



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

# PORTO DI NAPOLI PROLUNGAMENTO E RAFFORZAMENTO DELLA DIGA DUCA D'AOSTA

## LOTTO B: RAFFORZAMENTO

Piano Nazionale  
di Ripresa  
e Resilienza

# PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato :

Relazione sulla gestione delle materie

Scala:

2 2    0 1 1    D R    0 2 0    0 0    A M B

Committente:



AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE  
DEL MAR TIRRENO CENTRALE

Responsabile Unico del Procedimento:  
Dott. Ing. Rosa PALMISANO

Mandataria



Via Monte Zebio, 40  
00195 ROMA

Mandanti



Responsabile integrazione  
prestazioni specialistiche  
Prof. Ing. A. Noli

Responsabile coordinamento  
gruppo di progettazione  
Ing. M. Di Stefano

Responsabile studi specialistici  
Ing. P. Contini

Strutture e geotecnica  
Ing. N. Saraca  
Ing. A. Nunziati  
Ing. A. Longo  
Ing. G. Iorio

Impianti  
Ing. F. M. Azzopardi

Studi ambientali  
Ing. F. Ventura

Geologia  
Dott. Geol. S. Costabile

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Redatto:	Controllato:	Validato:
	Marzo 2023	0	EMISSIONE	S. Martorana	M. Di Stefano	P. Contini

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 E RAFFORZAMENTO DELLA DIGA DUCA D'AOSTA**  
**LOTTO B: RAFFORZAMENTO**  
**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE SULLA GESTIONE MATERIE**

**Indice**

1. Premessa .....	3
2. Normativa di riferimento .....	7
3. Gli interventi di progetto .....	8
3.1 Ricognizione sistematica per bonifica fondali da eventuali ordigni bellici .....	11
3.2 Interventi di vibroflottazione.....	12
3.3 Imbonimento del piede dell'opera a gettata e posa di geotessuto.....	13
3.4 Salpamenti per regolarizzazione dello scanno di imbasamento.....	14
3.5 Opere a gettata .....	14
3.5.1 Fasi esecutive .....	15
3.6 Interventi locali di ripristino della diga esistente .....	18
3.6.1 Intervento tra le prog. +888.00 e +920.00 m .....	19
3.6.2 Intervento tra le prog. 1 133.00 e 1 169.00 m .....	20
3.6.3 Intervento tra le prog. +1 570.00 e +1 595.00 m .....	23
3.6.4 Intervento tra le prog. +1 644.00 e +1 682.00 m .....	26
3.7 Interventi diffusi di ripristino/riparazione locale delle strutture esistenti .....	29
4. Cantierizzazione e fasi esecutive .....	30
4.1 Tempi di esecuzione e contemporaneità.....	30
4.2 Quantificazione delle forniture .....	30
4.3 Area di cantiere .....	31

4.4	Mezzi d'opera .....	31
5.	Gestione delle materie e bilancio dei materiali .....	33
5.1	Approvvigionamento dei materiali .....	33
5.1.1	Censimento Cave.....	35
5.2	Rifiuti prodotti e modalità di gestione.....	40
6.	Cronoprogramma delle attività .....	41

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023				
		22	011	DR	020	00

## 1. Premessa

Il presente documento, conformemente a quanto disposto dalla lettera i), comma 1 dell'art. 26 del DPR 207/2010<sup>1</sup> (fino all'entrata in vigore del , costituisce la *Relazione sulla gestione delle materie* del Progetto Definitivo e pertanto, con esplicito riferimento alla tipologia delle opere e dei materiali impiegati ed alle metodologie esecutive previste nel progetto in esame, riguarda:

- *descrizione dei fabbisogni di materiali da approvvigionare da cava, al netto dei volumi reimpiegati;*
- *individuazione delle cave per approvvigionamento delle materie.*

Nello specifico, la presente relazione è relativa agli interventi di “*Prolungamento e rafforzamento della diga Duca d'Aosta – Lotto B: Rafforzamento*” nel porto di Napoli, 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 3-1 Porto di Napoli – Inquadramento – Lavori di rafforzamento: Lotto B

<sup>1</sup> Come disposto dall'art. 23 comma 3 del 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”. Con l'entrata in vigore, il 1° aprile 2023, del Nuovo Codice dei contratti pubblici e i relativi allegati, dal 1° luglio 2023 sarà abrogato il D.Lgs 18 aprile 2016, n.50, le cui disposizioni continueranno tuttavia ad applicarsi, in via esclusiva, ai procedimenti in corso ed ai contratti.

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo		Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
			22	011	DR	020	00	AMB

Lo scalo marittimo di Napoli è un porto multifunzionale di rilevanza economica internazionale che, ai sensi dell'art. 4 della L. n. 84/1994, ricade nella II categoria, I classe; è collocato nella parte più settentrionale dell'omonimo Golfo, alle coordinate geografiche 40°49',35 N – 14°18',30 E e misura circa 420 ha, di cui circa 264 ha di specchio acqueo, con profondità massima operativa del fondale di 16 m s.l.m.m., con circa 156 ha di aree a terra. Il porto si allunga lungo la costa per circa 4.2 km a perimetro del centro urbano della Città di Napoli e presenta uno sviluppo complessivo delle banchine per circa 13 km.

Lo specchio acqueo portuale è protetto a ponente dal Molo San Vincenzo e verso sud dalla Diga Emanuele Filiberto Duca d'Aosta oggetto dell'intervento che si completa con l'antemurale Thaon de Revel.

La diga foranea oggetto dell'intervento è un'opera realizzata in più epoche ed il primo impianto risale agli inizi del 1900; trattasi di una struttura a parete verticale realizzata a cassoni di larghezza variabile tra 18 e 10 m, di altezza pari a circa 13 m, impiantata su uno scanno di imbasamento in materiale arido a sua volta collocato su un fondale naturale di profondità variabile tra -17 e -24 m dal l.m.m. I cassoni sono a loro volta sormontati da un massiccio di coronamento in cls (h circa 1.30/2.0 m) ed un muro paraonde con quote in sommità variabili tra +4.90 m e +6.0 m dal lmm

	DA		A		Lunghezza tratto	Sezione tipologica	Quota fondale naturale s.l.m.m.	Quota imbasamento s.l.m.m.	Quota muro paraonde s.l.m.m.	Quota piano banchina s.l.m.m.	Larghezza diga	Descrizione	
	sez	prog	sez	prog									
	#	m	#	m									
ANTEMURALE THAON DE REVEL	1	0,00	5	40,00	40,00	-	-24,00	-	-	-	-	Conoide testata imbasamento Thaon de Revel	
	5	40,00	51	500,00	460,00	Tipo 1 Massi in cls ciclopico con muro paraonde verticale in cls	var. -24.00/-20.00	-6,00	var. +3.30/+4.70	+1.80 (media)	10,00	Corpo antemurale Thaon de Revel	
raccordo	52	510,00	55	540,00	30,00	-	-20,00	var. -6.00/-12.00	+4.90/+5.90	+1.60 lato porto +3.00 lato mare	var. 24.00/28.00	Raccordo tra antemurale Thaon de Revel e Diga Duca d'Aosta	
DIGA FORANEA EMANUELE FILIBERTO DUCA D'AOSTA	56	550,00	153	1520,00	970,00	Tipo 2 Massi cellulari cavi riempiti in opera con muro paraonde di forma trapezoidale in cls	var. -18.50/-22.00	-12,00	+5.7 (media)	+1.30 (media)	18,00	Corpo Diga Duca d'Aosta fino a vertice	
	1526,80				-	-	-21,00	-12,00	+6.00	+1.30	18,00	Vertice di cambio direzione diga	
	154	1530,00	193	1920,00	390,00	Tipo 3 Massi cellulari cavi riempiti in opera con muro paraonde verticale in cls	var. -20.00/-17.00	-11,70	+5.90 (media)	+1.30 (media)	18,00	Corpo diga Duca d'Aosta fino a vecchia testata	
	194	1930,00	264	2630,00	700,00	Tipo 4 Cassoni cellulari prefabbricati in c.a. riempiti in opera con muro paraonde verticale in cls	var. -18.00/-17.00	-14,70	+6.00 (media)	+2.00 (media)	var. 11.00/14.00 22.20 in testata		Corpo diga Duca d'Aosta da vecchia testata ad attuale testata
	265	2640,00	267	2659,00	19,00	-	-17,00	-	-	-	-	-	Conoide testata imbasamento diga Duca d'Aosta

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
		22	011	DR	020	00	AMB



Figura 3-2 Porto di Napoli – Inquadramento – Lavori di rafforzamento: Lotto B

Come si rileva dagli elaborati di progetto, l'intervento interessa un tratto di diga di circa 1.1 km rispetto alla sua estensione complessiva di 2.60 km e può essere definito come un intervento di manutenzione straordinaria volto a realizzare un'opera a gettata di protezione dai marosi posto all'esterno della struttura a cassoni per il tratto maggiormente esposto e più vetusto.

In particolare l'opera di progetto verrà eseguita in due stralci funzionali in fase temporali non sovrapposte ma consecutive; il primo di 800 m (dalla prog 960.00 m alla prog 1760.0 m ) ed il secondo di 300.0 m (dalla prog. 660.00 m alla prog. 960.00).

**In via preliminare si evidenzia che i lavori contemplati dal presente progetto non contemplano attività di dragaggio** e pertanto non è applicabile la disciplina di cui al DM 172/2016.

Gli interventi previsti nel **Lotto B – I stralcio funzionale**, rientrano nell'elenco delle opere approvate con DM 330/2021 finanziate con risorse del Piano Complementare del PNRR

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
		22	011	DR	020	00	AMB

– Piano Nazionale Ripresa e Resilienza di cui all'art.1, comma 2 lett c) del DL 6/5/2021 n. 59 convertito con modificazioni dalla legge n. 101 del 1/7/20.

La nuova mantellata, composta in parte da materiale arido e sormontata da tetrapodi in calcestruzzo, si poggia dunque sul materiale arido esistente che forma l'imbasamento dei cassoni ed interessa un'ampiezza di circa 70 dal profilo dei cassoni e solo il piede della mantellata, per un'ampiezza non superiore a 30 m poggia sul sedimento marino

L'intervento, come meglio descritto negli elaborati di progetto e ben rappresentato nelle sezioni trasversali, prevede – ove necessario - una modesta riprofilatura del materiale arido costituente l'esistente scanno di imbasamento per un volume complessivo di circa 7665,90 mc, di cui 6243.60 mc nell'ambito dei lavori di primo stralcio funzionale finanziati con fondi complementari del PNRR e 1419.30 mc nella restante parte dei lavori (secondo stralcio funzionale).

L'intervento ha caratteri di urgenza in quanto rappresenta un'opera di mitigazione del rischio da crollo dell'infrastruttura che, in più parti, richiede la ricostruzione integrale del muro paraonde

Pur non essendo previsto alcun escavo dei fondali è stata comunque eseguita una campagna di caratterizzazione dei sedimenti marini a profilo dell'imbasamento della diga foranea al fine di confrontarne i risultati con i dati desunti da precedenti campagne di indagine per verificarne l'eventuale evoluzione.

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
		22	011	DR	020	00	AMB

## 2. Normativa di riferimento

I principali riferimenti normativi nell'ambito della gestione dei materiali di risulta sono di seguito elencati:

- D.P.R. 05 ottobre 2010, n. 207 Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice dei contratti;
- D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 - Codice dei contratti pubblici.
- D.Lgs. 03 aprile 2006, n. 152 - "Norme in materia ambientale" e successive modifiche ed integrazioni. Disciplina la normativa nazionale sui rifiuti, valutazione di impatto ambientale, difesa del suolo e tutela delle acque, bonifica dei siti inquinati, tutela dell'aria e risarcimento del danno ambientale. In particolare: "*Art. 183 – Definizioni*" e "*Art. 186 - Terre e rocce da scavo*";
- D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo;
- Piano Regionale Attività Estrattive (P.R.A.E.) Regione Campania - Assessorato ai Rapporti con il Consiglio Regionale - Sport - Lavori Pubblici - Opere Pubbliche - Parcheggi - Cave e Torbiere, Acque Minerali, Termali e Miniere del 2006.

Per il progetto in esame, in relazione alle tipologie costruttive e realizzative dello stesso, sono previsti esclusivamente il salpamento dei massi già presenti e l'approvvigionamento di materiali lapidei e di calcestruzzi e non sono presenti materiali di risulta prodotti dalla lavorazione: le principali lavorazioni infatti consistono nel salpamento dei massi di diversa pezzatura presenti sul fondale marino che costituiranno parte del basamento sul quale poggiano i cassoni della diga esistente. Per questi motivi, nella presente relazione sulla gestione delle materie, nel bilancio delle materie, saranno presi in esame i soli quantitativi movimentati nelle attività di salpamento e per l'approvvigionamento.

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023				
		22	011	DR	020	00

### 3. Gli interventi di progetto

L'intervento di progetto prevede il rafforzamento dei tratti caratterizzati da una maggiore vulnerabilità della foranea Duca d'Aosta mediante la realizzazione, lato esterno porto, di un'opera a gettata a sezione trapezoidale, costituita da un nucleo in massi naturali di I categoria (0.2-1 t) che integra l'esistente massiccio di imbasamento, protetto da uno strato filtro di spessore 2.3 m di massi naturali di III categoria (3-5 t) ed una mantellata in tetrapodi da 16 m<sup>3</sup> (40 t) disposti in doppio strato con pendenza 3/2 (base su altezza) e poggianti al piede su una berma di fondazione a sezione trapezia realizzata, dal basso verso l'alto, da massi calcarei naturali di I cat, massi calcarei naturali di III cat sormontati da tetrapodi da 4 m<sup>3</sup> (10 t).

Al fine di garantire la stabilità al piede dell'opera a gettata è previsto un intervento di vibroflottazione - con tecnologia mista top e bottom-feed - dei fondali per una ampiezza di circa 30 m e successivamente un intervento di imbonimento mediante posa di sottofondo in pietrame 1 - 200 kg dello spessore di circa 1.00 m previo posizionamento di un geotessuto strutturale che rappresenta, sotto il profilo ambientale, un confinamento tra sedimenti marini e opera a gettata.

Si riporta di seguito una sezione tipologica dell'intervento previsto da progetto.

