

PIANO NAZIONALE PER GLI INVESTIMENTI COMPLEMENTARI



DECRETO-LEGGE 6 maggio 2021, n. 59, "Misure urgenti relative al Fondo complementare al Piano nazionale di ripresa e resilienza e altre misure urgenti per gli investimenti"

PORTO DI NAPOLI

COMPLETAMENTO DELLA DARSENA DI LEVANTE. LAVORI DI RIPRISTINO DI UNA PARTE DELLA CASSA DI COLMATA SITA IN LOCALITÀ VIGLIENA, COMPRESO IL DRAGAGGIO DEI SEDIMENTI DI UNA PARTE DEI FONDALI PORTUALI E LORO REFLUIIMENTO IN VASCA

FASE 1: INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DELLA VASCA DI COLMATA

CUP: G61B20000830006



Autorità di Sistema Portuale **Mar Tirreno Centrale**
Porti **Napoli**
Missione **M3C2**
Fonte Finanziamento **PNC**
Importo Finanziamento **20,00 mln €**

I PROGETTISTI:

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI:



TECHNITAL S.p.A. (Capogruppo)
Direttore Tecnico
Dott. Ing. Filippo Busola

Dott. Ing. Gionata Marcolini
Dott.ssa Cristina Zago



SISPI s.r.l. (Mandante)
Direttore Tecnico
Dott. Ing. Marco Di Stefano

Dott. Ing. Antonio Longo
Dott. Ing. Mariano Ciliento

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE: **Dott. Ing. Filippo Busola**

CODICE DOCUMENTO:

M I 0 6 1 P P D R T 4 0 1 0 0 0

Ufficio Tecnico
dell'AdSP del Mar Tirreno Centrale
Ing. Adele VASATURO

PROGETTO DEFINITIVO

TAVOLA

RT-4-010-00

TITOLO ELABORATO

Relazione Gestione Materie

SCALA

-

2					
1					
0	PRIMA EMISSIONE	GIUGNO 2023	C.Zago	G.Marcolini	F.Busola
REV.	DESCRIZIONE DELLE REVISIONI	DATA	Redatto:	Controllato:	Approvato:

AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE TIRRENO CENTRALE

PORTO DI NAPOLI

COMPLETAMENTO DELLA DARSENA DI LEVANTE. LAVORI DI RIPRISTINO DI UNA PARTE DELLA CASSA DI COLMATA SITA IN LOCALITÀ VIGLIENA, COMPRESO IL DRAGAGGIO DEI SEDIMENTI DI UNA PARTE DEI FONDALI PORTUALI E LORO REFLUIMENTO IN VASCA FASE 1: INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA DELLA VASCA DI COLMATA

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GESTIONE MATERIE

Progetto Definitivo

Rev. 0

Data: 20/06/23

El. MI061P – PDRT4010

RELAZIONE GESTIONE MATERIE



Progetto Definitivo

Rev. 0

Data: 20/06/23

El. MI061P – PDRT4010

RELAZIONE GESTIONE MATERIE

INDICE

1.	PREMESSA	6
1.1	Motivazioni dell'opera	6
2.	INQUADRAMENTO DELL'AREA DI PROGETTO	10
3.	OPERE A PROGETTO	12
3.1.	Descrizione dell'intervento	12
3.1.1.	Smontaggi/rimozioni/salpamenti	21
3.1.2.	Bonifica da ordigni bellici	21
3.1.3.	Prove di aggotamento per la verifica della tenuta idraulica	22
3.2.	Descrizione della fase di cantiere	22
3.2.1.	Area di cantiere	22
3.2.2.	Fasi di lavorazione per la formazione della parete combinata di progetto	23
4.	NORMATIVA VIGENTE	24
5.	BILANCIO MATERIE ED INDAGINI ESEGUITE	25
5.1.	Gestione e bilancio delle materie	25

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1-1 Cassa di colmata del Vigliena realizzata dal commissario per le Bonifiche e Rifiuti nel 2009, suddivisa in Vasca 1 e Vasca 2.	8
Figura 1-2: Dettagli del tratto di paratia divelto (foto 2010 dopo mareggiata)	9
Figura 2-1 Inquadramento dell'area di intervento	10
Figura 2-2 Opere di difesa del porto di Napoli	11
Figura 3-1: Planimetria di rilievo area di intervento	14
Figura 3-2: Planimetria di progetto	15
Figura 3-3: Profilo stratigrafico lungo lo sviluppo del palancoato esistente	16
Figura 3-4: Planimetria generale di progetto (stralcio elaborato MI061P-PDDS4021)	17
Figura 3-5: Sezione tipologica di progetto tratto A (stralcio elaborato MI061P-PDDS4022 - Progetto cassa di colmata – Sezioni)	18
Figura 3-6: Sezione tipologica di progetto tratto B (stralcio elaborato MI061P-PDDS4022 - Progetto cassa di colmata – Sezioni)	19
Figura 3-7: Sezione tipologica di progetto tratto C (stralcio elaborato MI061P-PDDS4022 - Progetto cassa di colmata – Sezioni)	20
Figura 3-8: Planimetria delle aree di cantiere, della logistica e della viabilità di cantiere (elaborato MI061P-PDDS4030)	23

1. PREMESSA

La presente relazione costituisce la relazione Gestione Materie relativa al Progetto Definitivo dell'intervento *Fase 1: Intervento di messa in sicurezza della vasca di colmata* nell'ambito del progetto *Completamento della darsena di levante. Lavori di ripristino di una parte della cassa di colmata sita in località Vigliena, compreso il dragaggio dei sedimenti di una parte dei fondali portuali e loro refluento in vasca*", finanziato con fondi PNRR.

La cassa di colmata del Vigliena è collocata all'estremità orientale del porto di Napoli e ricade nel perimetro del SIN Napoli Orientale istituita nel 1999 dal Commissario di Governo per le Bonifiche e Rifiuti ex OPCM 292 del 4/11/2003.

Il progetto costituisce la messa in sicurezza della vasca n.1 della cassa di colmata sita in Località Vigliena, Porto di Napoli, che a seguito di una mareggiata, avvenuta nel Marzo 2010, ha subito un danneggiamento del marginamento esterno di palancole, rendendo la cassa di colmata non idonea a contenere i sedimenti in essa refluiti.

1.1 Motivazioni dell'opera

La cassa di colmata è stata realizzata dal 24/4/2008 al 15/6/2009 a cura del Sub-Commissario di Governo su un'area di circa 42.500 mq immediatamente ad est del molo di levante nel Porto di Napoli e predisposta per l'emergenza della bonifica degli arenili di San Giovanni a Teduccio, ed è stata collaudata staticamente nel settembre 2009 ed amministrativamente nel gennaio 2010.

La cassa di colmata, confinata da palancole infisse nel substrato tufaceo, era caratterizzata da una permeabilità pari a $k=1 \cdot 10^{-9}$ m/s (secondo l'allora DM 471/99). Al suo interno la cassa era stata compartimentata in due vasche (Figura seguente) con un setto intermedio, costituito da palancole di minore altezza rispetto a quelle perimetrali (e che non raggiungono il substrato tufaceo). La più grande delle due vasche (vasca 1), quella situata verso terra, occupa un'area di circa 22.500 mq ed è già stata colmata durante le fasi di bonifica con sedimenti provenienti dagli escavi dei fondali dell'avamposto. La seconda vasca, quella verso mare, avrebbe dovuto contenere i fanghi derivanti dal dragaggio dei fondali del porto ma le attività di dragaggio e refluento non sono mai iniziate.

La cassa di colmata è stata consegnata all'Autorità Portuale di Napoli nel Gennaio 2010 e, a seguito di una mareggiata avvenuta nel marzo 2010, la parete della vasca 2 (quella vuota) è parzialmente crollata per una lunghezza di circa 60 m, come mostrato nelle figure Figura 1-2.

Nella Figura 1-1 è visibile:

a) la situazione al 2010. Nel disegno in basso è raffigurata la cassa di colmata dopo avvenuto collaudo e così come consegnata all'Autorità Portuale nel Gennaio 2010, suddivisa in vasca 1 riempita di sedimenti del Porto di Napoli e la cassa 2 vuota. Il setto di divisione fra la vasca 1 e

2 era un setto provvisorio non a bassa permeabilità. Nella foto in alto, scattata da terra, è visibile il crollo dello spigolo Sud della cassa 1 dopo la mareggiata di Marzo 2010;

b) la situazione attuale. Il filo esterno di palancole della vasca 2 attualmente non è più esistente.

Il palancole provvisorio di divisione fra le due vasche ora è esposto al mare. Nel frattempo, è stata realizzata la colmata di Levante che lato Sud costituisce un lato della vasca 2 del Vigliena.

Successivamente, nel tempo, tale parete ha subito ulteriori danneggiamenti e parte di tali palancole, gravemente danneggiate, sono state estratte e/o tagliate per consentire il completamento dello sperone della Nuova Darsena di Levante (sporgente Est, *Figura 1-1*).

Ad oggi il setto provvisorio di separazione fra le due vasche, che non ha caratteristiche idonee ad una vasca di colmata è direttamente a contatto con il mare.

