiere, sia quelle logistiche che operative, restano immutate essendo disponibili dapprima per il I stralcio e quindi, in sequenza, alle opere di II stralcio.

Di seguito si riporta uno stralcio del cronoprogramma dei lavori previsti per gli interventi in oggetto, con il dettaglio della prima parte del cronoprogramma (4 mesi) ed, a seguire, la parte operativa (14 mesi). Per una più corretta visione del cronoprogramma dei lavori, si rimanda all'elaborato **“19002ADR01000GEN – Cronoprogramma”** allegato al presente progetto.

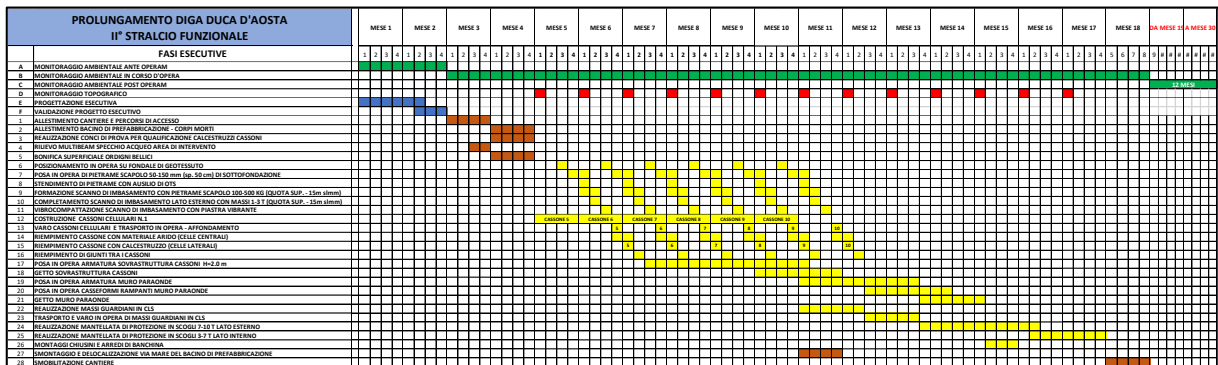


Figura 21. Stralcio cronoprogramma dei lavori

PROLUNGAMENTO DIGA DUCA D'AOSTA II° STRALCIO FUNZIONALE		MESE 1				MESE 2				MESE 3				MESE 4			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
FASI ESECUTIVE																	
A	MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE OPERAM																
B	MONITORAGGIO AMBIENTALE IN CORSO D'OPERA																
C	MONITORAGGIO AMBIENTALE POST OPERAM																
D	MONITORAGGIO TOPOGRAFICO																
E	PROGETTAZIONE ESECUTIVA																
F	VALIDAZIONE PROGETTO ESECUTIVO																
1	ALLESTIMENTO CANTIERE E PERCORSI DI ACCESSO																
2	ALLESTIMENTO BACINO DI PREFABBRICAZIONE - CORPI MORTI																
3	REALIZZAZIONE CONCI DI PROVA PER QUALIFICAZIONE CALCESTRUZZI CASSONI																
4	RILIEVO MULTIBEAM SPECCHIO ACQUEO AREA DI INTERVENTO																
5	BONIFICA SUPERFICIALE ORDIGNI BELLCI																
6	POSIZIONAMENTO IN OPERA SU FONDALE DI GEOTESSUTO																
7	POSA IN OPERA DI PIETRAMME SCAPOLO 50-150 mm (sp. 50 cm) DI SOTTOFONDAZIONE																
8	STENDIMENTO DI PIETRAMME CON AUSILIO DI OTS																
9	FORMAZIONE SCANNO DI IMBASAMENTO CON PIETRAMME SCAPOLO 100-500 KG (QUOTA SUP. - 15m slmm)																
10	COMPLETAMENTO SCANNO DI IMBASAMENTO LATO ESTERNO CON MASSI 1-3 T (QUOTA SUP. - 15m slmm)																
11	VIBROCOMPATTAZIONE SCANNO DI IMBASAMENTO CON PIASTRA VIBRANTE																
12	COSTRUZIONE CASSONI CELLULARI N.1																
13	VARO CASSONI CELLULARI E TRASPORTO IN OPERA - AFFONDAMENTO																
14	RIEMPIMENTO CASSONE CON MATERIALE ARIDO (CELLE CENTRALI)																
15	RIEMPIMENTO CASSONE CON CALCESTRUZZO (CELLE LATERALI)																
16	RIEMPIMENTO DI GIUNTI TRA I CASSONI																
17	POSA IN OPERA ARMATURA SOVRASTRUTTURA CASSONI H=2.0 m																
18	GETTO SOVRASTRUTTURA CASSONI																
19	POSA IN OPERA ARMATURA MURO PARAONDE																
20	POSA IN OPERA CASSEFORMI RAMPANTI MURO PARAONDE																
21	GETTO MURO PARAONDE																
22	REALIZZAZIONE MASSI GUARDIANI IN CLS																
23	TRASPORTO E VARO IN OPERA DI MASSI GUARDIANI IN CLS																
24	REALIZZAZIONE MANTELLATA DI PROTEZIONE IN SCOGLI 7-10 T LATO ESTERNO																
25	REALIZZAZIONE MANTELLATA DI PROTEZIONE IN SCOGLI 3-7 T LATO INTERNO																
26	MONTAGGI CHIUSINI E ARREDI DI BANCHINA																
27	SMONTAGGIO E DELOCALIZZAZIONE VIA MARE DEL BACINO DI PREFABBRICAZIONE																
28	SMOBILITAZIONE CANTIERE																