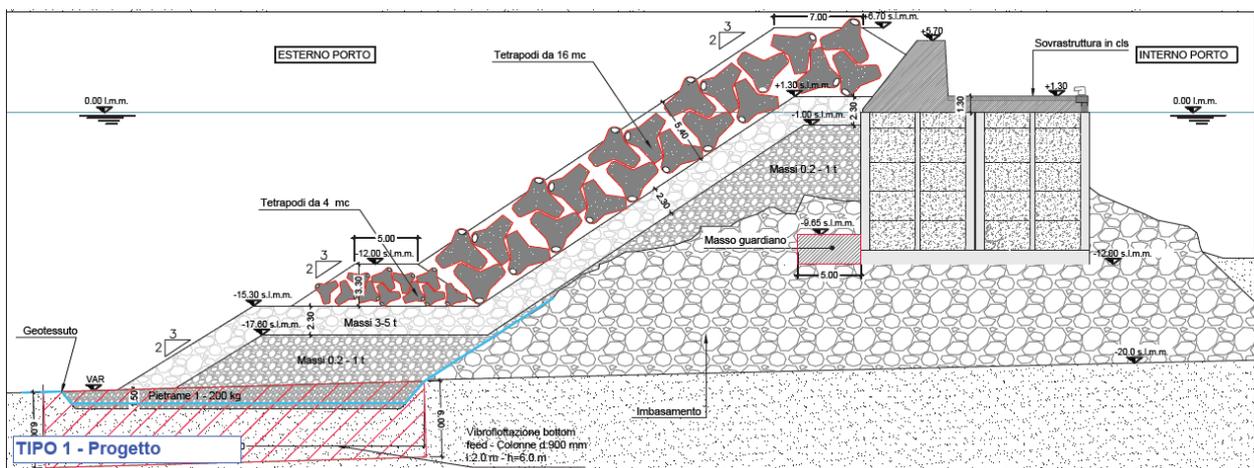


Figura 3-1- Sezione tipologica di progetto

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023				
		22	011	DR	020	00

L'intervento complessivo riguarderà un tratto della diga esistente di lunghezza complessiva pari a 1.100 m, compreso tra le progr. 660.00. m e 1760.00 m; l'area di impronta complessiva dell'opera a gettata è pari a 1.100 x 70 m (I e II stralcio)

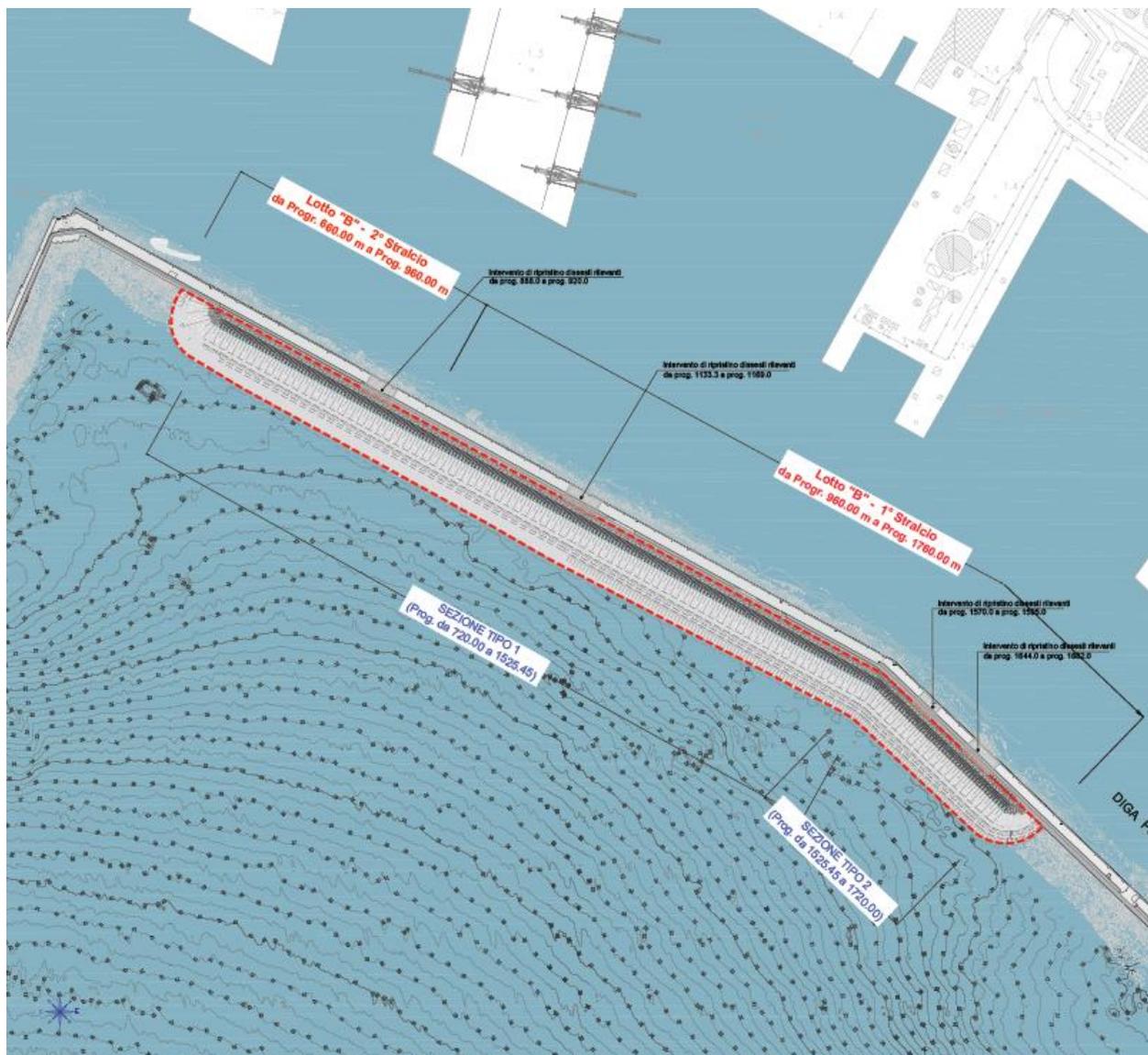


Figura 3-2 - Planimetria di progetto opere I stralcio 800 m (PNRR) – opere di II stralcio 300 m (completamento)

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023				
		22	011	DR	020	00

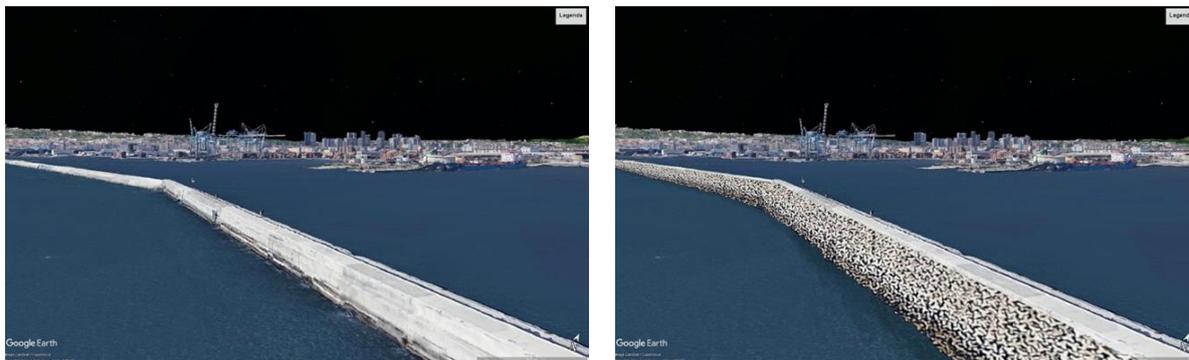


Figura 3-3 - Confronto tra ante (a sx) e post operam (a dx)

Oltre alla realizzazione dell'opera di difesa a gettata, in considerazione dello stato di degrado delle strutture esistenti, il presente progetto di rafforzamento prevede i seguenti interventi di ripristino/consolidamento delle strutture esistenti:

- a) interventi localizzati di integrale ricostruzione del muro paraonde e del massiccio soprastante i cassoni esistenti in corrispondenza dei tratti caratterizzati da crolli delle strutture in cls, mediante collocazione di massi artificiali, casseri con pannelli prefabbricati, getti in opera, formazione di micropali e riempimento delle cavità per il ripristino strutturale dei cassoni esistenti;
- b) Interventi diffusi di ripristino/riparazione locale delle strutture esistenti, estesi per tutti i 2,6 km della diga Duca d'Aosta e dell'antemurale Thaon de Revel, consistenti in:
  - a. interventi di ripristino e/o ricostruzione del coronamento in pietra lavica;
  - b. interventi di ripristino di cavità subacquee rilevate sul fronte banchina interno porto;
  - c. interventi di sarcitura delle lesioni sul muro paraonde;
  - d. ricostruzione localizzata delle parti divelte della massicciata di coronamento dei cassoni;
  - e. ricostruzione localizzata delle scale di accesso alla diga foranea;
  - f. ricostruzione del paramento lapideo del muro paraonde della Thaon de Revel;
  - g. Demolizione dei fanali di segnalamento non più utilizzabili;

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
		22	011	DR	020	00	AMB

Infine, il progetto l'allestimento di un impianto di segnalamento del ciglio di banchina interno con corpi illuminanti a LED alimentati da pannelli fotovoltaici posizionati su fanali posti ad interasse di 50 m.

### 3.1 Ricognizione sistematica per bonifica fondali da eventuali ordigni bellici

Il presente progetto prevede la ricognizione sistematica, sia superficiale che profonda del fondale marino prospiciente l'area di intervento, al fine di individuare eventuali residui bellici inesplosi, tenuto conto che il porto di Napoli nell'ultimo conflitto mondiale (1942-1944) è stato interessato da oltre 108 bombardamenti.

Prima dell'inizio dei lavori si dovrà procedere con la ricognizione ed, eventualmente, alla bonifica da ordigni bellici, da condursi sotto l'esatta osservanza di tutte le condizioni e norme vigenti e le prescrizioni richiamate dalla Direttiva tecnica GEN-BSS001 – edizione 2020 emanata ex art.4, comma 2 del DM 28/2/2017 dal Ministero della Difesa – Direzione Lavori Demanio.

In particolare, la ricognizione superficiale riguarderà l'intera area di impronta dell'opera a gettata, di dimensioni in pianta pari a 1100 x 70 m per complessivi 77 000 m<sup>2</sup>, di cui 56 000 m<sup>2</sup> (800 x 70 m) rientranti nel primo stralcio funzionale, i restanti 21 000 m<sup>2</sup> rientranti nel secondo stralcio funzionale; ne consegue che tale attività riguarderà sia lo scanno di imbasamento dei cassoni, sia i sedimenti a perimetro.

La ricognizione profonda riguarderà invece esclusivamente la fascia di sedimenti marini esterni allo scanno di imbasamento esistente, ovvero il volume di terreno per il quale è previsto il trattamento colonnare di vibrosostituzione profonda, per una dimensione di 1160 x 30 m (34 800 m<sup>2</sup> complessivi); tale attività di ricognizione sistematica prevede perforazioni esplorative di altezza h=6.00 m da eseguirsi lungo una maglia regolare quadrata 2.00 x 2.00 m. Complessivamente si prevede l'esecuzione di n. 4438 perforazioni, di cui n. 3 176 da eseguirsi nell'ambito del I stralcio funzionale e le restanti 1 262 da eseguirsi nel II stralcio funzionale.

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
		22	011	DR	020	00	AMB

Al termine dei lavori di sminamento, anche nel caso in cui non dovessero essere rinvenuti ordigni, dovrà essere rilasciata una dichiarazione di garanzia in bollo relativa alla zona bonificata con la quale l'Impresa si assumerà ogni responsabilità civile tanto nei confronti del personale e delle cose, per i danni di qualsiasi natura derivanti dall'eventuale presenza nel terreno di ordigni bellici, limitatamente alla sola area ispezionata e per la profondità stabilita.

### 3.2 Interventi di vibroflottazione

Considerato il quadro stratigrafico e geotecnico, l'intervento di consolidamento dei livelli meno consistenti dei terreni di imposta dell'opera a gettata è stato basato sulla tecnica della "vibrosostituzione" diffusamente impiegata per la compattazione profonda di terreni di imposta di opere portuali, quale integrazione della tecnica di vibrocostipazione dei terreni in situ con apporto di materiale arido di piccola pezzatura.

Al fine di evitare dispersione dei sedimenti durante le fasi di vibrocostipazione, si procederà preliminarmente allo stendimento, sull'intera area interessata da tale intervento di compattazione meccanica, di materiale arido ghiaioso per uno spessore di circa 50 cm.

Da un punto di vista operativo la tecnologia proposta consentirà la compenetrazione forzata del materiale ghiaioso sopra richiamato all'interno della matrice sabbioso-limosa poco consistente mediante un utensile vibrante.

In questa prima fase, il vibroflot, dotato di peso e potenza opportuna e commisurato alla profondità di trattamento, produce vibrazioni polarizzate in direzione radiale, in modo da massimizzare le tensioni di confinamento tra terreno e colonna.

Al raggiungimento della profondità richiesta è prevista l'immissione della ghiaia che verrà rilasciata nella fase di risalita, ovvero dal basso verso l'alto, in prossimità della punta vibrante con modalità "*Bottom-Feed*", tramite una camera di alimentazione ed un sistema di aste forate collegate ad una tramoggia posizionata in sommità all'utensile.

L'utensile ed il sistema di alimentazione della ghiaia sono intimamente legati formando un unico corpo facilmente manovrabile dalle macchine operatrici. La colonna viene

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023				
		22	011	DR	020	00

formata per passi successive fasi di immissione, caduta e schiacciamento della ghiaia sia in senso radiale che verticale che avviene in una seconda fase contestualmente al ritiro graduale del vibroflot.

In tal modo grazie alla realizzazione di una serie discreta di colonne di materiale ghiaioso è possibile costituire una matrice ghiaiosa uniformemente distribuita nello strato da trattare in modo da assumere funzione di addensamento e rinforzo.

Nel caso in esame si prevede l'esecuzione di n. 9700 colonne di diametro reso  $d:900$  mm di lunghezza pari a  $h = 6.00$  m disposte a quinconce ad interasse pari a  $2.00$  m, di cui 7 015 colonne nel I stralcio e 2 685 colonne nel II stralcio funzionale.

Complessivamente, considerando un apporto di materiale arido pari al 40% del volume della colonna, si stima un apporto di materiale arido da cava complessivo pari a circa  $14\,808\text{ m}^3$  ( $10\,709\text{ m}^3$  nel I stralcio,  $4\,098\text{ m}^3$  nel II stralcio).