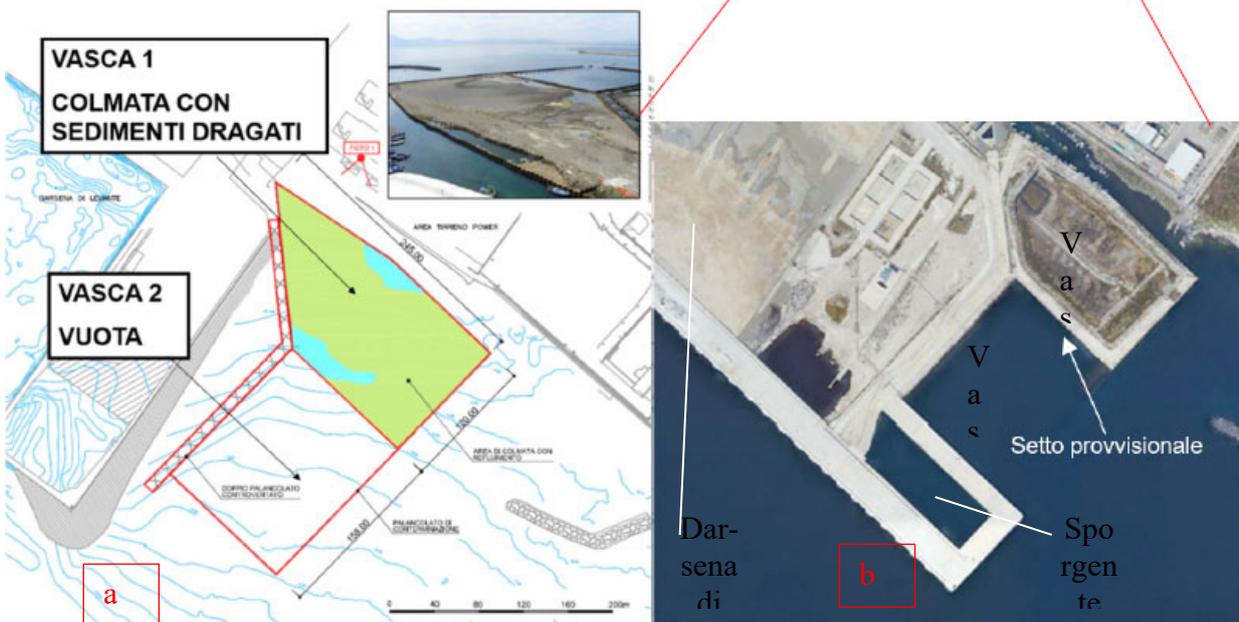
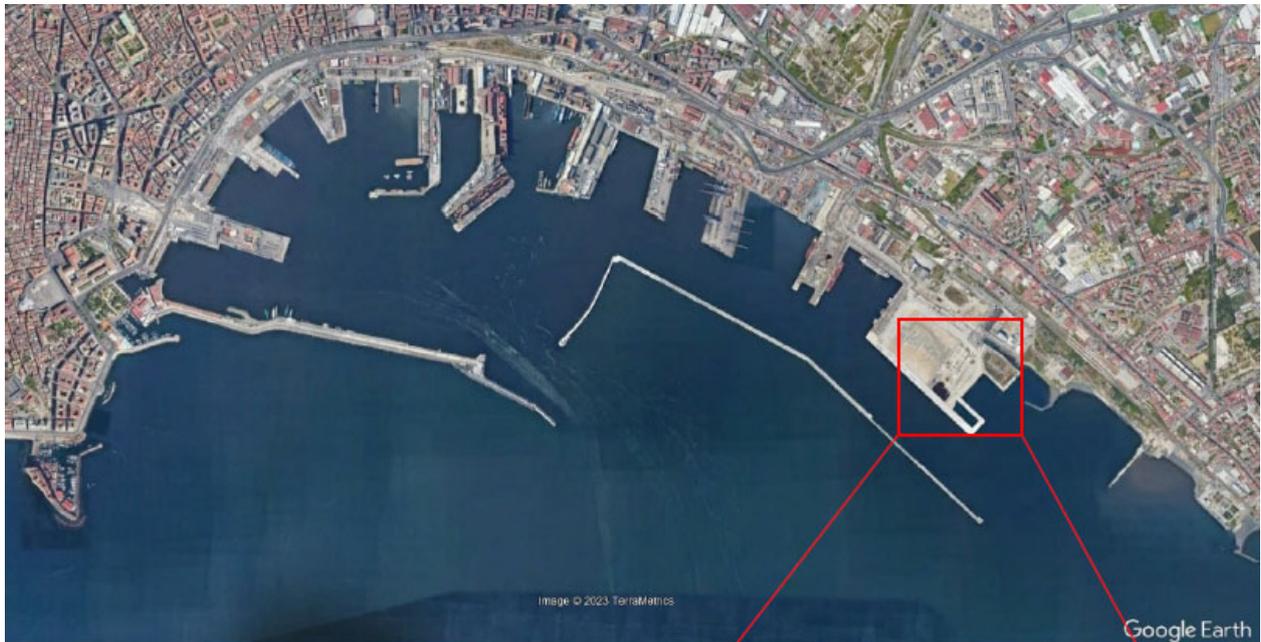


Figura 1-1 Cassa di colmata del Vigliena realizzata dal commissario per le Bonifiche e Rifiuti nel 2009, suddivisa in Vasca 1 e Vasca 2.



Figura 1-2: Dettagli del tratto di paratia divelto (foto 2010 dopo mareggiata)

Per mettere in sicurezza i sedimenti già refluiti in vasca 1 è necessario ricostruire la parete di palancole crollata (cfr. *Figura 1-1*). Potrebbe essere anche considerata la realizzazione di una parete impermeabile a chiusura del setto provvisoriale, ma tale soluzione sarebbe una inutile spesa pubblica dal momento che l’Autorità Portuale ha nelle previsioni anche il ripristino della vasca 2 e l’intervento si configurerebbe come una spesa doppia.

Il ripristino della conterminazione della vasca 2 del Vigliena, così come era già approvato e realizzato, consentirà quindi di mettere in sicurezza i sedimenti refluiti in vasca 1.

La chiusura della Vasca 1 non può più essere collocata nella esatta posizione in cui si trovava originariamente per evitare interferenze con conci di palancole ancora infisse nel fondale. Per tale motivo l’intervento di ripristino, alla luce dei rilievi di dettagli eseguiti, può essere eseguito con un avanzamento di circa 6 m rispetto all’allineamento originario, anche in sovrapposizione con un lato della vasca 1 per conservare la continuità del ciglio di banchina.

2. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI PROGETTO

L'area di intervento si colloca all'interno del golfo naturale del Porto di Napoli che si affaccia sul Mar Tirreno.

Nell'ansa più settentrionale del golfo di Napoli è situato il porto la cui estensione è di circa 1.426.000 mq con una superficie di specchio acqueo di 2.660.000 mq. È delimitato a ponente dall'antico Molo San Vincenzo, posto a difesa del porto, e a levante dalla diga foranea Emanuele Filiberto duca d'Aosta.

Il porto è uno scalo polifunzionale che si estende su una superficie di 1,3 kmq e che conta 70 ormeggi per circa 2 kmq di banchina.

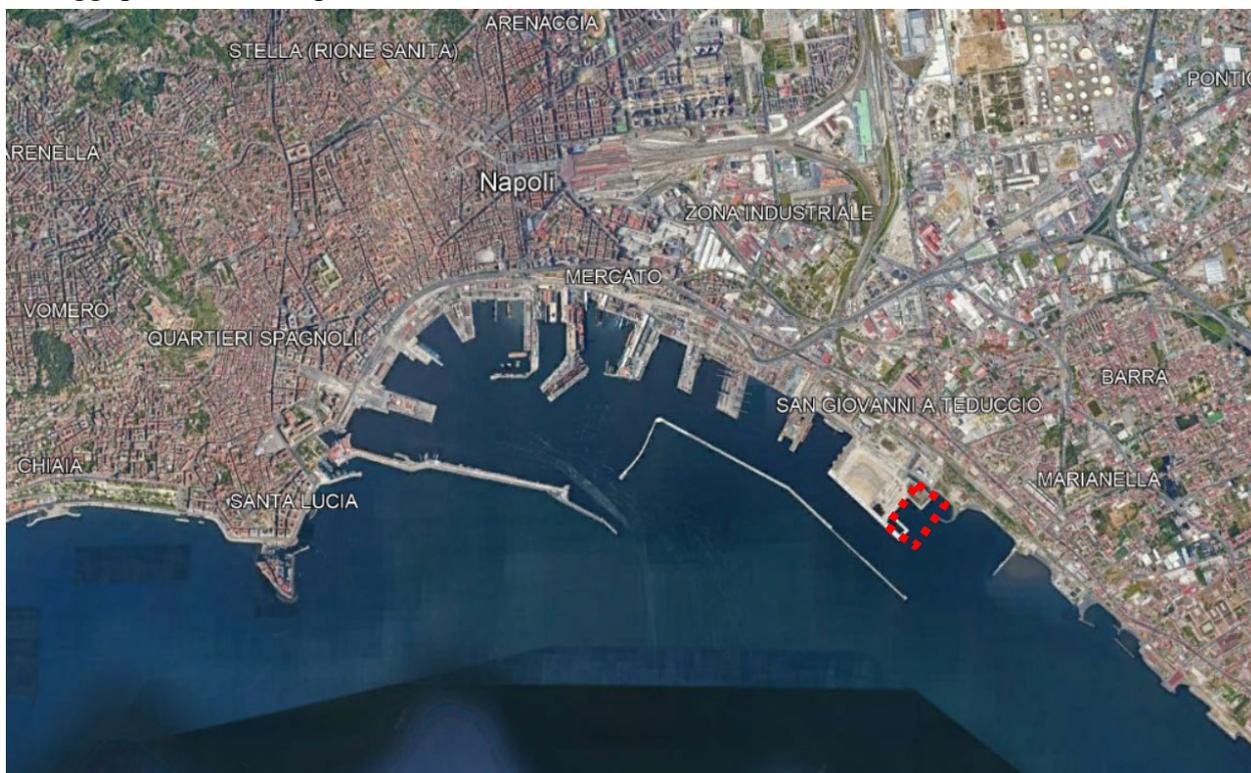


Figura 2-1 Inquadramento dell'area di intervento

All'interno dell'area portuale sono disposte n° 9 darsene, delimitate da moli e da calate, con quote di imbasamento variabili tra -9 e -11 m dal l.m.m.

