

Commissario Straordinario per la realizzazione
della Piattaforma Europa del Porto di Livorno

Ufficio Tecnico

Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale
Scali Rosciano, 6 - 57123 Livorno, Italia

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE
MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA
PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA

| | | |
|----------------------|---|---|
| R.U.P.: | Ing. Enrico Pribaz | Responsabile dell'integrazione delle prestazioni specialistiche: Dott. Ing. Filippo Busola |
| D.L.: | Ing. Matteo Baroni | |
| Supporto al R.U.P.: | Ing. Ilaria Lotti / Ing. Pietro Chiavaccini / Ing. Andrea Carli | |
| Direttore operativo: | Arch. Raul Raffalli | |
| C.S.E.: | Geom. Fabio Verzoni | |

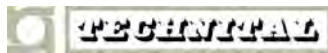
CONTRAENTE GENERALE: R.T.I.

Mandataria:



PROGETTISTI: R.T.P.

Mandataria:



PROTOCOLLO:

DATA: Aprile 2024

TITOLO ELABORATO:

Piano di indagine ex DM 173/206 di caratterizzazione delle
sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto

NOME FILE:

1233-PE-0-0-AMB-R-023-0.docx

SCALA:

/

CODICE ELABORATO:

1233-PE-0-0-AMB-R-023-0

FORMATO:

A4

| | | | | | | |
|------|-----------------|-------------|----------|------------|------------|-----------|
| 0 | Prima emissione | Aprile 2024 | | BETTINETTI | BETTINETTI | BUSOLA |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | SOCIETA' | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |

| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA | REV. | PAGINA |
|---|-------------|------|--------|
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | Aprile 2024 | 0 | 2 |

INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. PREMESSA..... | 5 |
| 2. OPERA IN PROGETTO | 7 |
| 3. INQUADRAMENTO AMBIENTALE..... | 11 |
| 3.1. Inquadramento geologico dell'ambito del Sabbiodotto..... | 11 |
| 3.2. Precedenti caratterizzazioni eseguiti alla foce dello Scolmatore..... | 12 |
| 4. PIANO DI INDAGINE EX D.M. 173/2016..... | 18 |
| 4.1. Inquadramento dell'area di scavo | 18 |
| 4.2. Definizione percorso di caratterizzazione | 18 |
| 4.3. Disegno di campionamento | 19 |
| 4.4. Modalità di campionamento..... | 24 |
| 4.5. Analisi stratigrafica..... | 27 |
| 4.6. Analisi ecotossicologiche, chimiche, granulometriche e microbiologiche ex D.M. 173/2016 | 29 |
| 4.6.1. Classificazione della qualità dei sedimenti secondo i criteri di integrazione ponderata nel D.M. 173/2016..... | 33 |
| 5. CARATTERISTICHE DELLE SABBIE AI FINI DEL RIPASCIMENTO..... | 35 |

| PROGETTO ESECUTIVO | | DATA | REV. | PAGINA |
|--|--|-------------|------|--------|
| Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | | Aprile 2024 | 0 | 3 |
| CODICE ELABORATO: | | | | |
| 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | | | | |

ELENCO DELLE FIGURE

| | |
|---|----|
| Figura 2-1 - Tracciato del sabbiodotto del Calambrone (opera complementare prevista nel progetto 'Piattaforma Europa') | 8 |
| Figura 2-2 - Sezione tipologica dello scavo | 9 |
| Figura 2-3 - Sezione tipologica dello scavo con gabbione | 10 |
| Figura 2-4 - Sacconi zavorrati tipo filter unit in doppia rete di poliestere riempiti di pietrame | 10 |
| Figura 3-1 - Estratto dalla carta geologica d'Italia, foglio 111 "Livorno" | 12 |
| Figura 3-2 - Caratterizzazioni precedenti alla realizzazione dell'armatura di foce | 14 |
| Figura 3-3 - Caratterizzazione CIBM (2011)..... | 15 |
| Figura 3-4 - Caratterizzazioni eseguite nell'ambito della realizzazione dell'armatura di foce (2014) | 16 |
| Figura 4-1 - Quadro generale per la caratterizzazione, classificazione e gestione dei materiali (figura 1 dell'Allegato Tecnico al DM 173/2016). La freccia gialla identifica il percorso II entro cui si configura la caratterizzazione descritta nel presente elaborato | 19 |
| Figura 4-2 - Piano di indagine ex DPR 120/2017 – opera di scavo per il sabbiodotto del Calambrone – Tratto Sud | 22 |
| Figura 4-3 - Piano di indagine ex DPR 120/2017 – opera di scavo per il sabbiodotto del Calambrone – Tratto Nord..... | 23 |
| Figura 5-1 - Opzioni di gestione compatibili con la classificazione di qualità dei materiali da dragare (estratto da Allegato tecnico al DM 173/2016)..... | 35 |

| PROGETTO ESECUTIVO | | DATA | REV. | PAGINA |
|--|--|-------------|------|--------|
| Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | | Aprile 2024 | 0 | 4 |
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | | | | |