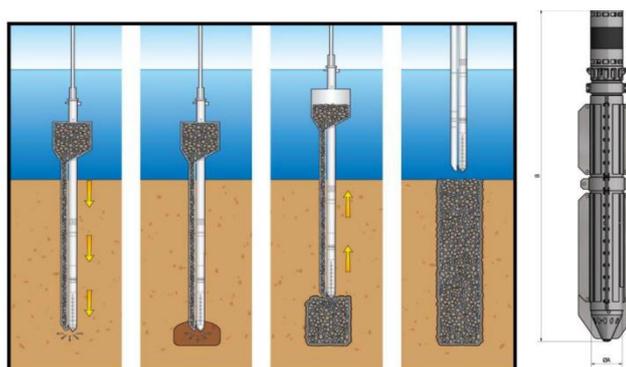


Figura 3-4 - Schema di trattamento colonnare con metodo bottom-feed

### 3.3 Imbonimento del piede dell'opera a gettata e posa di geotessuto

Ancora al fine di garantire la stabilità dell'opera a gettata e scongiurare indesiderati effetti connessi ad un eccessivo cedimento del piede della scarpata, dopo il completamento delle attività di vibrintegrazione verrà posto sul fondale interessato, che per effetto dell'addensamento avrà subito un cedimento verticale, un geotessuto strutturale di confinamento in fibra di poliestere, spessore min 4 mm e con massa areica non inferiore a  $500\text{ gr/m}^2$  per una larghezza di circa 40 m misurata sulla sezione trasversale.

Al disopra di tale geotessuto verrà posizionato uno strato di materiale arido minuto (pezzatura 1-200 kg), per uno spessore di circa 100 cm, che formerà la base di appoggio del piede dell'opera a gettata.

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
		22	011	DR	020	00	AMB

### 3.4 Salpamenti per regolarizzazione dello scanno di imbasamento

Al fine di configurare correttamente l'impronta in sezione dell'opera a gettata, il progetto prevede un'attività selettiva di salpamento del materiale scapolo che costituisce l'imbasamento dei cassoni ai fini della riprofilatura della scarpata per la successiva formazione del nucleo in massi naturali dell'opera di difesa .

Tale attività risulta necessaria nei tratti in cui la morfologia e la profondità del fondale attuale non consente la realizzazione dell'opera secondo la configurazione geometrica di progetto.

I volumi di sedimenti movimentati nelle attività di salpamento sono pari complessivamente a 7 665 m<sup>3</sup>, così come sintetizzato nella tabella seguente

	I Stralcio	II Stralcio	Totale Lotto B
	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
<i>Salpamenti</i>	6 246.60	1 419.30	7 665.90

### 3.5 Opere a gettata

L'opera a gettata verrà realizzata dal basso verso l'alto, con avanzamenti progressivi di circa 10 m. A seguito della stabilizzazione dell'area di sedime con le modalità sopra descritte verrà eseguita dapprima la struttura trapezoidale del piede e, progressivamente, verrà completato il nucleo, lo strato filtro e la mantellata in tetrapodi.

In linea generale, l'opera a gettata avverrà secondo le seguenti fasi:

- realizzazione del nucleo al piede in massi naturali 200 ÷ 1000 kg (I Cat.) con estradosso a quota -17.60 m s.l.m.m. e pendenza della scarpata 3/2 (base su altezza);
- realizzazione della mantellata al piede in massi naturali 3 ÷ 5 t (III Cat.) di spessore costante pari a 2.30 m con quota estradosso - 15.30 m s.l.m.m. e pendenza della scarpata 3/2 (base su altezza);

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
		22	011	DR	020	00	AMB

- realizzazione della berma al piede in tetrapodi in cls da 4 m<sup>3</sup> (10 t) di spessore pari a 3.30 m, larghezza pari a 5.00 m e quota estradosso berma pari a -12.0m s.l.m.m.;
- completamento del nucleo superiore in massi naturali 200 ÷ 1000 kg (I Cat.) con estradosso a quota -1.00 m s.l.m.m. e pendenza della scarpata 3/2 (base su altezza);
- posa in opera dello strato filtro in massi naturali 3 ÷ 5 t (III Cat.) di spessore costante pari a 2.30 m con quota estradosso +1.30 m s.l.m.m, con pendenza della scarpata 3/2 (base su altezza)
- posa in opera, sempre dal basso verso l'alto, della mantellata in tetrapodi in cls da 16 m<sup>3</sup> (40 t) disposti su doppio strato, con spessore della mantellata pari a 5.40 m e pendenza della scarpata 3/2 (base su altezza), con berma a quota pari a +6.70 m s.l.m.m.

Le fasi esecutive dell'opera a gettata, ed in particolare all'avanzamento della realizzazione della sagoma, come meglio specificato al paragrafo seguente, terranno conto delle esigenze legate al ciclo produttivo in cantiere dei tetrapodi nonché dei tempi necessari a stabilizzare il piede della scogliera, in termini cedimenti da consolidazione. In particolare l'avanzamento avverrà progressivamente in orizzontale (per la formazione del piede) e quindi in verticale per la formazione della parte superiore dell'opera a gettata.

### 3.5.1 Fasi esecutive

Le fasi esecutive dell'opera a gettata sono state definite tenendo conto delle esigenze tecniche legate al ciclo produttivo in cantiere dei tetrapodi e dell'evoluzione dei cedimenti indotti al piede della scogliera ed all'opera esistente in fase esecutiva.

Di seguito si propone uno schema di sviluppo delle diverse fasi esecutive.

- FASE 1.
- a) Posa in opera primo strato di materiale arido da cava (dimensione inerti 10-15 mm) per uno spessore di circa 50 cm;
  - b) intervento di vibrosostituzione profonda con tecnologia *bottom feed* - formazione di colonne diametro reso d:900 mm h=6.00 m disposte a quinconce su una maglia di lato 2.00 m;

 <p>AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE NAPOLI-SALERNO-CASTELLANNE DI STABIA</p>	<p>Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo</p>		<p>Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023</p>					
			22	011	DR	020	00	AMB

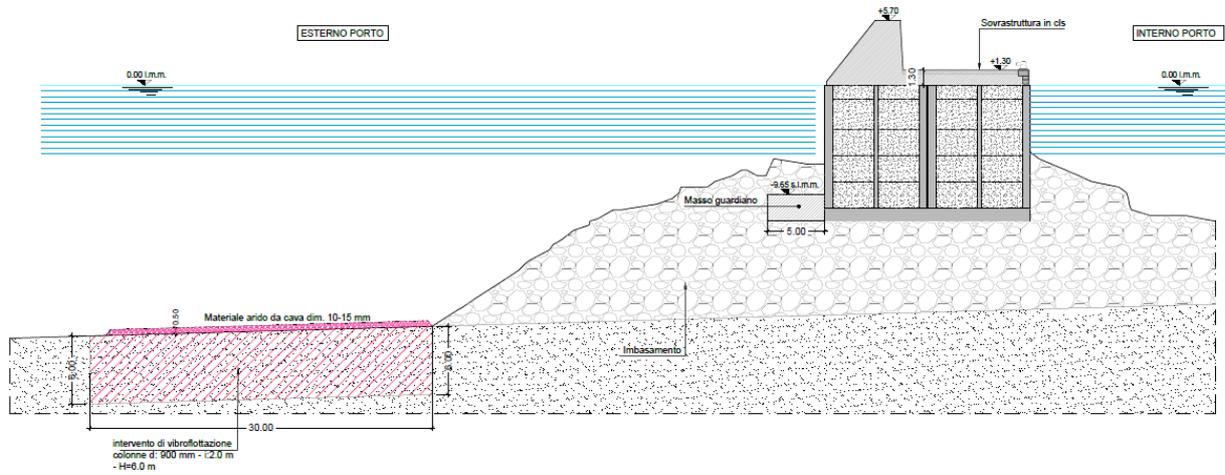


Figura 5 - Sezione tipologica fase esecutiva 1

- FASE 2.
- Posa in opera di geotessuto e successiva posa in opera di strato in pietrame 1-200 kg di altezza pari a 1.00 m;
  - Formazione del nucleo in massi 0.2 - 1 t fino a quota -17.60 m s.l.m.m.;
  - formazione mantellata in massi naturali 3 - 5 t fino a quota -15.30 m s.l.m.m.;

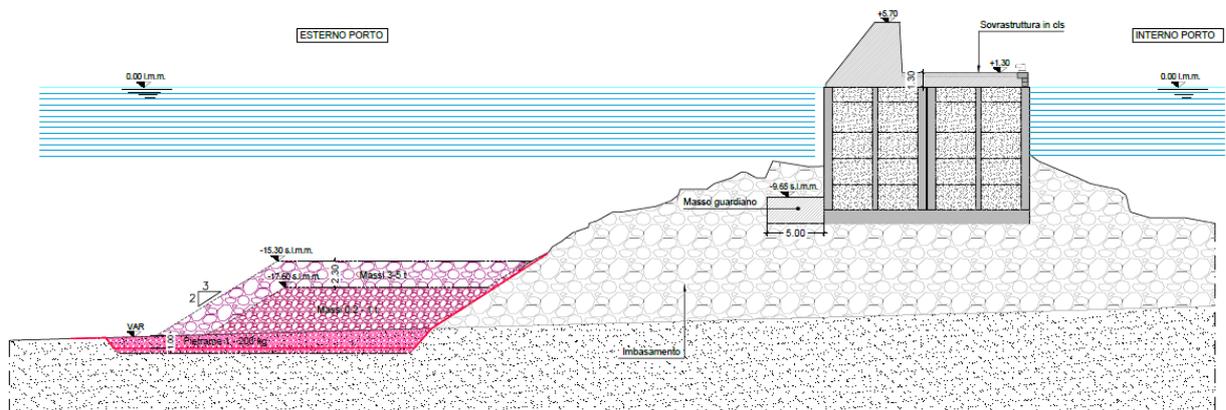


Figura 6 - Sezione tipologica fase esecutiva 2

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
		22	011	DR	020	00	AMB

FASE 3. Formazione berma al piede in tetrapodi da 4 m<sup>3</sup> (quota estradosso berma -12.00 m s.l.m.m.)

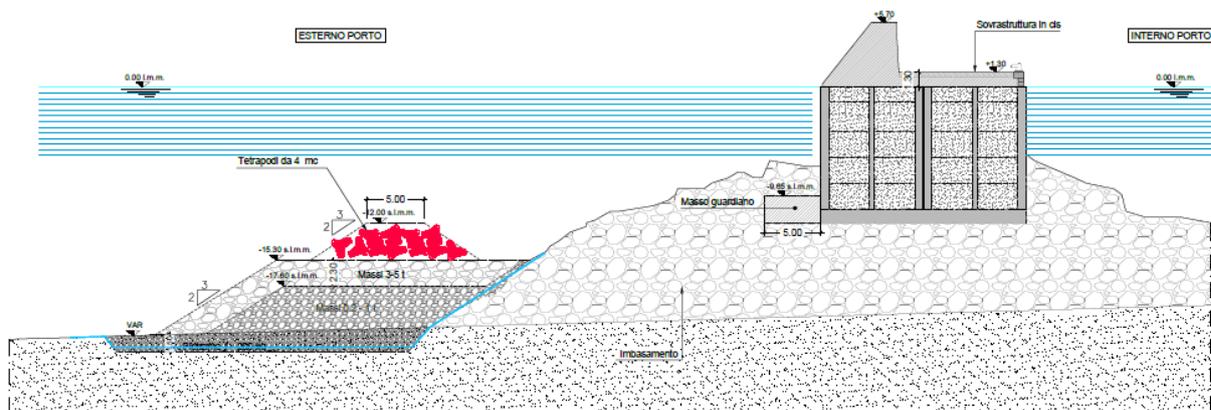


Figura 7 - Sezione tipologica fase esecutiva 3

FASE 4. a) Formazione del nucleo in massi naturali da 0.2 - 1 t;  
 b) Formazione dello strato filtro in massi naturali 3 - 5 t

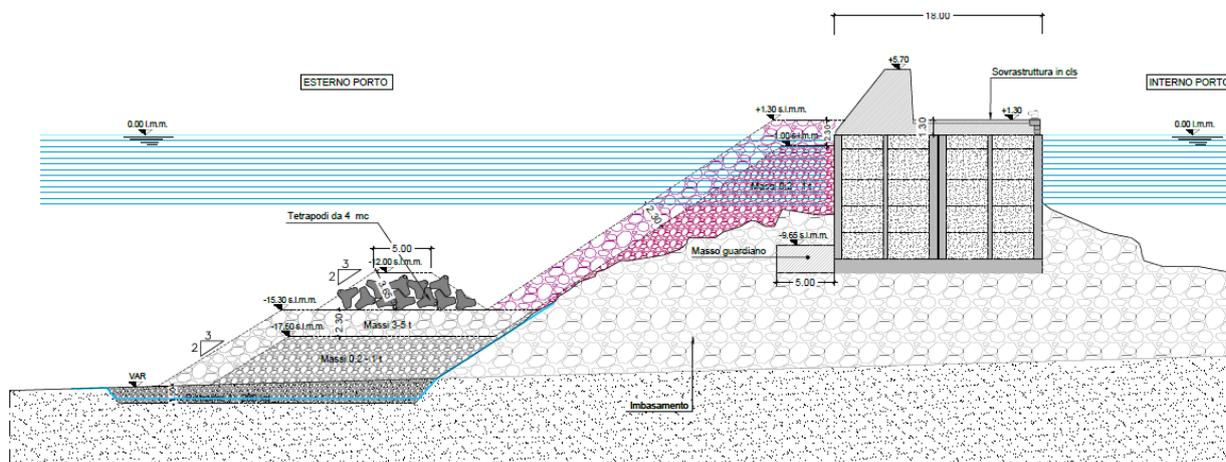


Figura 8 - Sezione tipologica fase esecutiva 4

*N.B.: la formazione del nucleo e dello strato filtro dovranno avvenire progressivamente dal basso verso l'alto con realizzazione delle sezioni a tutta sagoma per tratti in avanzamento di 20.0 m;*



	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
		22	011	DR	020	00	AMB

Interventi diffusi di ripristino/riparazione locale delle strutture esistenti, estesi per tutti i 2,6 km della diga Duca d'Aosta e dell'antemurale Thaon de Revel.