Lo specchio acqueo interno al porto di Napoli è protetto dall'azione del moto ondoso da un sistema di opere di difesa (cfr. Figura 2-2), che da ponente verso levante si articola nelle seguenti strutture:

- Molo S. Vincenzo, radicato all'estremità di ponente dell'impianto portuale, in prossimità della darsena Acton;
- Diga Duca degli Abruzzi, disposta in prosecuzione del già menzionato Molo S. Vincenzo;

- *Antemurale Thaon de Revel*, diga curvilinea distaccata dalla linea di costa e ubicata a NE della imboccatura principale del porto;
- *Diga Foranea Emanuele Filiberto Duca d'Aosta* (nel seguito Duca d'Aosta): parallela alla linea di costa, radicata all'estremità di NE dell'Antemurale Thaon de Revel, che si estende per circa 2000 metri dall'imboccatura principale del porto fino all'imboccatura di ponente, con orientamento in direzione Nord-Ovest.

Il molo S. Vincenzo, la diga Duca degli Abruzzi e la diga Duca d'Aosta proteggono il bacino portuale dai marosi della traversia principale, mentre l'antemurale Thaon de Revel difende il porto da quelli della traversia secondaria, che per la parte che riesce a penetrare nel bacino portuale vengono dissipati nell'avamporto.

Relativamente alla tipologia costruttiva, il Molo S. Vincenzo e il primo tratto della Diga Duca degli Abruzzi sono del tipo a gettata di massi (o a scogliera); il secondo tratto della Diga Duca degli Abruzzi, l'Antemurale Tahon de Revel e la Duca d'Aosta sono del tipo a parete verticale. Per garantire la protezione del sistema degli ormeggi e del futuro assetto della banchina da destinare al traffico contenitori del nuovo Terminal di levante è stato previsto un sistema di opere di prolungamento e ro della Diga Duca d'Aosta, anch'essa danneggiata dalle mareggiate del 2020. In particolare, i due previsti prolungamenti sono già stati autorizzati con le Determinazioni direttoriali n. 11 dell'11/01/2021 e n. 319 del 08/11/2022.

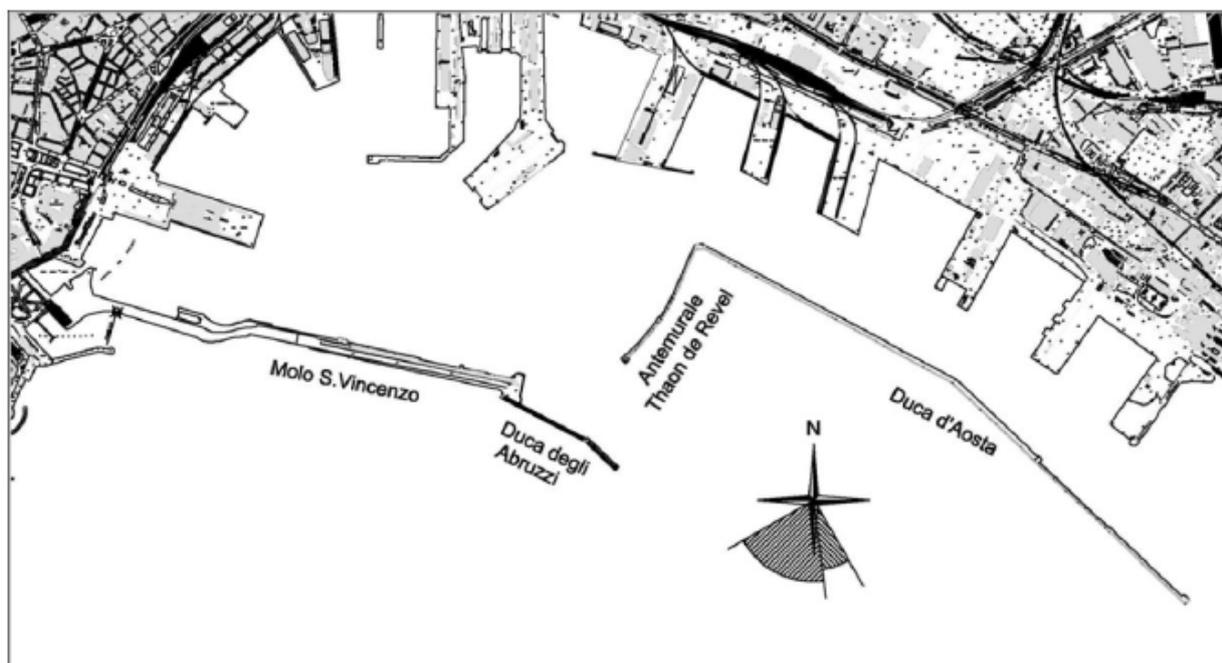


Figura 2-2 Opere di difesa del porto di Napoli

3. OPERE A PROGETTO

3.1. Descrizione dell'intervento

L'intervento di messa in sicurezza della cassa di colmata Vigliena, ora presentato, utilizza modalità realizzative del tutto analoghe a quelle del Progetto Definitivo di realizzazione della colmata del Commissario di Governo (palancolato metallico di perimetrazione a bassa permeabilità) già approvato sia con DM 471/99 che successivamente con art. 5 della legge 84/94 ed allora realizzato:

- Non viene modificato sostanzialmente il layout della colmata già realizzata.
- Il marginamento ad Est è costituito da palancole infisse nello strato di tufo.

Rispetto all'originale colmata ad oggi è già stato realizzato il lato a Sud che attualmente è costituito dallo sporgente della Darsena di Levante.

L'intervento si inquadra come una messa in sicurezza dei sedimenti già refluiti in vasca 1, infatti dopo la mareggiata, come già indicato i sedimenti in essa presenti risultano confinati dal solo setto intermedio di confine fra le due vasche. Tale setto, che aveva carattere provvisorio in attesa del completamento della conterminazione, non ha le caratteristiche di permeabilità idonee ad una colmata, così come peraltro indicato da MATTM con nota 29921/TRI/DI del 23/11/2010 sopraccitata. Pertanto, la realizzazione del lato Est consente di rendere idonea la conterminazione della vasca 1 alle norme vigenti per una cassa di colmata.

L'intervento di ripristino in oggetto consente di migliorare la conterminazione lungo il perimetro est della vasca 1 (quella riempita), tenuto conto che il fronte Est della cassa di colmata risulta particolarmente esposto agli eventi meteomarinari provenienti dal I e II quadrante che hanno determinato nel marzo 2010 la crisi della stabilità delle opere oggetto di ripristino. La struttura prevista, formata da una parete combinata in cui si alternano pali in acciaio e palancole, mutuamente interconnessi da gargami riempiti con materiale espansivo ad elevata tenuta, e che si innestano nel substrato tufaceo, non solo risulta essere più robusta (e molto meno deformabile) di quella esistente, ma riduce notevolmente il numero dei giunti conseguendo un miglioramento notevole in termini di bassi valori di permeabilità.

L'intervento in questione è dunque un intervento di ripristino di una infrastruttura che garantisce una notevole stabilità anche in mancanza di riempimento.

Portando inoltre il marginamento ad una quota + 3 m slm si consente di realizzare una conterminazione che maggiormente difende il materiale già refluito a tergo dall'azione dei marosi. Tale quota è la stessa già utilizzata per la realizzazione della adiacente Terminal di Levante. Considerando il trend climatico in corso e l'intensificarsi di eventi meteomarinari importanti si ritiene idoneo alzare l'attuale filo palancole dalla +1 m slm alla +3m slm dando inoltre continuità al nuovo filo palancole con l'attuale Terminal di Levante.

Le procedure realizzative sono le stesse della vasca 1 e della Darsena di Levante il cui SIA, approvato positivamente, ha evidenziato che non sussistono impatti nella fase di cantiere, fatto peraltro confermato dai monitoraggi eseguiti in corso d'opera. Nel caso della colmata del Vigliena le dimensioni dell'opera sono nettamente inferiori a quelle della Darsena di Levante, già realizzata, per la quale si sono determinati impatti in fase di cantiere poco significativi

La realizzazione dell'intervento come messa in sicurezza consente quindi la realizzazione dei lavori in tempi rapidi, considerando che il Progetto ha carattere di **urgenza** non solo **perché finanziato con fondi PNRR ma anche per la tematica ambientale** di conterminazione dei sedimenti già refluiti e di fruizione dell'area portuale ora compromessa.