Figura 22. Stralcio cronoprogramma dei lavori: Primi 4 mesi

PROLUNGAMENTO DIGA DUCA D'AOSTA II° STRALCIO FUNZIONALE		MESE 5				MESE 6				MESE 7				MESE 8				MESE 9				MESE 10				MESE 11				MESE 12				MESE 13				MESE 14				MESE 15				MESE 16				MESE 17				MESE 18				DA MESE 19 A MESE 30			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
FASI ESECUTIVE																																																													
A	MONITORAGGIO AMBIENTALE ANTE OPERAM																																																												
B	MONITORAGGIO AMBIENTALE IN CORSO D'OPERA																																																												
C	MONITORAGGIO AMBIENTALE POST OPERAM																																																												
D	MONITORAGGIO TOPOGRAFICO																																																												
E	PROGETTAZIONE ESECUTIVA																																																												
F	VALIDAZIONE PROGETTO ESECUTIVO																																																												
1	ALLESTIMENTO CANTIERE E PERCORSI DI ACCESSO																																																												
2	ALLESTIMENTO BACINO DI PREFABBRICAZIONE - CORPI MORTI																																																												
3	REALIZZAZIONE CONCI DI PROVA PER QUALIFICAZIONE CALCESTRUZZI CASSONI																																																												
4	RILIEVO MULTIBEAM SPECCHIO ACQUEO AREA DI INTERVENTO																																																												
5	BONIFICA SUPERFICIALE ORDIGNI BELLCI																																																												
6	POSIZIONAMENTO IN OPERA SU FONDALE DI GEOTESSUTO																																																												
7	POSA IN OPERA DI PIETRAMME SCAPOLO 50-150 mm (sp. 50 cm) DI SOTTOFONDAZIONE																																																												
8	STENDIMENTO DI PIETRAMME CON AUSILIO DI OTS																																																												
9	FORMAZIONE SCANNO DI IMBASAMENTO CON PIETRAMME SCAPOLO 100-500 KG (QUOTA SUP. - 15m slmm)																																																												
10	COMPLETAMENTO SCANNO DI IMBASAMENTO LATO ESTERNO CON MASSI 1-3 T (QUOTA SUP. - 15m slmm)																																																												
11	VIBROCOMPATTAZIONE SCANNO DI IMBASAMENTO CON PIASTRA VIBRANTE																																																												
12	COSTRUZIONE CASSONI CELLULARI N.1																																																												
13	VARO CASSONI CELLULARI E TRASPORTO IN OPERA - AFFONDAMENTO																																																												
14	RIEMPIMENTO CASSONE CON MATERIALE ARIDO (CELLE CENTRALI)																																																												
15	RIEMPIMENTO CASSONE CON CALCESTRUZZO (CELLE LATERALI)																																																												
16	RIEMPIMENTO DI GIUNTI TRA I CASSONI																																																												
17	POSA IN OPERA ARMATURA SOVRASTRUTTURA CASSONI H=2.0 m																																																												
18	GETTO SOVRASTRUTTURA CASSONI																																																												
19	POSA IN OPERA ARMATURA MURO PARAONDE																																																												
20	POSA IN OPERA CASSEFORMI RAMPANTI MURO PARAONDE																																																												
21	GETTO MURO PARAONDE																																																												
22	REALIZZAZIONE MASSI GUARDIANI IN CLS																																																												
23	TRASPORTO E VARO IN OPERA DI MASSI GUARDIANI IN CLS																																																												
24	REALIZZAZIONE MANTELLATA DI PROTEZIONE IN SCOGLI 7-10 T LATO ESTERNO																																																												
25	REALIZZAZIONE MANTELLATA DI PROTEZIONE IN SCOGLI 3-7 T LATO INTERNO																																																												
26	MONTAGGI CHIUSINI E ARREDI DI BANCHINA																																																												
27	SMONTAGGIO E DELOCALIZZAZIONE VIA MARE DEL BACINO DI PREFABBRICAZIONE																																																												
28	SMOBILITAZIONE CANTIERE																																																												