Nei paragrafi seguenti si riporta una descrizione dettagliata degli interventi di rinforzo e/o riparazione locale delle opere esistenti.

### 3.6.1 Intervento tra le prog. +888.00 e +920.00 m

L'intervento previsto tra le progressive +888 e +920 consiste essenzialmente nella ricostruzione del tratto di muro paraonde mancante fino a quota +5.70 m s.l.m.m con impiego di casseri metallici disposti sul lato mare previa disposizione di inghisaggi con barre  $\phi 20$  nelle porzioni di muro integre, come di seguito illustrato.

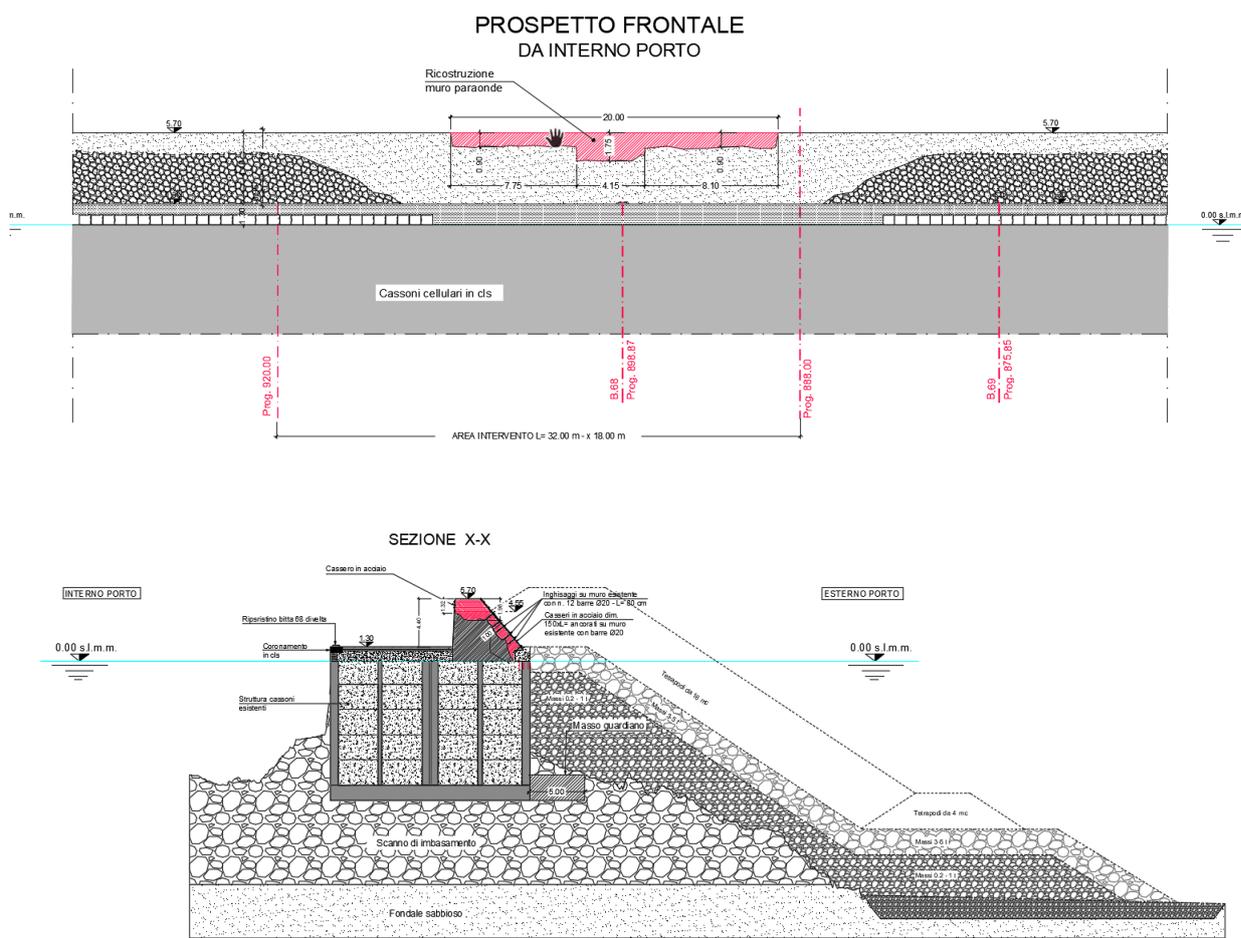


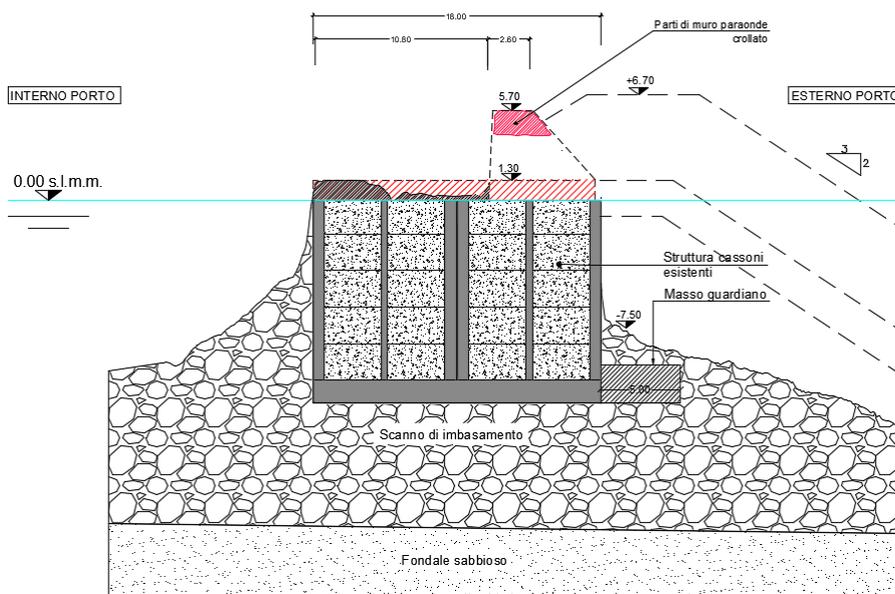
Figura 10 – Intervento di ricostruzione muro tra le prog. 0+888 – 0+920

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023				
		22	011	DR	020	00

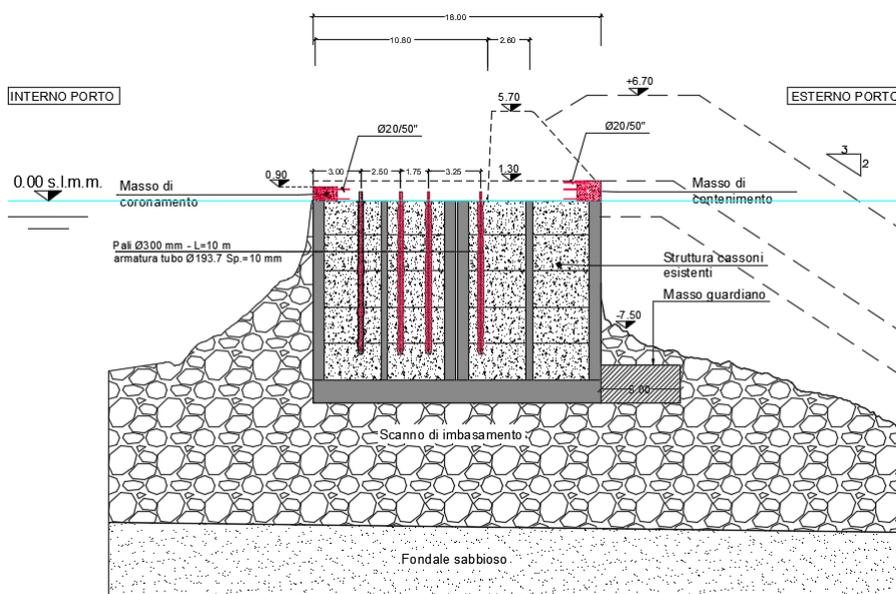
### 3.6.2 Intervento tra le prog. 1 133.00 e 1 169.00 m

L'intervento previsto tra le progressive 1+133 – 1+169 risulta articolato in più fasi, come di seguito descritto, anche al fine di assicurarne una piena efficienza nel rispetto di idonei standard di sicurezza in esecuzione. Le fasi previste in tal caso sono:

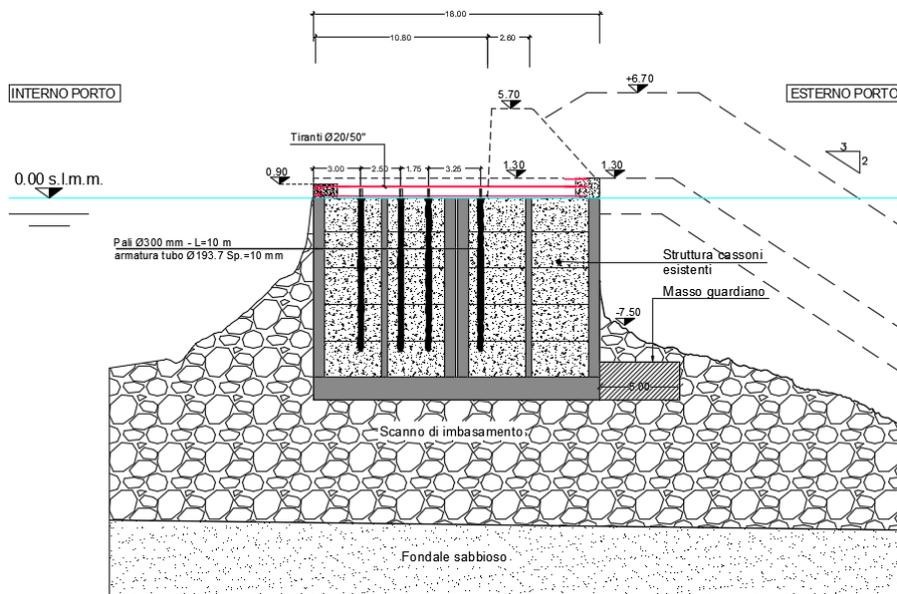
1. demolizione sovrastruttura esistente e rimozione parti instabili;



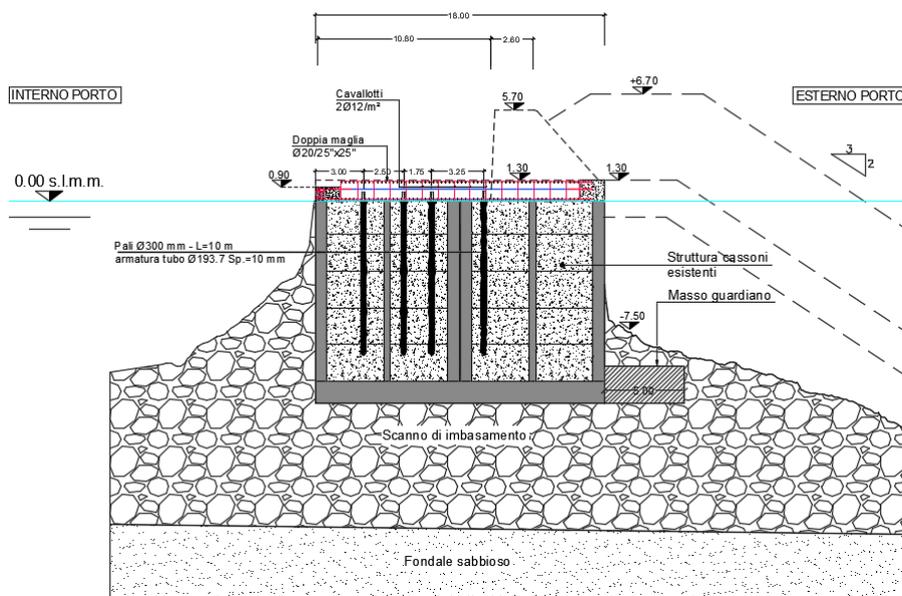
2. posa in opera massi di coronamento banchina / contenimento getto lato interno ed esterno porto, realizzazione micropali  $\varnothing 300$  mm - L=10 di cucitura e solidarizzazione dei blocchi presenti nelle celle dei cassoni;



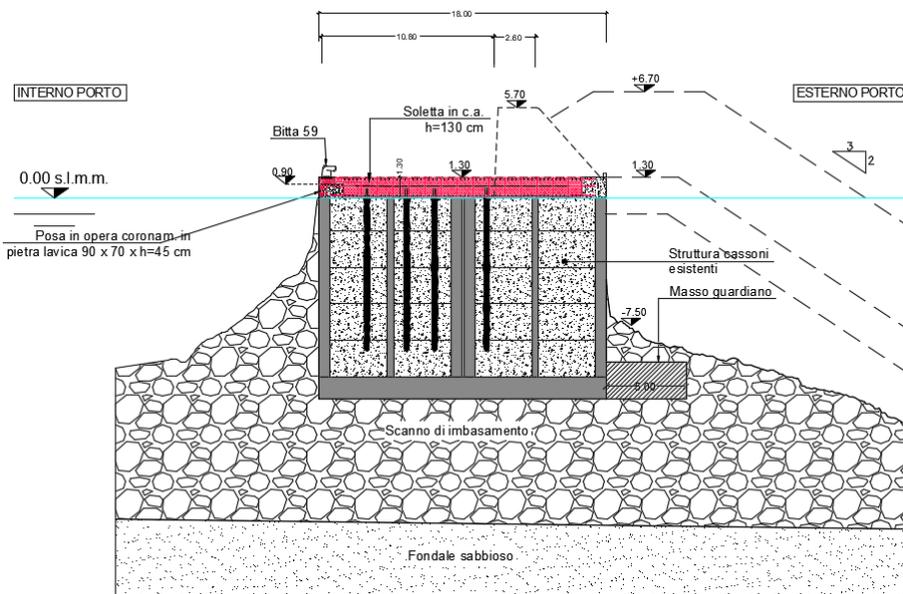
3. posa in opera tiranti in barre  $\varnothing 20/50''$  in acciaio B 450 C di collegamento tra massi di coronamento / contenimento getto



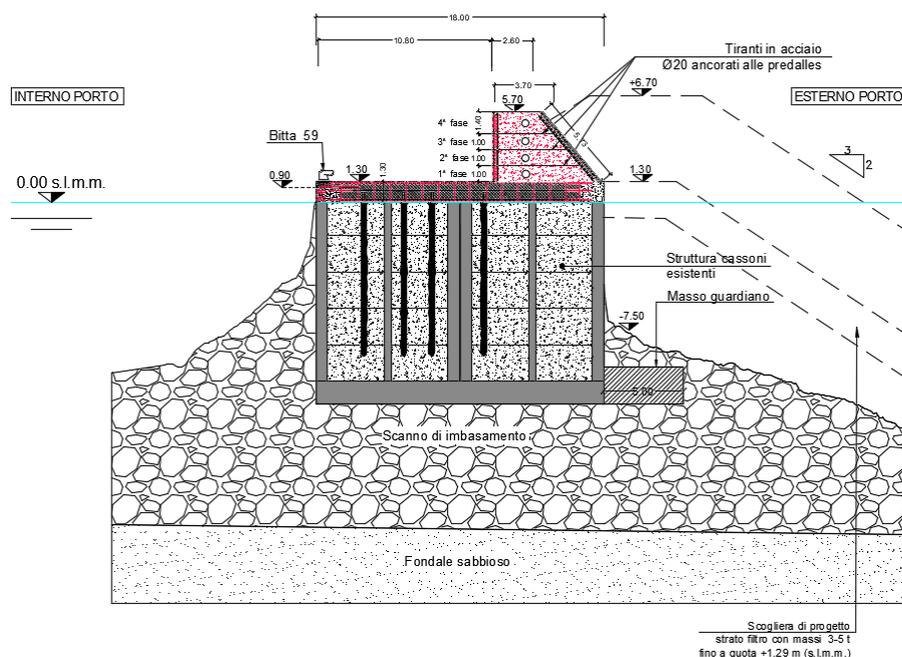
4. posa in opera armatura a doppia maglia  $\varnothing 20/25'' \times 25''$  in acciaio B 450 C superiore ed inferiore soletta in c.a.