La cassa di colmata realizzata in località Vigliena nel Porto di Napoli copre una superficie complessiva di circa 43.000 m² e risulta suddivisa da un palancoleto metallico intermedio in n.2 vasche di cui:

- la vasca n.1, già riempita di sedimenti, presenta una superficie pari a circa 22.400 m² ed uno sviluppo lineare lato EST (da consolidare) pari a circa 120 m;
- la vasca n.2, danneggiata dagli eventi meteomarini e pertanto mai riempita, presenta una superficie pari a circa 20.600 m² ed uno sviluppo lineare lato EST (da ripristinare) pari a circa 157 m.

Gli interventi di progetto prevedono esclusivamente lo svolgimento di lavorazioni necessarie al ripristino del lato danneggiato ed alla messa in sicurezza della cassa di colmata sia sotto il profilo funzionale che ambientale.

L'intervento di ripristino prevede quindi di ricostituire la conterminazione della vasca 1 (quella riempita) completando il lato est, tenuto conto che il fronte est della cassa di colmata risulta particolarmente esposto agli eventi meteomarini provenienti dal I e II quadrante che hanno determinato nel marzo 2010 la crisi della stabilità delle opere oggetto di ripristino.

Il fronte Est della cassa di colmata è infatti esposto al settore di traversia secondaria con onde che si formano per i venti provenienti dal I e II quadrante, che – seppur di altezza molto limitata rispetto a quelle provenienti dal settore di traversia principale – comportano sollecitazioni dinamiche rilevanti con onde impattanti anche di altezza pari a 2.80 m. Tale esposizione ha determinato la progressiva rottura della parete oggi interessata dal progetto di ripristino. Per tale motivo l'altezza finale della conterminazione viene portata alla +3 m slmm. Tale quota è inoltre coerente con la retrostante quota di progetto dei piazzali del terminal container ed idonea a proteggere i materiali già refluiti dalle mareggiate.

Come rappresentato graficamente nelle planimetrie di rilievo, allo stato attuale la struttura di perimetrazione della vasca risulta quasi totalmente divelta con la presenza di palancole e profili metallici in parte adagiati sul fondo ed in parte infissi in prossimità del precedente profilo di

infissione. Il fondale è inoltre caratterizzato dalla presenza di massi e scogli di media dimensione, in parte insabbiati nel corso degli anni, che potrebbero pregiudicare le attività di vibroinfissione dei nuovi elementi metallici.

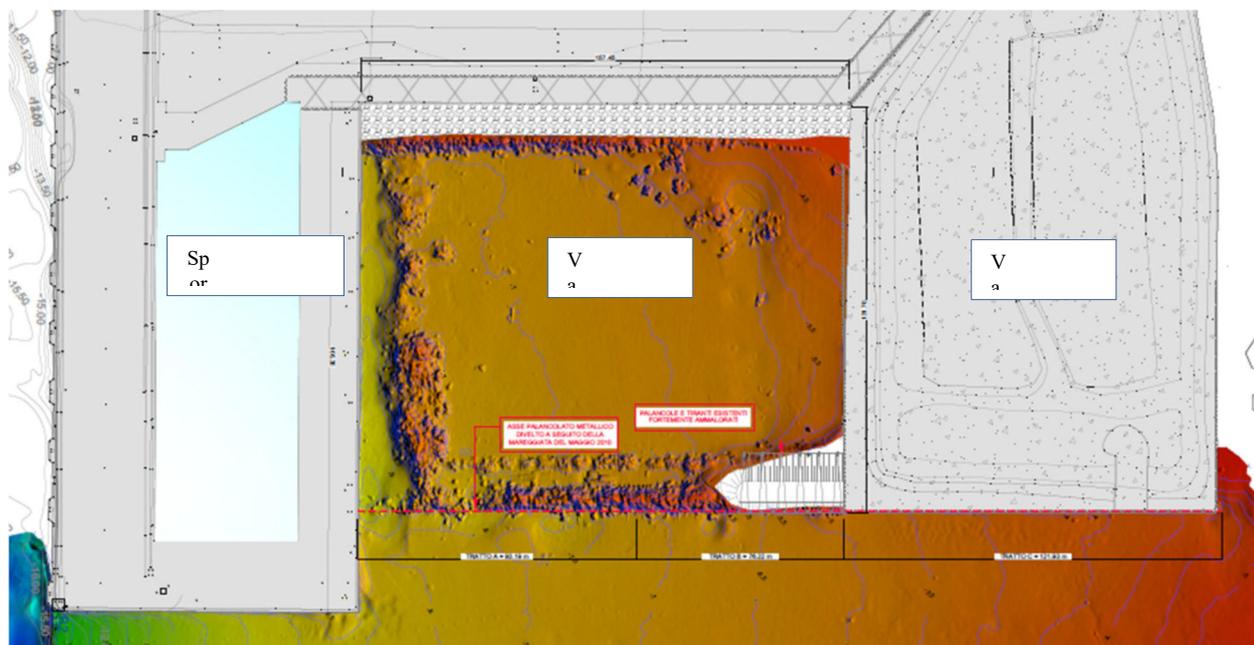


Figura 3-1: Planimetria di rilievo area di intervento

Il progetto ha quindi lo scopo di ripristinare, in posizione leggermente avanzata rispetto al precedente allineamento, una parete combinata a bassa permeabilità costituita dall'alternanza di pali tubolari in acciaio e palancole vibroinfissi nel fondale sabbioso fino ad intercettare il substrato tufaceo compatto nel quale si innestano pali e palancole.

La nuova paratia di progetto si svilupperà a partire dal vertice NE della cassa 1 fino ad intercettare lo sporgente est della Darsena di Levante a SO, per uno sviluppo lineare complessivo pari a circa 290 m.

Da progetto è prevista una modesta traslazione verso est del profilo esterno della cassa di colmata, pari a circa 6.0 m, al fine di assicurare la corretta esecuzione delle operazioni di vibroinfissione, scongiurando a monte l'insorgere di problematiche in corso d'opera connesse al rinvenimento di elementi ostativi alla realizzazione del nuovo palancolato.

La presenza eventuale di conci di palancolato o scogli sul fondale interferenti con le nuove opere saranno rimossi ove necessario.

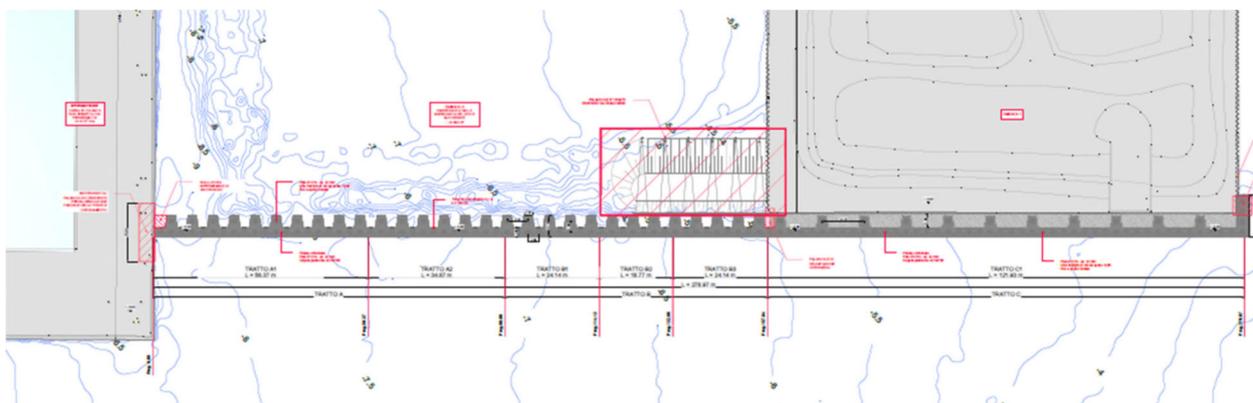


Figura 3-2: Planimetria di progetto

L'esperienza maturata ha portato a progettare una parete combinata molto più rigida rispetto a quella già realizzata, caratterizzata da pali tubolari in acciaio diametro 1219 mm spessore 22 mm e palancole AZ 18/700, e da una trave in c.a. sommitale di altezza pari a 240 cm che viene formata in avanzamento, con l'ausilio di un cassero prefabbricato armato e riempito in opera con cls ad elevata resistenza (C35/45) e non già ad infissione ultimata come normalmente avviene. Per conferire una maggiore rigidità alla parete i pali sono riempiti in calcestruzzo fino a quota fondale, comprimendo le sabbie sottostanti nel cavo del tubo. Alla parete combinata sono affiancati, verso l'interno della cassa Vigliena, pali tubolari in acciaio diametro 1219 mm sp. 22 mm (Fila 2) anch'essi vibroinfissi e riempiti in calcestruzzo che vengono collegati alla parete combinata di progetto dalla trave in c.a. nella parte sommitale (con armature di connessione palo/trave di coronamento) in modo da formare un cavalletto strutturale in grado di garantire una maggiore inerzia della porzione fuori terra della struttura.

La parete combinata di progetto prevede lunghezze variabili dei tubi e delle palancole in ragione della effettiva quota sommitale del banco di tufo, il cui profilo è riportato nella figura seguente.

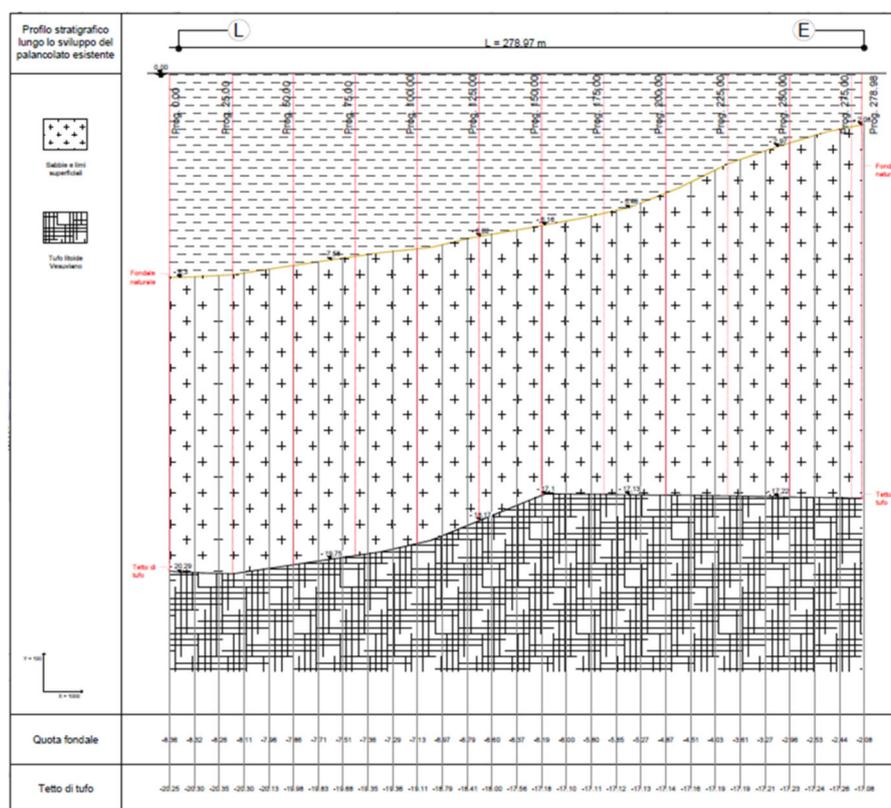


Figura 3-3: Profilo stratigrafico lungo lo sviluppo del palancolato esistente

Tale profilo è stato definito sulla base degli elaborati del progetto originario e si riferiscono a sondaggi geognostici realizzati lungo l'asse del palancolato esistente, arretrato di circa 6.00 m rispetto l'asse di progetto. Il presente progetto pertanto prevede, precedentemente alle attività di infissione di pali e palancole, l'esecuzione lungo l'asse della paratia di sondaggi mediante infissione di palancola per tutto lo sviluppo longitudinale (circa 290 m) ad interasse di 5.00 m (n.58 prove di infissione compressive), al fine di verificare l'effettivo andamento del tetto di tufo lungo l'asse della paratia e garantire una profondità di infissione della parete combinata che garantisca i requisiti di impermeabilità richiesti da progetto.

Sulla base delle profondità di infissione della parete combinata (variabile da un minimo di 120 cm per garantire un adeguato valore di impermeabilità ad un massimo di 200 cm per motivi tecnologici legati alla vibroinfissione degli elementi metallici) l'intervento di progetto è stato suddiviso in n.3 tratti (cfr. figura seguente).

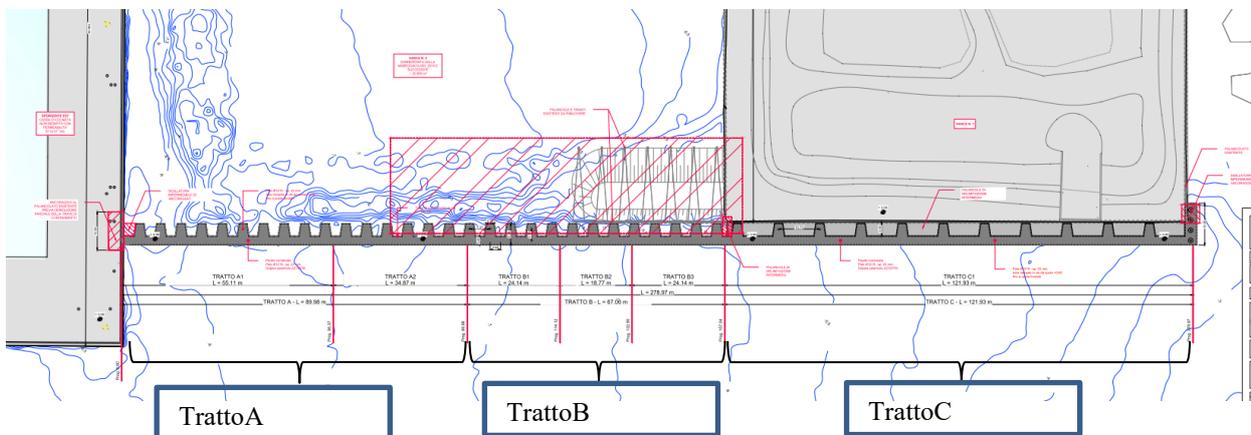


Figura 3-4: Planimetria generale di progetto (stralcio elaborato MI061P-PDDS4021)

- il Tratto A, che si sviluppa da progressiva +0.00 (in corrispondenza dell'intersezione con lo sporgente est della Darsena di Levante) a progressiva + 89.98, è caratterizzato da una quota di infissione della parete combinata variabile da -22.00 (tratto A1, da prog. +0.00 a prog. +56.37 m) a -21.50 m s.l.m.m. (tratto A2, da prog. +56.37 m a prog. +89.98 m); in questo tratto la quota del tetto del substrato tufaceo varia da -20.30 a -19.50 m s.l.m.m.; il fondale di progetto è pari a -8.50 m s.l.m.m. (fondale di calcolo -9.00 m s.l.m.m.) in corrispondenza del tratto A1 (più prossimo allo sporgente est), pari a -8.00 m s.l.m.m (fondale di calcolo -8.50 m s.l.m.m.) in corrispondenza del tratto A2;

Progetto Definitivo

Rev. 0

Data: 20/06/23

El. MI061P – PDRT4010

RELAZIONE GESTIONE MATERIE

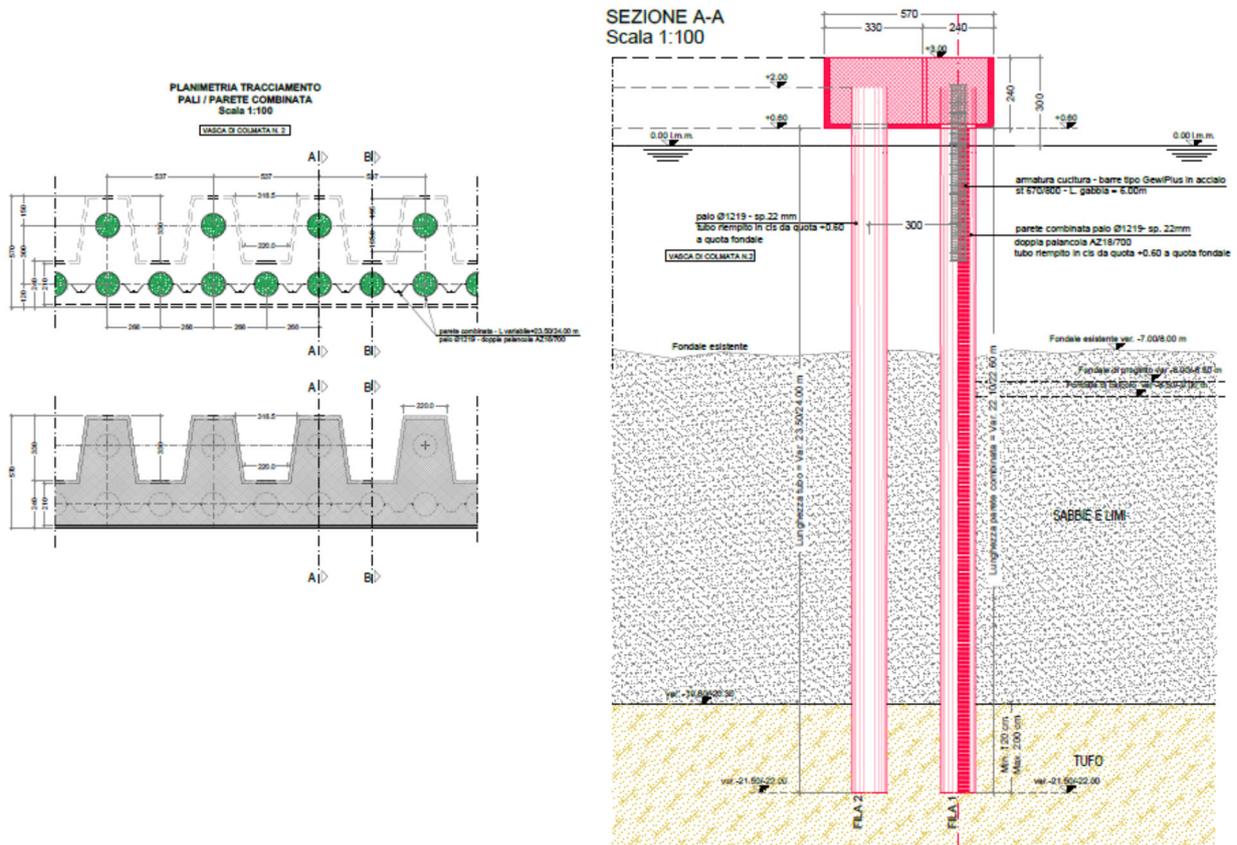


Figura 3-5: Sezione tipologica di progetto tratto A (stralcio elaborato MI061P-PDDS4022 - Progetto cassa di colmata – Sezioni)