5. getto di completamento soletta in cls classe C 35/45 - h/soletta = 130 cm, coronamento in pietra lavica e sostituzione bitte



6. posa in opera casseri prefabbricati tralicciati di contenimento e getto muro paraonde in cls C 35/45 (n.4 fasi di getto)

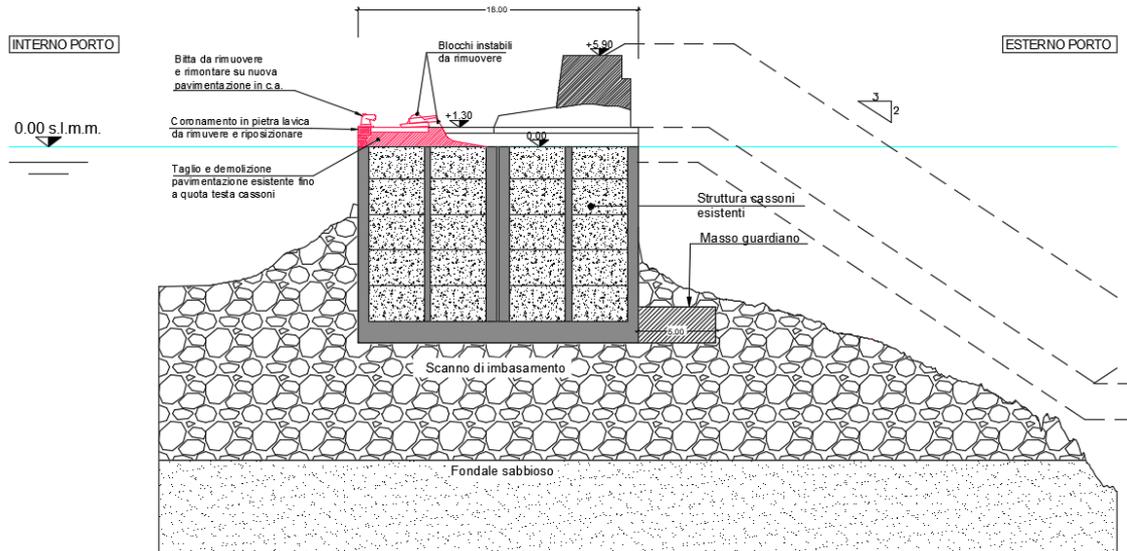


	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
		22	011	DR	020	00	AMB

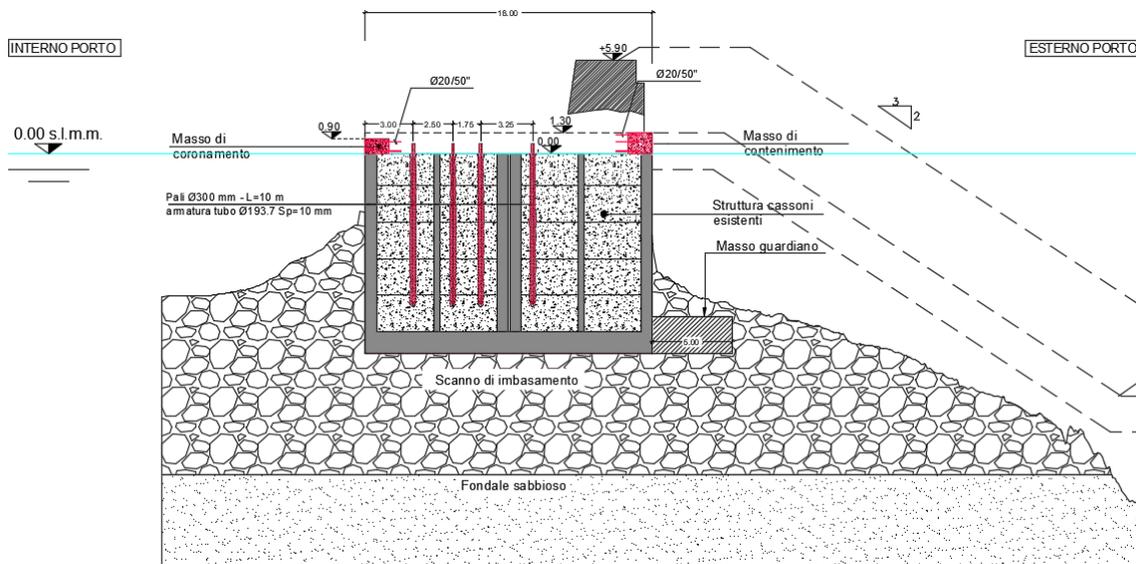
### 3.6.3 Intervento tra le prog. +1 570.00 e +1 595.00 m

L'intervento previsto tra le progressive +1 570.00 e +1 595.00, del tutto analogo a quello precedente, risulta articolato in fasi simili, come di seguito descritto:

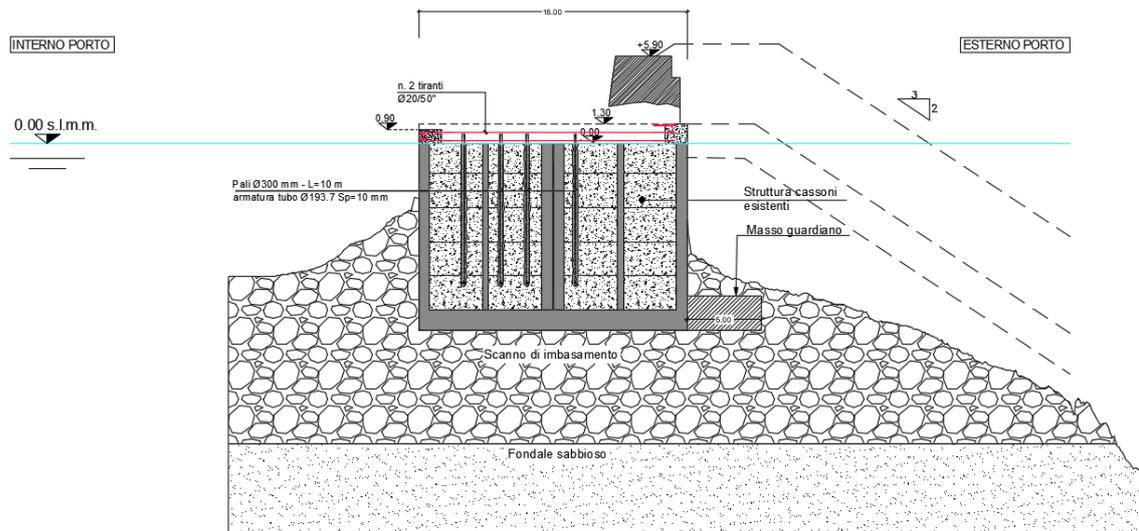
1. demolizione sovrastruttura esistente e rimozione parti instabili;



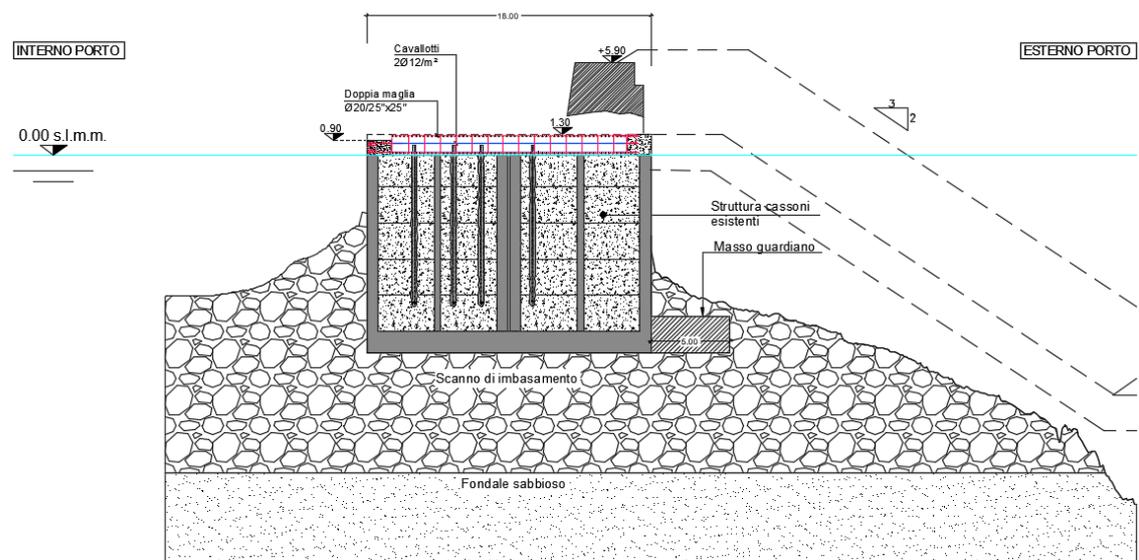
2. posa in opera massi di coronamento banchina / contenimento getto lato interno ed esterno porto, realizzazione micropali  $\varnothing 300$  mm - L=10 di cucitura e solidarizzazione dei blocchi presenti nelle celle dei cassoni;



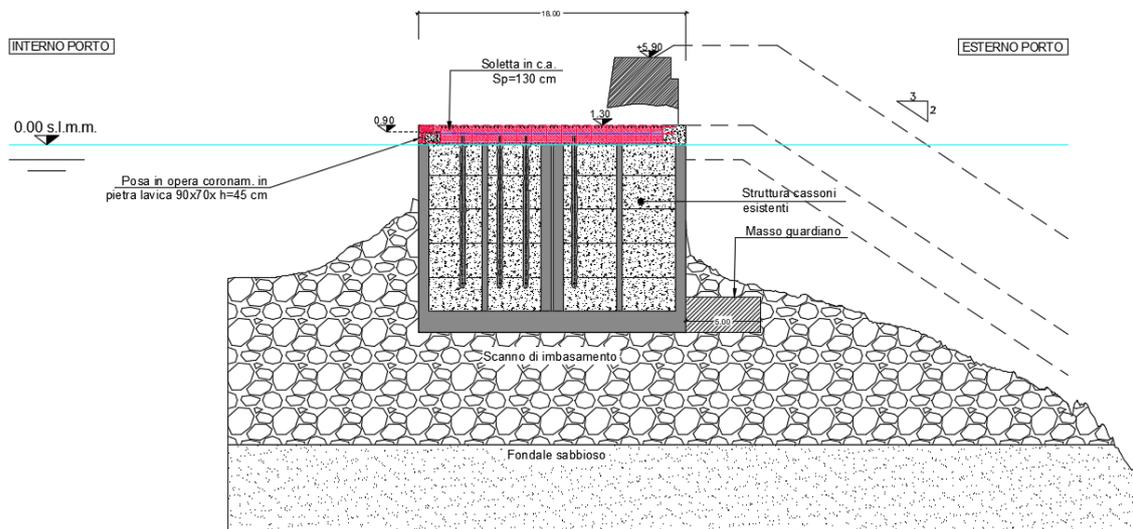
3. posa in opera tiranti in barre  $\varnothing 20/50''$  in acciaio B 450 C di collegamento tra massi di coronamento / contenimento getto



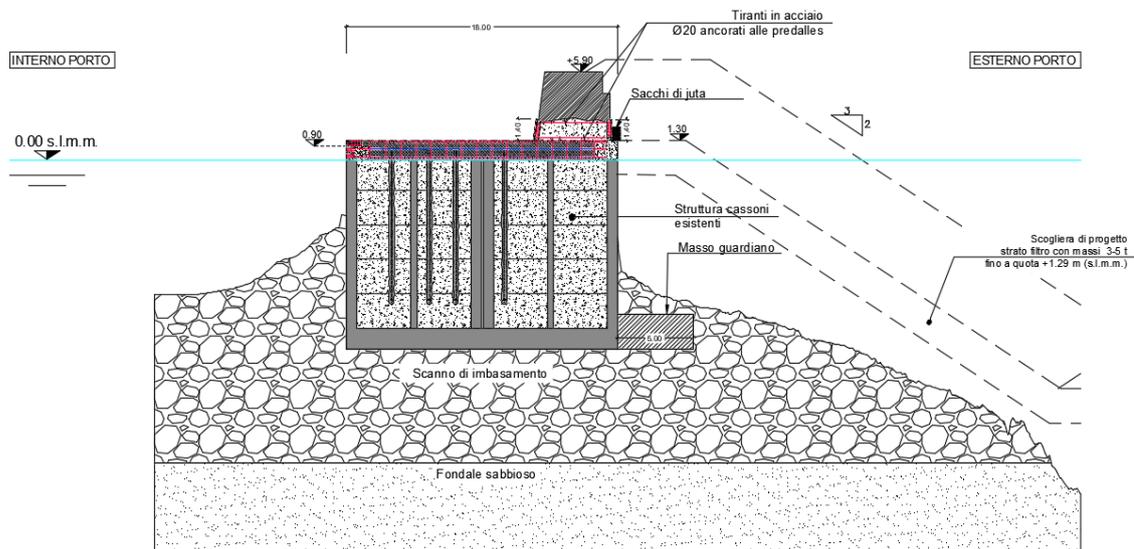
4. posa in opera armatura a doppia maglia  $\varnothing 20/25'' \times 25''$  in acciaio B 450 C superiore ed inferiore soletta in c.a.