- il Tratto B si sviluppa da prog. 89.98 m a prog. 157.04 m, è caratterizzato da una quota di infissione della parete combinata variabile da -20.70 s.l.m.m. a -19.20 s.l.m.m., in funzione della quota del tetto del substrato tufaceo che nel tratto di riferimento va da -17.10 a -19.50 m da l.m.m.; in questo tratto i pali della parete combinata e di irrigidimento a tergo saranno trivellati con asportazione di sedimenti da quota fondale (var. -7.00/-8.00 m s.l.m.m.) fino alla profondità di -22.00 m s.l.m.m., e riempiti in calcestruzzo per tutta l'altezza del tubolare, essendo la massima profondità di infissione della parete combinata metallica non compatibile con la stabilità geotecnica dell'opera in fase di esercizio; il tratto terminale del palo trivellato in c.a. sarà armato con gabbia di armatura e staffe spirali in acciaio B 450 C; il fondale di progetto è pari a -8.00 m s.l.m.m. (fondale di calcolo -8.50 m s.l.m.m.). Il materiale proveniente dalle attività di trivellazione (sabbie e tufo) verrà stoccato in apposite piazzole in c.a. di spessore pari a 15 cm di dimensioni in pianta 20x30 m, separata mediante processo di vagliatura e sottoposta a caratterizzazione come sottoprodotto per il successivo riutilizzo nelle attività di riempimento

dell'intercapedine tra Vasca 1 e palancoato di progetto nel tratto C; nel caso in cui dai risultati della caratterizzazione tali sedimenti risultassero non riutilizzabili nell'ambito del cantiere, si procederà con la loro caratterizzazione in regime di rifiuto e successivamente inviati a discarica;

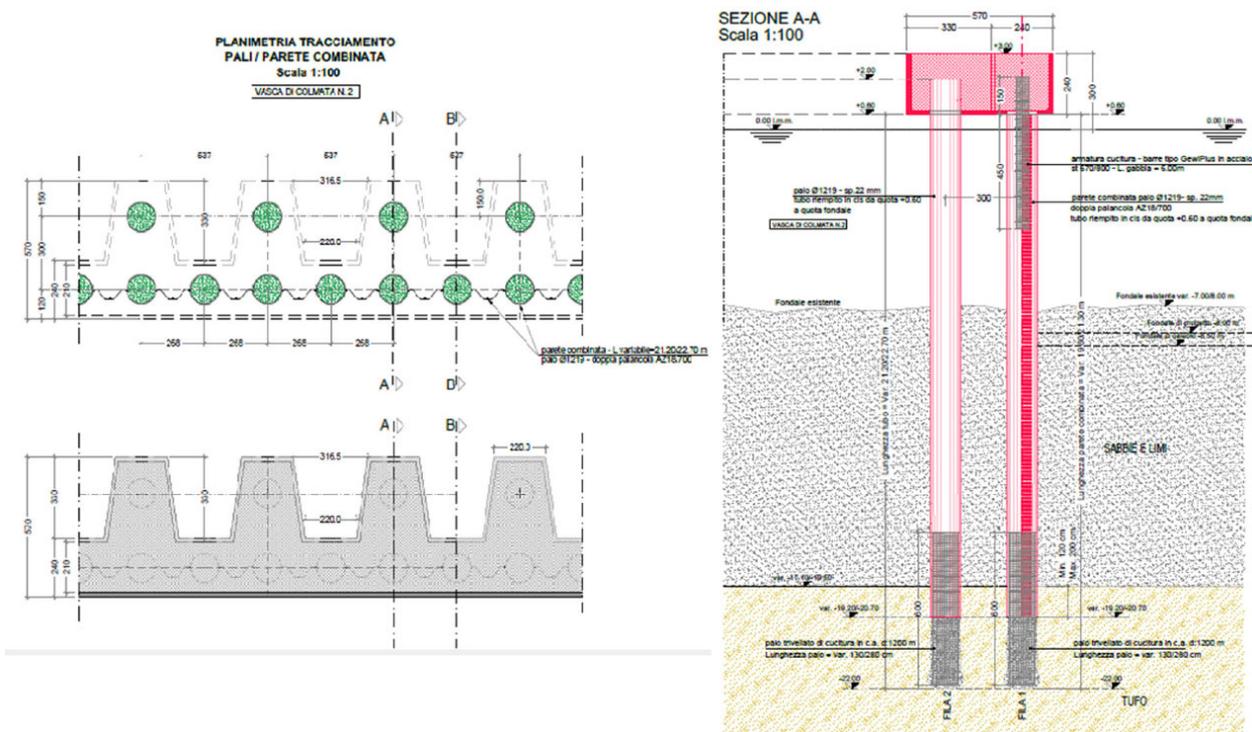


Figura 3-6: Sezione tipologica di progetto tratto B (stralcio elaborato MI061P-PDDS4022 - Progetto cassa di colmata – Sezioni)

- il tratto C si sviluppa da prog. +157.04 m a prog. +278.97 m, corrispondente al tratto realizzato in avanzamento alla vasca 1, è caratterizzato da una quota di infissione della parete combinata variabile da -18.50 (quota del tetto del substrato tufaceo -17.10/-17.30 m da l.m.m.); l'intercapedine tra il palancoato esistente della vasca 1 e la nuova perimetrazione di progetto sarà riempito mediante l'apporto di materiale arido di cava selezionato, prevedendo anche il riutilizzo del materiale tufaceo e delle sabbie del fondale derivanti dalle attività di trivellazione dei pali nel tratto B; il fondale di progetto è pari a -6.00 m s.l.m.m. (fondale di calcolo -6.50 m s.l.m.m.); in ragione della ridotta profondità del fondale e del riempimento con materiale arido a tergo, nel tratto C i pali di irrigidimento (Fila 2) saranno realizzati ad interasse doppio ($i = 10.73$ m) rispetto a quanto previsto nei tratti A e B;

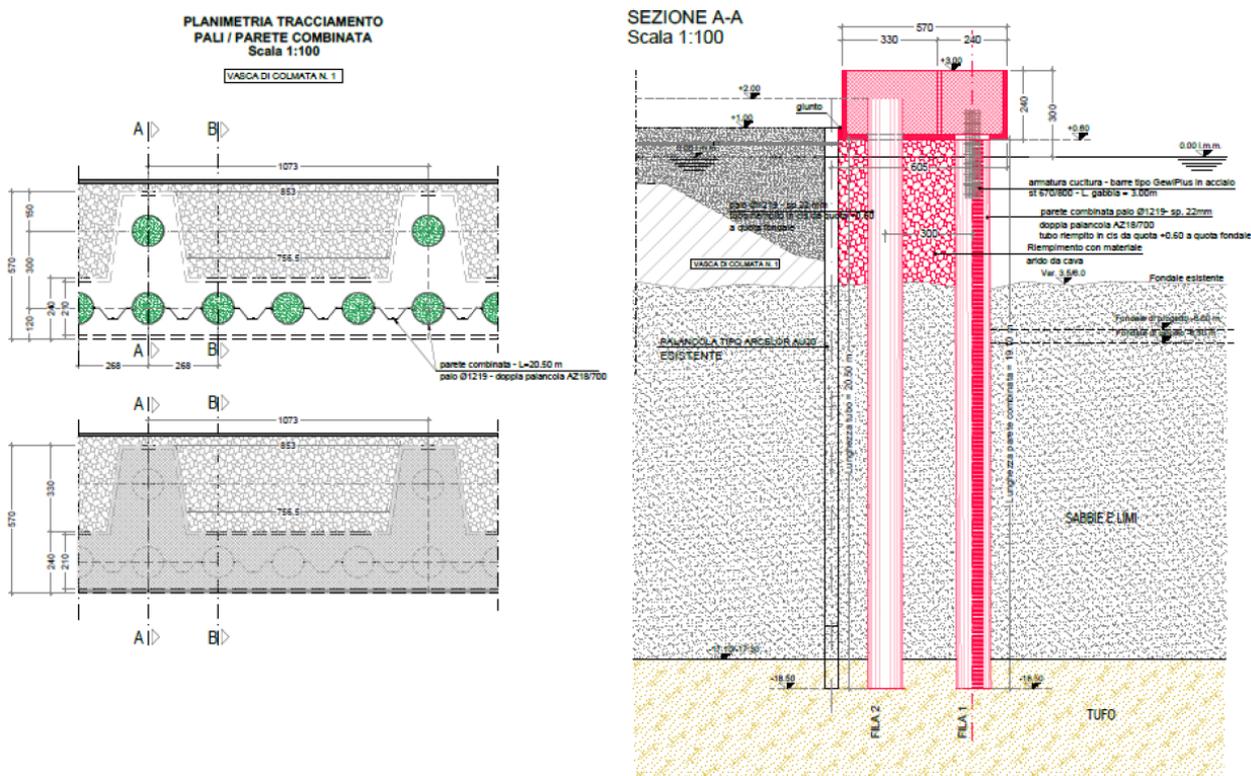


Figura 3-7: Sezione tipologica di progetto tratto C (stralcio elaborato MI061P-PDDS4022 - Progetto cassa di colmata – Sezioni)

I tubi e le palancole sono mutuamente connessi con gargami rinforzati e riempiti, prima della posa, con prodotti espansivi che ne garantiscono la bassa permeabilità. Tale schema strutturale, per far fronte all'esposizione ai marosi, propone un sistema a maggiore rigidità strutturale lungo tutto il fronte banchina che consente basse deformazioni e ridotte sollecitazioni sui gargami stessi e, al contempo, propone una riduzione delle giunzioni (gargami) rispetto alla parete prevista nelle precedenti soluzioni progettuali.