5. getto di completamento soletta in cls classe C 35/45 - h/soletta = 130 cm, coronamento in pietra lavica e sostituzione bitte



6. posa in opera casseri prefabbricati tralicciati di contenimento e getto muro paraonde in cls C 35/45 (n.4 fasi di getto)

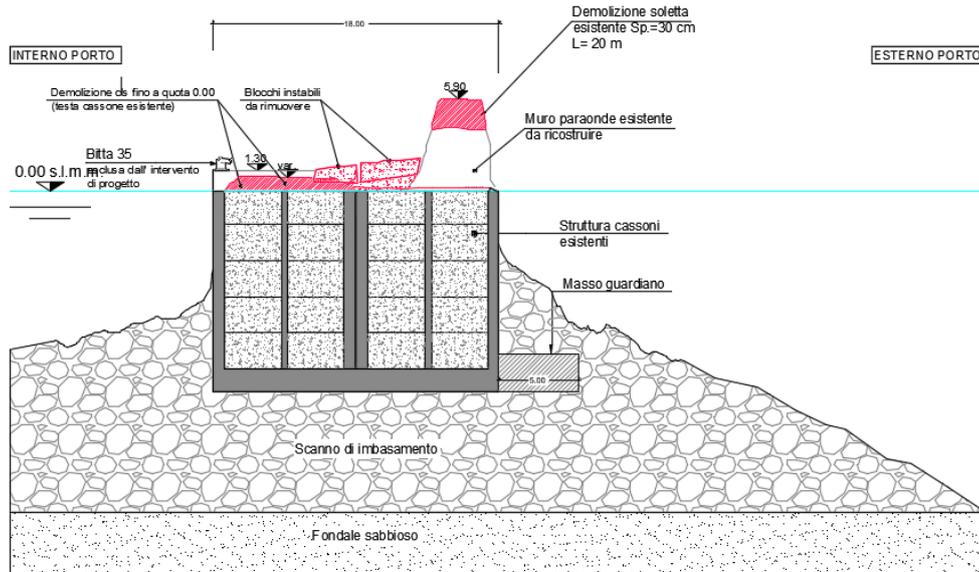


	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
		22	011	DR	020	00	AMB

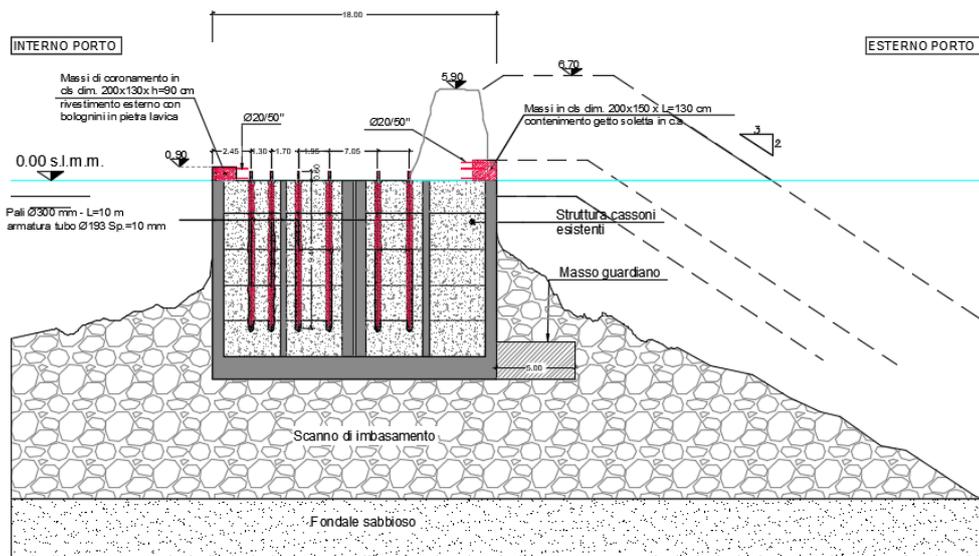
### 3.6.4 Intervento tra le prog. +1 644.00 e +1 682.00 m

Anche nel caso dell'intervento previsto tra le progressive +1 644.00 e +1 682.00 m il progetto ha previsto delle lavorazioni e delle fasi del tutto analoghe a quelle già illustrate nei due casi precedenti, di seguito riepilogate.

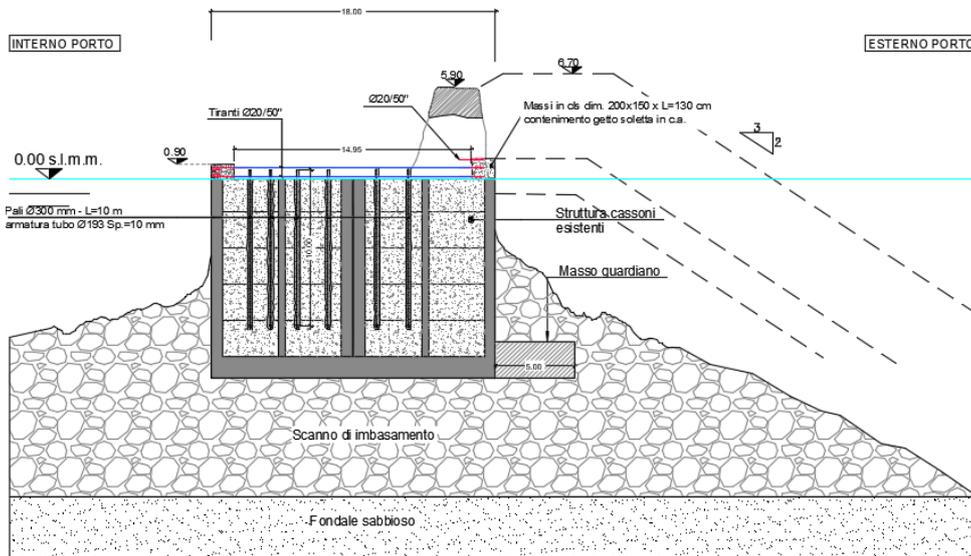
1. demolizione sovrastruttura esistente e rimozione parti instabili;



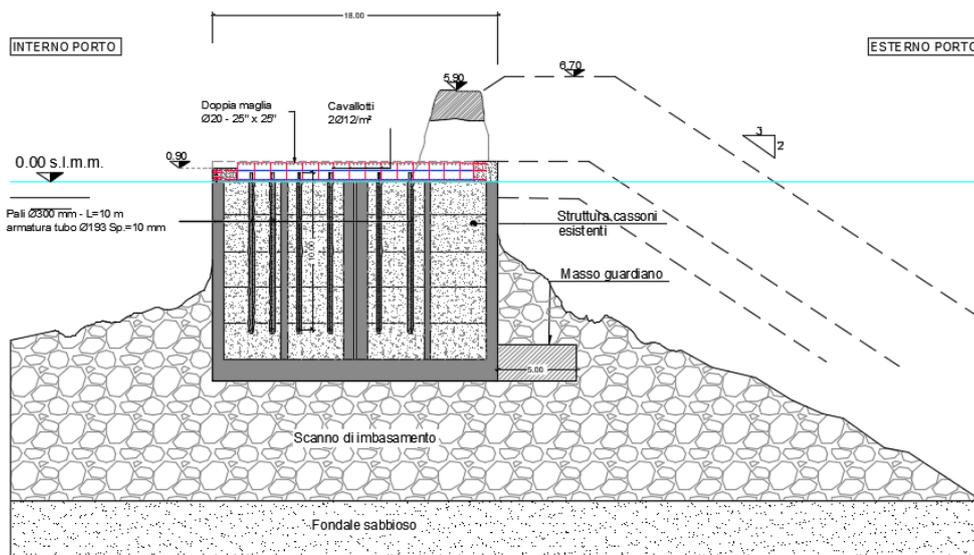
2. posa in opera massi di coronamento banchina / contenimento getto lato interno ed esterno porto, realizzazione micropali  $\varnothing 300$  mm - L=10 di cucitura e solidarizzazione dei blocchi presenti nelle celle dei cassoni;



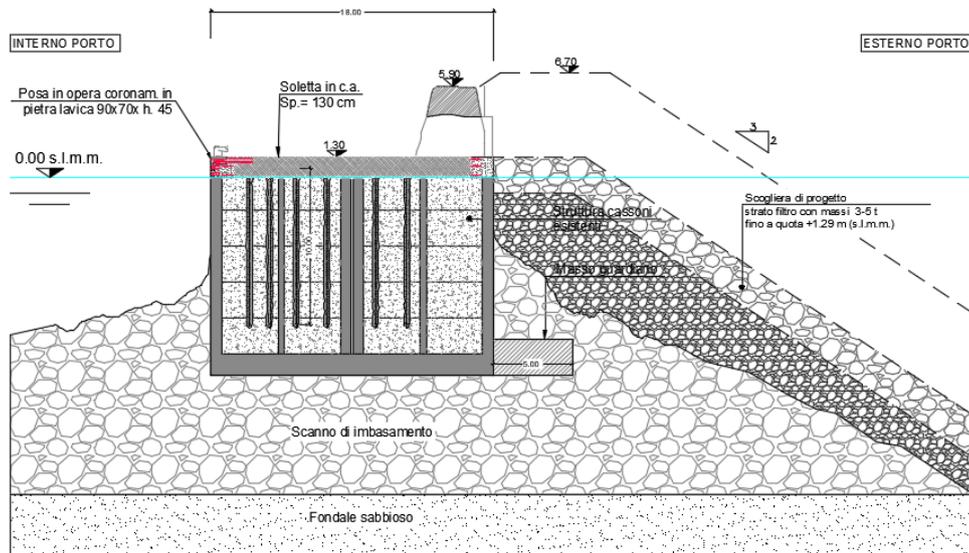
3. posa in opera tiranti in barre  $\varnothing 20/50''$  in acciaio B 450 C di collegamento tra massi di coronamento / contenimento getto



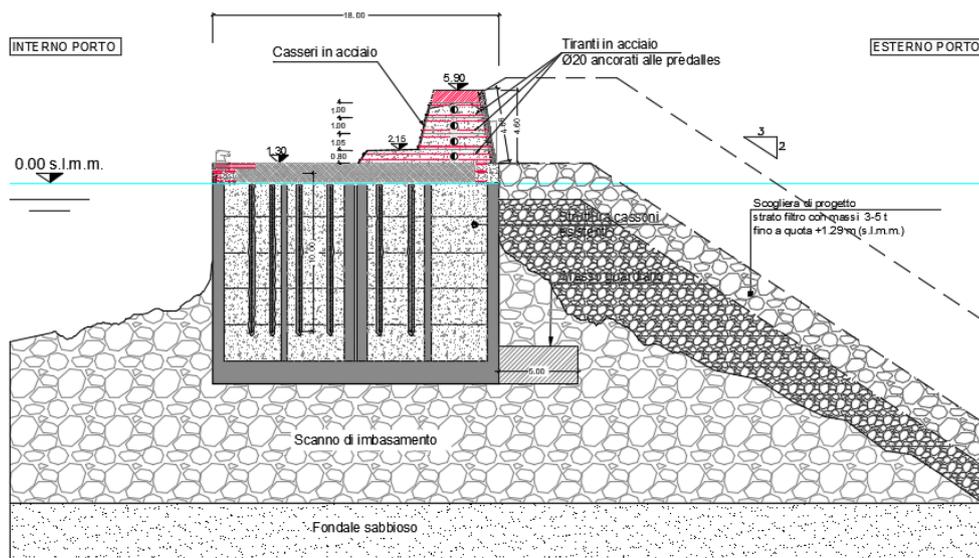
4. posa in opera armatura a doppia maglia  $\varnothing 20/25'' \times 25''$  in acciaio B 450 C superiore ed inferiore soletta in c.a.



5. getto di completamento soletta in cls classe C 35/45 - h/soletta = 130 cm, coronamento in pietra lavica e sostituzione bitte



6. posa in opera casseri prefabbricati tralicciati di contenimento e getto muro paraonde in cls C 35/45 (n.4 fasi di getto)



	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023				
		22	011	DR	020	00

### 3.7 Interventi diffusi di ripristino/riparazione locale delle strutture esistenti

In considerazione dello stato di ammaloramento delle strutture esistenti, il presente progetto prevede Interventi diffusi di ripristino/riparazione locale delle strutture esistenti estesi per tutti i 2,6 km della diga Duca d'Aosta e dell'antemurale Thaon de Revel.

Complessivamente, saranno realizzati n.7 interventi tipologici, di seguito elencati:

- Intervento Tipo 1: intervento di ripristino del massiccio di coronamento del muro paraonde;
- Intervento Tipo 2: intervento di ricostruzione coronamento banchina in pietra lavica (dim. 90 x 75 x h=45 cm);
- Intervento Tipo 3: intervento di ricostruzione paramento subacqueo con riempimento cavità e posa in opera paramento in pietra lavica;
- Intervento Tipo 4: intervento consolidamento muratura esistente mediante sarcitura delle lesioni, eventuale integrazione dei conci lapidei del paramento e ricostruzione cordolo superiore in cls;
- Intervento Tipo 5: Intervento demolizione e ricostruzione sovrastruttura in c.a. h=130 cm;
- Intervento Tipo 6: Intervento di demolizione e ricostruzione scale accesso banchina;
- Intervento Tipo 7: Intervento rimozione strutture in ferro e ripristino pavimentazione.

Per l'individuazione e l'ubicazione degli interventi di progetto si rimanda all'elaborato progettuale "22-011-DT-065-00-DTC Atlante fotografico referenziato del paramento interno della diga Duca d'Aosta e dell'Antemurale Thaon de Revel", in cui gli interventi tipologici sopra descritti sono localizzati con riferimento alla posizione delle bitte esistenti.

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023				
		22	011	DR	020	00

## 4. Cantierizzazione e fasi esecutive

### 4.1 Tempi di esecuzione e contemporaneità

Il progetto si compone di due stralci funzionali che necessariamente non saranno in sovrapposizione; il primo, finanziato con fondi complementari del PNRR, dovrà essere eseguito in 30 mesi presumibilmente a decorrere da gennaio 2024; il secondo avrà inizio dopo il completamento del primo stralcio funzionale e sarà completato nei successivi 15 mesi

### 4.2 Quantificazione delle forniture

Nella tabella che segue si riportano, in cifre arrotondate, le quantità di forniture che caratterizzano l'esecuzione delle opere di progetto

DESCRIZIONE MACRO QUANTITA'	u.m.	I stralcio 30 mesi	II stralcio 15 mesi	TOTALE
<b>MATERIALE ARIDO</b>				
massi calcarei di I e II categoria	t	572 360,00	227 450,00	799 810,00
materiale arido minuto - pietrame scapoli e ghiaia	t	98 250,00	42 160,00	140 410,00
<b>CALCESTRUZZI</b>				
calcestruzzo per tetrapodi da 16 m3	m3	83 970,00	31 670,00	115 640,00
calcestruzzo per tetrapodi da 4 m3	m3	13 600,00	5 400,00	19 000,00
calcestruzzo per impianto di cantiere	m3	6 060,00	-	6 060,00
calcestruzzo per interventi ricostruzione sovrastruttura	m3	5 320,00		5 320,00
<b>SUBTOTALE CLS</b>		<b>108 950,00</b>	<b>37 070,00</b>	<b>146 020,00</b>

<b>VALORI DERIVATI DEI CONSUMI PER CONFEZIONAMENTO DEL CALCESTRUZZO</b>				
DESCRIZIONE MACRO QUANTITA'	u.m.	I stralcio 30 mesi	II stralcio 15 mesi	TOTALE
inerti per calcestruzzi	m3	87 160,00	29 656,00	116 816,00
sabbie per calcestruzzi	m3	43 580,00	14 828,00	58 408,00
cemento sfuso	q.li	381 325,00	129 745,00	511 070,00
acqua per impasto	mc	54 475,00	18 535,00	73 010,00

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023				
		22	011	DR	020	00

### 4.3 Area di cantiere

Le aree che stabilmente saranno occupate sia per le opere di primo stralcio funzionale che, a seguire, per le opere di secondo stralcio sono circa 39.000 m<sup>2</sup> al netto delle aree destinate al transito delle autovetture, nell'ambito dell'area della darsena di levante che occupa una superficie complessiva di circa 120.000 m<sup>2</sup>

Di seguito la tabella delle aree di cantiere distinte per utilizzo funzionale

	DIMENSIONE AREE CANTIERE		
	m	m	m <sup>2</sup>
<b>Area a ciglio banchina</b>	<i>33,00</i>	<i>486,00</i>	<b>16 038,00</b>
<i>di cui</i>			
<i>Area caricamento scogli</i>	<i>33,00</i>	<i>80,00</i>	<b>2 640,00</b>
<i>Area produzione tetrapodi</i>	<i>33,00</i>	<i>406,00</i>	<b>13 398,00</b>
<b>Area impianto produzione cls</b>	<i>35,00</i>	<i>100,00</i>	<b>16 038,00</b>
<b>Area stoccaggio materiali inerti per opere a gettata</b>	<i>35,00</i>	<i>100,00</i>	<b>3 500,00</b>
<b>Area logistica</b>	<i>35,00</i>	<i>96,00</i>	<b>3 360,00</b>
<b>Totale</b>			<b>38 936,00</b>

### 4.4 Mezzi d'opera

Per la realizzazione degli interventi di progetto si prevede la seguente dotazione minima di mezzi d'opera terrestri e marittimi:

- Mezzi d'opera terrestri
  - n. 1 impianto mobile di betonaggio da installarsi presso le aree di cantiere avente una capacità produttiva non inferiore a 600 m<sup>3</sup> al giorno, completo di silos per cemento e area di deposito inerti;
  - n. 6 autobetoniere da 8 m<sup>3</sup> in grado di garantire l'approvvigionamento ciclico del calcestruzzo necessario per la costruzione dei tetrapodi ed il trasporto dall'impianto di betonaggio mobile alle piste di costruzione

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
		22	011	DR	020	00	AMB

- n. 2 escavatori a braccio rovescio per movimentazione materiale arido per alimentazione impianto betonaggio
  - n. 10 autocarri a tre assi con cassone da 20 m<sup>3</sup> per trasporto inerti e scogli
  - n. 2 pale meccaniche per movimentazione scogli e materiale arido all'interno dell'area di cantiere per alimentazione area cantiere a ciglio banchina da sito di stoccaggio provvisorio
  - n. 1 dumper per trasporti nell'ambito del cantiere su diga
  - n. 4 gru gommate con braccio telescopico con portata alla punta di 60 t per movimentazione casseri tetrapodi
- Mezzi d'opera marittimi
- n. 2 M/Pontoni (in alternativa di n.2 Rimorchiatori con n. 2 Pontoni) aventi una portata utile in coperta non inferiore a 600 t (al netto del peso della gru) e dotato di gru con portata utile di punta non inferiore a 100 t con un braccio di lunghezza adeguata a coprire una distanza pari a 30 m misurata sul piano orizzontale dal bordo pontone (e non dal centro di rotazione della gru). Tali mezzi marittimi saranno asserviti alle attività di trasporto e trasbordo di materiale arido (pietrame e scogli di I e III cat) dall'area di carico (banchina darsena di levante) all'area di posa (diga) per formazione opera a gettata, garantendo almeno 2 viaggi di carico/scarico al giorno per pontone per una produzione media giornaliera di circa 1400 ton per l'intera durata dei lavori;
  - n. 1 M/Pontone (in alternativa di n.1 Rimorchiatore con n. 1 Pontone) avente una portata utile in coperta non inferiore a 1000 t (al netto del peso della gru) e dotato di gru con portata utile non inferiore a 150 t con un braccio di lunghezza adeguata a coprire una distanza pari a 30 m misurata sul piano orizzontale dal bordo pontone (e non dal centro di rotazione della gru). Tale pontone dovrà garantire una portata di 40 ton al 30 m e sarà asservito esclusivamente alle attività di trasporto e trasbordo dei tetrapodi da 16 m<sup>3</sup> e da 4 m<sup>3</sup> dall'area di carico (banchina darsena di levante) all'area di posa (diga) per formazione opera a gettata, per l'intera durata dei lavori;
  -

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
		22	011	DR	020	00	AMB

- n. 1 M/Pontone (in alternativa di n.1 Rimorchiatore con n. 1 Pontone) avente una portata utile in coperta non inferiore a 1000 t (al netto del peso della gru) e dotato di gru con portata utile non inferiore a 80 t. Tale pontone, che dovrà avere una coperta in grado di poter ospitare un escavatore, il materiale arido necessario per la vibroflottazione e la gru per la movimentazione della strumentazione vibroflot per essere asservito esclusivamente per la l'esecuzione del trattamento colonnare per l'addensamento del fondale e per un tempo di impiego previsto non inferiore a mesi quattro;
- n. 2 motobarche di servizio iscritte ai registri Navi Minori e Galleggianti adibite al trasporto di personale operativo e direttivo dal cantiere alle aree di intervento per l'intera durata dei lavori.

## 5. Gestione delle materie e bilancio dei materiali

### 5.1 Approvvigionamento dei materiali

L'obiettivo prioritario della presente relazione è quella di definire il bilancio dei materiali del cantiere tenendo conto della tipologia e dei quantitativi sia dei materiali occorrenti per la formazione delle opere di progetto sia di quelli eventualmente prodotti dalle lavorazioni di cantiere: nel caso specifico, come già detto in precedenza, non sono previsti materiali di risulta e ne consegue che il bilancio dei materiali si ridurrà ad una analisi del fabbisogno e dei quantitativi di approvvigionamento necessari.

Nel caso in esame i materiali occorrenti per la formazione delle opere sono:

- *Inerti naturali di matrice lapidea:*
  - pietre naturali e da taglio;
  - massi per scogliera;
  - inerti naturali per realizzazione attività di vibrosostituzione
- *Inerti naturali di matrice detritica:*
  - sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi;
  - ghiaie e pietrischi da impiegare nei conglomerati cementizi e per formazione di massicciate;

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023				
		22	011	DR	020	00

- *Altri materiali:*

- cemento;
- tout venant (misto di cava);
- acqua per i conglomerati cementizi armati e per calcestruzzi.

Non sono previste escavazioni e/o demolizioni, o dragaggio, bensì le sole attività di salpamento per la riprofilatura dell'imbasamento della diga esistente propedeutico alla realizzazione dell'opera a gettata.

I volumi dei materiali necessari alla realizzazione delle opere in progetto, per i quali è necessario l'approvvigionamento, sono indicati nella tabella seguente suddivisi in base alla tipologia (materiali lapidei, calcestruzzi o materiali per la protezione dei fondali). In una tabella a parte sono indicati invece i volumi riutilizzati per le attività di salpamento.

APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI				
ID	U.M.	I STRALCIO	II STRALCIO	TOT. LOTTO B
<b>MATERIALE INERTE</b>				
Tout venant dim. 10-15 mm	t	49 348,84	20 263,02	<b>69 611,86</b>
Pietrame scapolo 1 - 200 kg	t	48 925,81	21 936,36	<b>70 862,17</b>
Massi naturali 0.2 - 1 t	t	361 068,58	144 076,16	<b>505 144,75</b>
Massi naturali 3 - 5 t	t	211 289,86	83 379,06	<b>294 668,93</b>
Tot. Materiale lapideo (t)				<b>940 287,71</b>
<b>CALCESTRUZZO</b>				
Tetrapodi 4 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	13 596,22	5 401,44	<b>18 997,66</b>
Tetrapodi 16 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	83 970,65	31 676,69	<b>115 647,34</b>
Interventi di ripristino sovrastruttu	m <sup>3</sup>	5 313,97	-	<b>5 313,97</b>
Realizzazione pista prod. tetrapod	m <sup>3</sup>	6 066,00	-	<b>6 066,00</b>
Tot. Calcestruzzo (m <sup>3</sup> )				<b>146 024,97</b>
<b>ALTRO</b>				
Geotessuto	m <sup>2</sup>	38 400,00	14 400,00	<b>52 800,00</b>

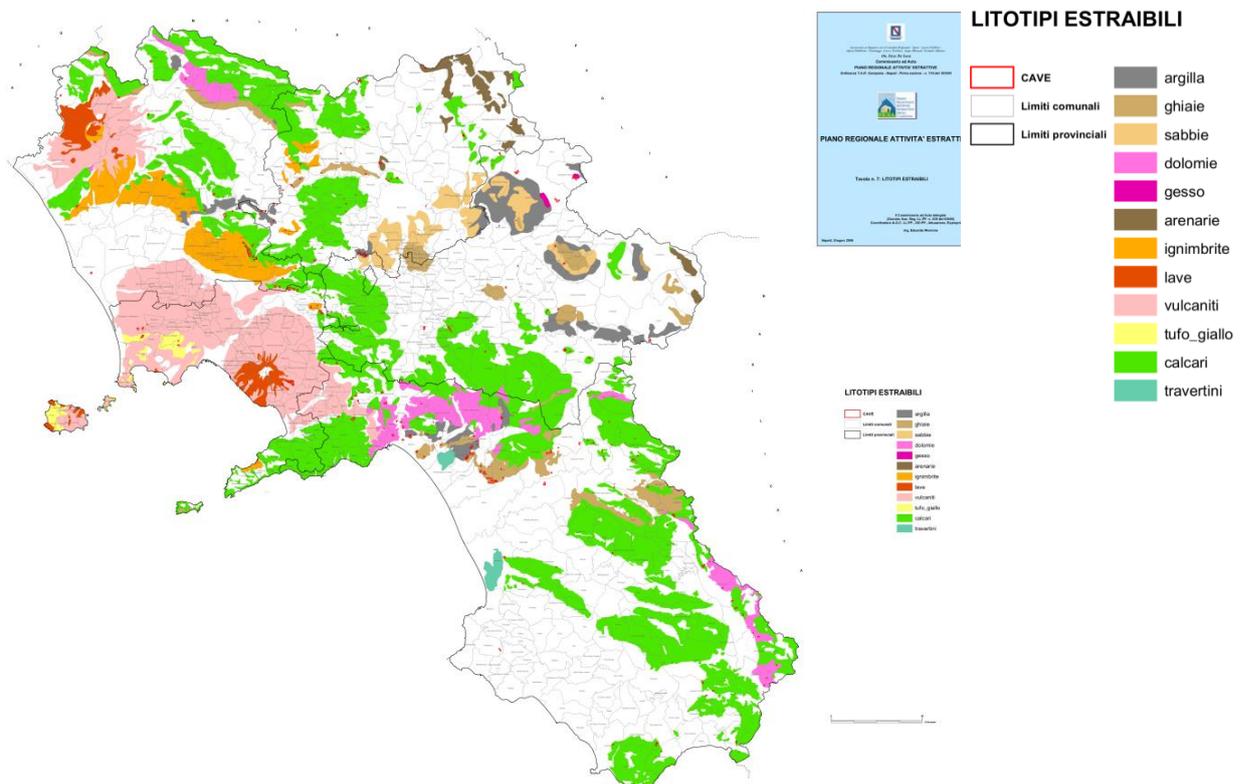
**Tabella 5-1: Tabella riepilogativa dei quantitativi dei materiali da approvvigionare**

Complessivamente il materiale occorrente per la realizzazione del progetto in esame ammonta a circa 940 000 t di materiali lapidei e 146 000 m<sup>3</sup> calcestruzzi.

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023				
		22	011	DR	020	00

### 5.1.1 Censimento Cave

Per la realizzazione delle opere in oggetto saranno necessari materiali lapidei di natura calcarea che potranno essere prelevati dai siti censiti nel Piano delle Attività Estrattive della Regione Campania (P.R.A.E.)<sup>2</sup> riportati nella seguente figura.