La parete combinata prevede un piccolo risvolto, nello spigolo NE della vasca 1, per consentire la chiusura della conterminazione a bassa permeabilità alla cassa esistente.

Il collegamento allo sporgente est della Darsena di Levante ed alla Vasca 1 verrà effettuato affiancando il nuovo palancole a quello esistente, connettendolo attraverso un gargame impermeabile saldato per il tratto in acqua mediante ausilio di OTS, ed impermeabilizzando la parte rimanente infissa mediante micropali valvolati al fine di garantire una bassa permeabilità. Tale modalità esecutiva è stata recentemente validata con successo nel corso dei lavori di formazione della parete banchinata della Darsena di Levante che, all'esito delle prove, ha fatto rilevare una permeabilità idonea a quella di una cassa di colmata. L'opera così come concepita non solo ha lo scopo di riformare una barriera di confinamento della colmata e quindi della Vasca 1, che è

riempita, ma ha anche lo scopo di realizzare una infrastruttura capace di contenere futuri volumi di sedimenti provenienti dai dragaggi.

Ad opere ultimate, come già fatto per la Darsena di Levante, sono previsti dei test di emungimento atti a verificare la corretta esecuzione dell'opera e la permeabilità della cassa nel suo complesso ai fini del successivo riempimento con materiali provenienti dall'escavo dei fondali portuali (che non è oggetto del presente progetto). Le modalità realizzative già utilizzate per la vicina cassa di Levante, unitamente ai test di emungimento già ottenuti per la stessa, consentono di avvalorare la buona riuscita della attività di messa in sicurezza anche per il presente intervento.

La nuova struttura prevista per il ripristino della cassa di colmata è stata dimensionata per far fronte ai carichi di progetto coerenti con l'attuale destinazione d'uso della banchina (cantieristica navale a servizio del porto turistico di futura realizzazione in Napoli est), piazzali retrostanti destinati ad attività terminalistiche ed un fondale di progetto variabile e pari a -8.50 m s.l.m.m. in corrispondenza dello sporgente est, pari a -8.00 m nel tratto prospiciente la vasca 2, pari a -6.00 nel tratto prospiciente la vasca 1.

Le fasi esecutive per la realizzazione dell'intervento di messa in sicurezza della vasca di colmata esistente in località Vigliena sono di seguito elencate.

3.1.1. Smontaggi/rimozioni/salpamenti

Prima dell'inizio delle attività, si prevede l'ispezione dei fondali al fine di individuare la presenza di rifiuti ingombranti o materiale di qualsiasi natura che possa ostacolare prima le attività di Bonifica Bellica e, successivamente, le attività infissione delle palancole.

Il materiale individuato sul fondale verrà rimosso e adagiato in banchina in aree appositamente delimitate, caratterizzato in regime di rifiuto e successivamente smaltito in discarica.

Si procederà successivamente al salpamento del materiale grossolano (tout venant) depositato sul fondale e costituente il rinfiacco della parete combinata della vasca 2 divelta dalla mareggiata nel 2010.

Tale materiale sarà spostato all'interno della vasca 2 in area non interferente con la realizzazione della nuova conterminazione.

3.1.2. Bonifica da ordigni bellici

Il presente progetto prevede sia una indagine superficiale magnetometrica nell'area della futura colmata di vasca 2, che una indagine profonda in corrispondenza dei previsti profili tubolari della parete combinata per la messa in sicurezza della vasca di colmata. In particolare, il presente progetto prevede:

- bonifica superficiale dell'area della futura colmata pari a circa 20.736,00 m²;

- bonifica profonda delle aree di infissione dei palancolati tubolari metallici, oggetto dell'Appalto, suddivisa in campi e in maglie da 2,80x2,80 m.

3.1.3. Prove di aggotamento per la verifica della tenuta idraulica

Con l'obiettivo di verificare le caratteristiche di tenuta del sistema, verrà svolta all'interno della vasca una prova della tenuta idraulica dell'opera che consisterà nell'aggottamento del livello dell'acqua all'interno della vasca conterminata dai palancolati.

L'individuazione del profilo con cui si disporrà l'acqua a fronte delle variazioni dei livelli d'acqua all'interno della vasca, combinato alla valutazione del bilancio dei volumi misurati nelle varie fasi della prova, ne fornirà la chiave interpretativa e permetterà una valutazione dell'effettiva permeabilità idraulica dell'opera di conterminazione.

3.2. Descrizione della fase di cantiere

3.2.1. Area di cantiere

Le aree che stabilmente saranno occupate ai fini del cantiere sono pari a 15.130 m² comprensive delle aree destinate alla viabilità interna dei mezzi. L'area operativa sarà localizzata in corrispondenza della vasca esistente n. 1, mentre l'area logistica sarà localizzata più a nord, nelle aree disponibili adiacenti alla centrale elettrica Tirreno Power.

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

DIMENSIONE AREE DI CANTIERE		
Area logistica	m ²	2 030
Area operativa	m ²	13 100
Totale aree di cantiere	m²	15 130

A queste aree si aggiunge una terza area (n°3) di circa 4000 m² che servirà come deposito temporaneo del pietrame 50-500 kg che verrà rimosso dalla vasca n°1.

Si riporta di seguito uno stralcio planimetrico con l'ubicazione delle aree di cantiere: oltre all'area logistica (1) ed all'area operativa (2) di cantiere, è prevista un'area (3), per il deposito temporaneo degli scogli attualmente di protezione dei rilevati della cassa n.1. Tale area, di superficie pari a 4000 m², non interferisce con gli altri cantieri e risulta posizionata a ridosso della viabilità di cantiere da realizzare a servizio degli interventi della zona orientale.

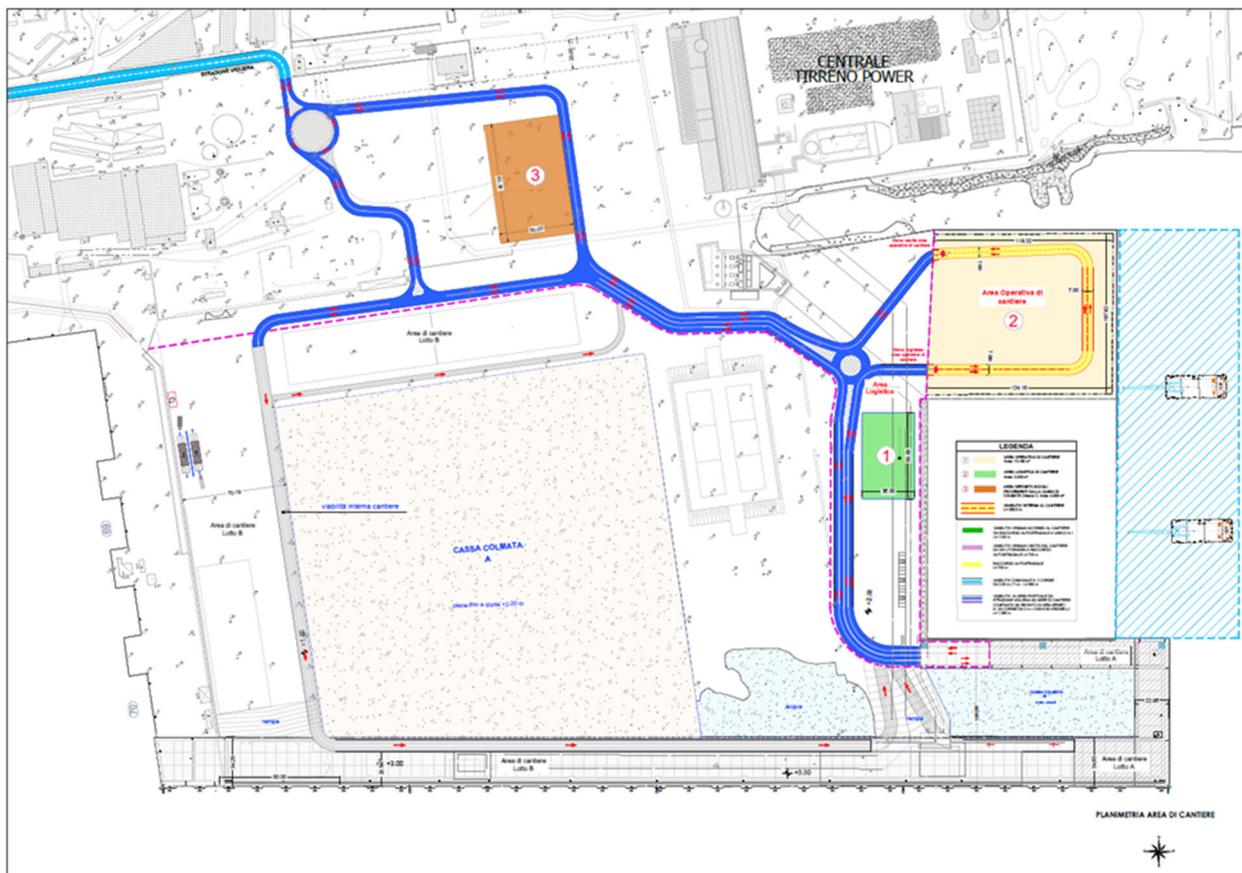


Figura 3-8: Planimetria delle aree di cantiere, della logistica e della viabilità di cantiere (elaborato MI061P-PDDS4030)

3.2.2. Fasi di lavorazione per la formazione della parete combinata di progetto

Al fine di garantire un adeguato livello di sicurezza dell'opera in fase di esecuzione e di limitare il rischio di esposizione dell'opera ad eventi meteo-marini rilevanti, per la formazione delle strutture di progetto si prevede dapprima la formazione di tutti i pali, sia della parete combinata che a tergo, e solo successivamente la vibroinfissione delle palancole (elemento maggiormente esposto alle azioni meteo marine) per fasi con contestuale formazione in progress della trave di coronamento in c.a.

Pertanto, la realizzazione della banchina di progetto dovrà avvenire secondo le seguenti fasi:

1. Formazione da M/pontone di tutti i pali di contrasto diametro 1219 mm (Fila 2), comprensivi di posa in opera della gabbia di armatura di connessione e del riempimento in cls;
2. Formazione da M/pontone di tutti i pali della parete combinata del paramento di banchina diametro 1219 (Fila 1), comprensivi di posa in opera della gabbia di armatura di connessione e del riempimento in cls;

3. Vibroinfissione delle palancole per fasi, procedendo da SO (lato sporgente est) verso NE (lato terra), in ragione di n. 4 palancole per fase (corrispondenti a n. 2 moduli della parete combinata);
4. Contestuale realizzazione, per ogni fase, del concio di trave di coronamento in c.a. corrispondente alle palancole infisse nella fase precedente mediante le seguenti sub-fasi:
 - a) posa in opera mediante M/pontone sulla parte sommitale dei pali diametro 1219 mm di casseri a C (dim 2.40 x h=3.0 m) in c.a. prefabbricati fuori opera di lunghezza L=5.366 m (pari a due moduli della parete combinata di progetto);
 - b) predisposizione all'interno dei casseri dell'armatura che sarà completata in opera con filanti di raccordo nel corso delle successive fasi;
 - c) getto con calcestruzzo C35/45 con autobetoniere posizionate sullo sporgente est ovvero sulla vasca 1 con ausilio di pompe per cls e M/pontone.

4. NORMATIVA VIGENTE

- D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. “norme in materia ambientale”;
- DM 172/2016.
- DPR n. 120 del 13 giugno 2017 Regolamento ai sensi dell'art. 8 D.L. n. 133 del 12 settembre 2014.

Le tipologie di matrici producibili dalle attività di cantiere, pertanto collegate alle operazioni di demolizione, costruzione e scavo, possono essere sintetizzate nelle seguenti categorie:

- rifiuti propri dell'attività di demolizione e costruzione aventi codici CER 17.XX.XX;
- rifiuti prodotti nel cantiere connessi con l'attività svolta (ad esempio rifiuti da imballaggio,...) aventi codici CER 15.XX.XX;
- terreno prodotto dalle attività di escavazione nel corso delle attività di costruzione;

Alla prima categoria appartengono tutti i rifiuti strettamente correlati alle attività di demolizione delle opere previste in progetto; a tal proposito la definizione qualitativa (previsione dell'attribuzione dei CER) delle tipologie producibili, nonché la definizione dei quantitativi (stima geometrica) è stata ottenuta sulla base di valutazioni oggettive delle attività di demolizioni previste in progetto (progettazione definitiva).

Per i rifiuti ricadenti nella seconda categoria, il presente piano non prevede la quantificazione e la definizione delle tipologie di rifiuti producibili, comunque fortemente legata alle scelte esecutive dell'opera non definibili in fase di progettazione definitiva.

L'ultima categoria è rappresentata dai volumi di terre e rocce prodotte durante le attività di escavazione determinati sulla base di stime geometriche delle effettive attività di escavazione previste in progetto.

In generale, i rifiuti prodotti durante la fase di cantiere saranno gestiti in conformità alla normativa vigente ed il trasporto dei rifiuti dovrà avvenire con automezzi a ciò autorizzati.

5. BILANCIO MATERIE ED INDAGINI ESEGUITE

5.1. Gestione e bilancio delle materie

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.	Quantità
CALCESTRUZZI		
calcestruzzo riempimento pali d:1219 mm	m ³	1 721,5
calcestruzzo per formazione trave di coronamento in c.a.	m ³	2 141,2
calcestruzzo per formazione piazzole stoccaggio cantiere	m ³	240,0
calcestruzzo per riempimento pozzi sigillatura	m ³	27,0
TOTALE CLS	m ³	4 129,6
MATERIALE ARIDO		
tout venant da cava per riempimento intercapedine - Tratto C	m ³	2 355,4

Il progetto prevede inoltre 651,09 m³ di materiale proveniente dalla trivellazione dei pali che andrà collocato all'interno dell'intercapedine del Tratto C. Tale materiale è costituito da tufo e sedimenti; il materiale verrà ubicato in un'area di cantiere, caratterizzato e se non pericoloso (limite di destinazione della cassa di colmata) sarà refluito nel tratto C. Tale materiale essendo suolo non contaminato escavato nel corso di attività di costruzione, che verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato, non rientra nel campo di applicazione della parte quarta del DLgs 152/06 ai sensi dell'art 185. Data la volumetria in questione sarà sufficiente l'esecuzione di un campione sul cumulo da analizzare per verificare la non pericolosità dei materiali.

Materiale in uscita dal cantiere

Circa 41 m³ di calcestruzzo frantumato derivante dalla demolizione di un tratto dello sporgente est necessario per l'ancoraggio della nuova parete combinata verranno inviati a discarica.

Per quanto riguarda il deposito temporaneo sulla vasca n. 1, esso è costituito da materiali di dragaggio e relativi rilevati arginali per un volume complessivo di circa 25.000 mc per i quali è stata eseguita, ai fini della caratterizzazione, la composizione di un campione composito ogni 5000

mc, ai sensi della Norma UNI EN 10802:2013. Preliminarmente all'avvio delle attività relative al progetto in esame, è prevista la rimozione di tale deposito temporaneo.

Si esplicita che è attualmente in corso la richiesta di autorizzazione presso il Ministero dell'Ambiente per il recupero di tali materiali per il completamento dei riempimenti previsti nell'adiacente darsena di Levante. Qualora tale autorizzazione sia concessa tali materiali non verranno inviati a discarica ma recuperati per il completamento dei riempimenti previsti in Darsena di levante.

In assenza di tale autorizzazione tali materiali saranno inviati a discarica con codice D1. Tali materiali sono risultati dalle indagini eseguite non pericolosi, quindi smaltibili come rifiuti speciale non pericoloso, CER 170506.

Dalle analisi effettuate sui campioni di sedimento ai sensi del D.Lgs 152/06 Tab. 1B AII. 5 Parte IV "Siti Ad Uso Commerciale e Industriale", risultano concentrazioni superiori ai limiti previsti dalla Tabella 1B per il parametro Idrocarburi C>12 per alcuni punti di prelievo.

Ai sensi del DM 05/02/98 e s.m.i. come da D.M. 05/04/06 n. 186 Allegato 3 Test di cessione per il recupero, risultano concentrazioni superiori ai limiti previsti per i parametri Rame, Nichel, Fluoruri, COD, Cloruri e Solfati sulla maggior parte dei punti di prelievo.

E' stata individuata una discarica a Serravalle Pistoiese, con deroga per cloruri e solfati, in grado di accogliere i materiali stoccati sopra la vasca 1 (vedasi <https://ha.gruppohera.it/lista-impianti/di-scarica-per-rifiuti-non-pericolosi-di-serravalle-pistoiese>).

Qualora i materiali vadano a rifiuto, le analisi sui rifiuti per la loro omologazione dovranno essere corredate da un piano e verbale di campionamento secondo le norme UNI10802 e UNI14899, dovranno essere eseguite da un laboratorio accreditato ed essere conformi alle linee guida SNPA di cui alla delibera 105/2021 anche nel giudizio di classificazione. Analiticamente devono avere un eluato conforme ai limiti di ammissibilità previsti dall'autorizzazione della discarica. Ai fini del presente progetto si prevede di eseguire 1 campione ogni 1000 mc di scavo.

Dovranno essere verificate le concentrazioni di DOC dei materiali che potrebbero far ridurre i costi di smaltimento inviando il materiale al centro sopra indicato come recupero. Tale concentrazione al momento non è nota; pertanto, si stima che il 95% dei materiali vada a smaltimento con codice D1, ed il 5% possa andare in discarica con codice di recupero R3 o R5 in funzione della loro concentrazione di DOC in eluato.

I rifiuti idonei alle operazioni di recupero (materiale tecnico per copertura giornaliera di rifiuti) non devono avere impatto odorigeno e devono soddisfare, oltre ai parametri di ammissibilità nella discarica indicata, anche il test di infiammabilità.

Per il trasporto dei circa 25.000 mc di materiali di dragaggio, che costituiscono il deposito temporaneo sulla vasca n. 1 da rimuovere e conferire a discarica, è stata stimata la movimentazione di 26 camion/giorno per 4 mesi di lavorazioni.

Come indicato nel capitolo 2.5.1 gli scogli di protezione del deposito temporaneo, circa 3300 m³, esterni al geotelo che racchiude i sedimenti di dragaggio, saranno depositati temporaneamente in area dedicata per successivi riutilizzi da parte dell'attività portuale negli interventi di protezione previsti.