**Figura 5-1- Piano Regionale Attività Estrattive (PRAE Campania) - Tavola 7 "Litotipi estraibili"**

Si evidenzia che il materiale lapideo idoneo per la realizzazione delle opere in progetto (da selezionare comunque in funzione delle caratteristiche qualitative del materiale e per le dimensioni dei singoli elementi) potrà essere reperito a distanze accettabili dai luoghi di esecuzione, essendo le zone estrattive censite localizzate nella Città Metropolitana di Napoli. Da questa tavola si evince che la Città Metropolitana di Napoli, in ragione della sua vicinanza al Vesuvio, è contraddistinta dalla presenza di cave estrattive di materiale in prevalenza vulcaniti, mentre l'area a confine con le province di Caserta, Benevento e Avellino si caratterizza per le cave di materiale in prevalenza di natura calcarea.

Sulla base delle indicazioni fornite dal P.R.A.E., sono stati individuati i possibili siti di approvvigionamento: questi sono rappresentati in Figura 5-2 nella quale si riporta

<sup>2</sup> Il PRAE è stato approvato nel 2006 come indicato nell'ordinanza n.11 del 7 giugno 2006, pubblicata sul B.U.R.C. (Bollettino Ufficiale Regione Campania) n. 27 del 19 giugno 2006

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
		22	011	DR	020	00	AMB

un'immagine con la localizzazione di massima delle aree estrattive rispetto l'ambito di intervento e una finestra di dettaglio nella quale sono individuate le cave in esame.



**Figura 5-2: Ubicazione delle aree estrattive individuate nella Città Metropolitana di Napoli (Fonte: PRAE Campania - [http://www.sito.regione.campania.it/lavoripubblici/Elaborati\\_PRAE\\_2006/A4/napoli/napoli.htm](http://www.sito.regione.campania.it/lavoripubblici/Elaborati_PRAE_2006/A4/napoli/napoli.htm)). Nel cerchio rosso è indicata l'area di intervento.**

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023				
		22	011	DR	020	00

Le principali informazioni desunte dal P.R.A.E. e relative alle aree individuate sono riportate nella successiva tabella.

**Tabella 5-2: Tabella riepilogativa dei siti di approvvigionamento individuati**

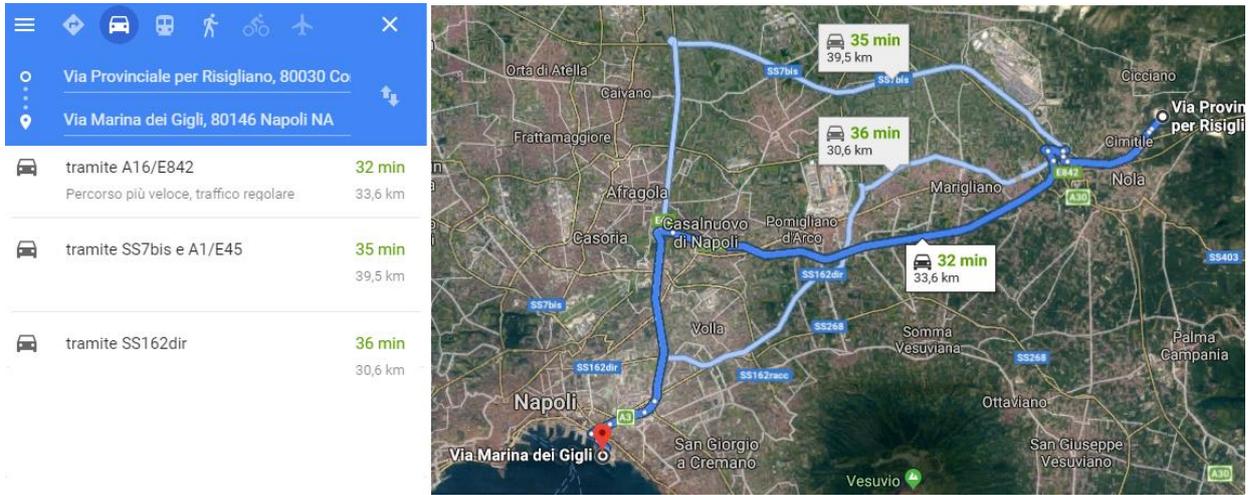
COD. P.R.A.E.	SOCIETÀ	COMUNE	INDIRIZZO	PROVVEDIMENTO	LITOLOGIA
63029_01	Gruppo Apostolico e Tanagro	Comiziano (Na)	Via Provinciale per Risigliano - frazione Gallo	n. 1212 del 16/05/2001	Igimbrite campana gialla
63065_04	Co.ge.na. Costruzioni Generali Napoli S.p.A.	Roccarainola (Na)	Via Polvica	n. 45 del 09/01/1998	Calcari
63018_01	Edilcalcestruzzi S.r.l.	Casamarciano (Na)	Località Olivella	n. 435 del 17/01/1996	Calcari
63065_02	SE.MAC. S.r.l.	Roccarainola (Na)	Via Polvica, 1	n. 7498 del 07/05/1999	Calcari

Nel comune di Comiziano (Na), in prossimità della cava 63029\_01, in Via Spennata, 11, è presente la C.M.C. Compagnia Mineraria Campana S.r.l., società che si occupa di macinazione e miscelazione di minerali, classificata secondo codice ATECO (23.70.30 - Frantumazione di pietre e minerali vari non in connessione con l'estrazione).

Sono indicate, nelle successive immagini, le distanze (su strada) e i possibili percorsi per il trasporto del materiale dai siti di estrazione fino all'area di cantiere, dove si ipotizza sia ubicato il bacino di prefabbricazione dei cassoni. Dalle immagini si riscontra che la distanza media tra i siti di approvvigionamento e il sito suddetto è di circa 34 km, che varia in relazione alla tipologia di percorso scelto (autostrada, strade statali, strade provinciali o strade cittadine); il percorso evidenziato è quello più veloce in termini di tempistiche ma non è necessariamente il percorso che verrà utilizzato in fase realizzativa.

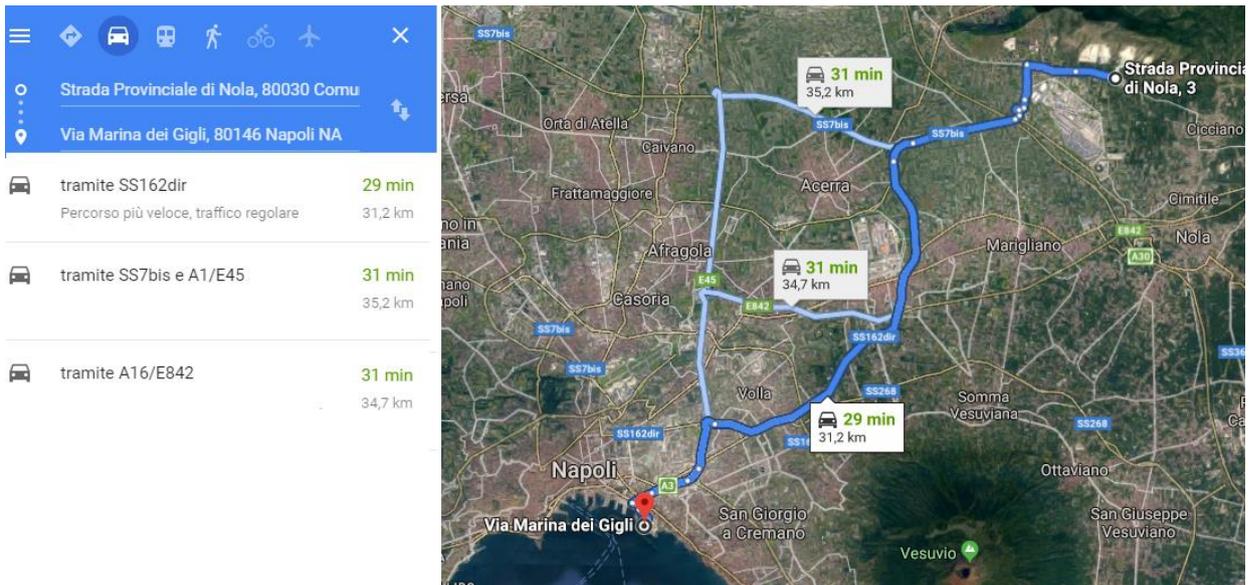
	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
		22	011	DR	020	00	AMB

**Cava: 63029\_01**



**Figura 5-3: Percorsi alternativi franco cava (Comiziano - NA) – area di cantiere (bacino di prefabbricazione)**

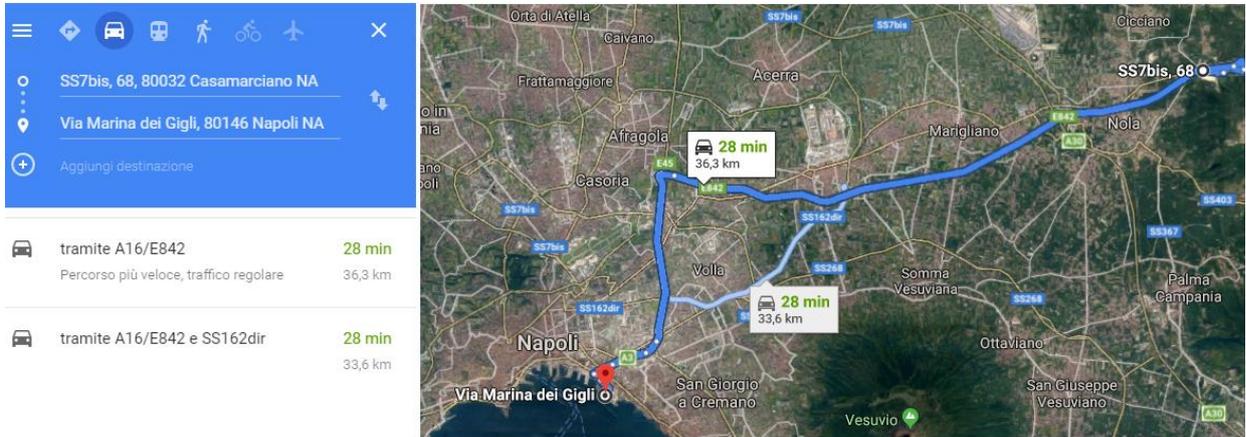
**Cava: 63065\_04**



**Figura 5-4: Percorsi alternativi franco cava (Roccarainola - NA) – area di cantiere (bacino di prefabbricazione)**

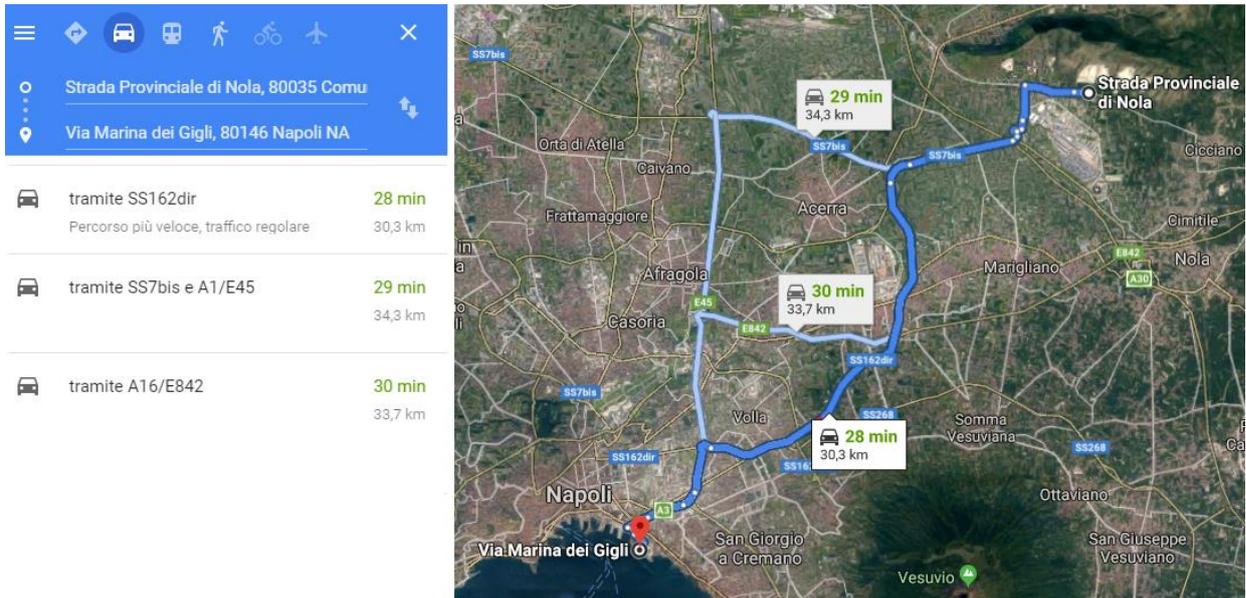
	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023					
		22	011	DR	020	00	AMB

**Cava: 63018\_01**



**Figura 5-5: Percorsi alternativi franco cava (Casamarciano - NA) – area di cantiere (bacino di prefabbricazione)**

**Cava: 63065\_02**



**Figura 5-6: Percorsi alternativi franco cava (Roccarainola - NA) – area di cantiere (bacino di prefabbricazione)**

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla gestione delle materie Data: Marzo 2023				
		22	011	DR	020	00

## 5.2 Rifiuti prodotti e modalità di gestione

Le lavorazioni previste per la realizzazione del rafforzamento dell'esistente diga foranea Duca d'Aosta sono tali da non determinare materiali assimilabili a rifiuti da dover conferire in discarica.

L'opera in progetto infatti, le cui fasi realizzative sono descritte in dettaglio nei paragrafi precedenti, non prevede attività di dragaggio o scavi.

La modesta porzione di materiale scapolo che costituisce l'imbasamento della diga esistente e che risulta interferente con la sagoma dell'opera a gettata di progetto sarà salpato e trasferito in apposite vasche allestite nelle aree di cantiere per essere caratterizzato e successivamente, trattandosi di materiale inerte, trasportato in impianti di recupero.

Le quantità di salpamento sono pari a complessivi 7665.90 m<sup>3</sup> di cui:

	I Stralcio	II Stralcio	Totale Lotto B
	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
<i>Salpamenti</i>	6 246.60	1 419.30	7 665.90

Analogamente le demolizioni, ad opere ultimate, delle strutture provvisorie in calcestruzzo realizzate per l'allestimento del cantiere ( basamenti in cls, rampe, piste per la formazione di tetrapodi etc.) saranno demolite, frantumate e , dopo la caratterizzazione ex Dlgs 152/06, saranno trasportate in impianti di recupero. I massi in cls per la realizzazione delle piste di produzione dei tetrapodi resteranno nella disponibilità della Stazione appaltante per eventuali usi futuri.