ELENCO DELLE TABELLE

| | |
|--|----|
| Tabella 4-1 - Punti di indagine di caratterizzazione ex DM 173/2016 lungo il tracciato del sabbiodotto del Calambrone | 20 |
| Tabella 4-2 - Criterio di accorpamento di campioni provenienti da aree unitarie contigue (ovvero aree unitarie adiacenti con almeno un lato in comune) – estratto dall’Allegato tecnico al DM 173/2016 | 25 |
| Tabella 4-3 - Sintesi delle aliquote necessarie per le analisi chimiche, ecotossicologiche e granulometriche ex D.M. 173/2016 | 27 |
| Tabella 4-4 - Saggi ecotossicologici utili per l’allestimento della batteria. Con la “x” vengono indicati i possibili saggi alternativi per ciascuna tipologia | 31 |
| Tabella 4-5 - Parametri chimici per le analisi sui sedimenti | 32 |
| Tabella 4-6 - Parametri fisici per le analisi sui sedimenti | 33 |
| Tabella 4-7 - Analisi microbiologiche (elenco ripreso dalla Tab. A3 del D.M. Ambiente 7.11.2008 in quanto nell’allegato tecnico al D.M. 173/2016 non viene riportato un elenco di riferimento) | 33 |
| Tabella 4-8 - Classificazione della Qualità dei sedimenti secondo i criteri di integrazione ponderata. HQc= Hazard Quotient (chimico) | 34 |

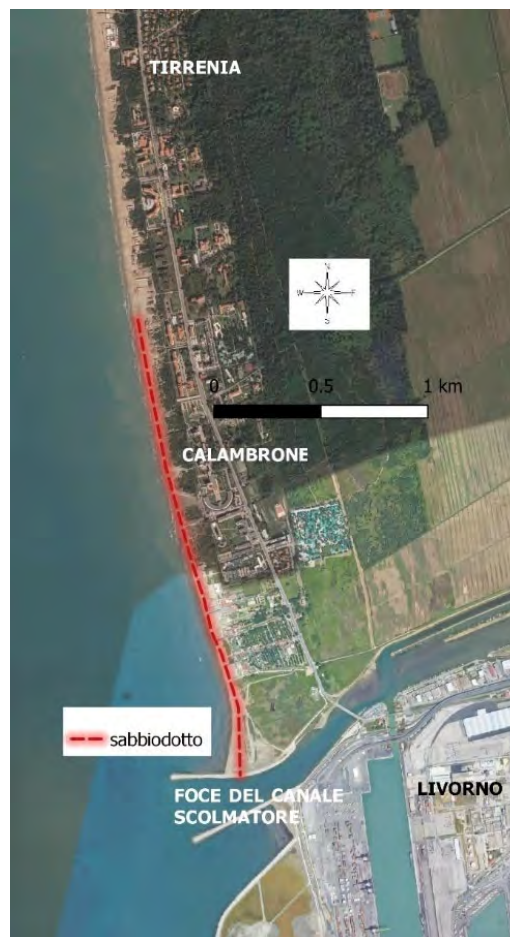
1. PREMESSA

Il presente documento riporta la pianificazione ex D.M. 173/2016 per la caratterizzazione delle sabbie che verranno scavate per la realizzazione del sabbiodotto in località Calambrone.

Si ricorda che:

1. Il sabbiodotto è una delle opere complementari del progetto 'Piattaforma Europa';
2. L'opera consiste nella posa di una tubazione interrata (la generatrice superiore si troverà ad una profondità di circa 1 m), per un tratto di circa 2'200 m, a partire dalla foce del canale scolmatore in direzione Nord, lungo le spiagge del litorale pisano nella zona di battigia.

Nella documentazione presentata nell'ambito del procedimento VIA, la gestione delle sabbie scavate e poi riutilizzate in sito per la copertura della tubazione era stata configurata come un riutilizzo in sito disciplinata dall'art. 24 c.3 del DPR 120/2017 (cfr. Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo esclude dalla disciplina dei rifiuti' ex art. 24 DPE 120/2017 Elab. N. 1233_PD-C-010_0).



Nel corso del procedimento VIA, ARPAT ha espresso l'osservazione¹ sull'applicazione del D.P.R. 120/2017 per la movimentazione di sedimenti in ambiente demaniali in luogo del D.M. 173/2016².

Nella riunione del 19/06/2023 (il cui verbale è stato protocollato agli atti) ARPAT ha chiesto, tenuto conto dell'art. 109 del D.Lgs. 152/2006, che per la procedura di riutilizzo della sabbia scavata per la posa della tubazione facesse riferimento al D.M. 173/2016 anziché al D.P.R. 120/2017.

In conformità a quanto richiesto il presente elaborato riporta la pianificazione dell'indagine da svolgersi nelle sabbie ai sensi del D.M. 173/2016 per l'accertamento della qualità delle sabbie scavate per la

¹ Punto 2.8 dell'Istruttoria della Regione Toscana, nota prot. n. 139459 del 17/03/2023

² D.M. 173/2016: Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini.

| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA | REV. | PAGINA |
|---|-------------|------|--------|
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | Aprile 2024 | 0 | 6 |

realizzazione del sabbiodotto ai fini del ripascimento in sito per la copertura della tubazione una volta posata, con benefici in termini di riduzione dei rifiuti e di nuove forniture.

In ottemperanza al suddetto Piano, prima dell'inizio dei lavori l'appaltatore dovrà eseguire il suddetto Piano e presentare **l'istanza di immersione in ambiente marino di materiali di cui alle lettere a) comma 1 dell'art 109 del DM 152/06**, funzionale alla realizzazione del sabbiodotto in oggetto. L'istanza, da presentare assieme agli esiti della caratterizzazione ambientale ex DM 173/2016, dovrà essere conforme alle indicazioni riportate **al punto 3, art. 3 dell'Allegato A alla D.G.R. 613/2020.**

Il D.M. 15 luglio 2016, n. 173 disciplina le modalità e le norme tecniche per le operazioni di dragaggio in aree portuali e marine costiere reimpiegati **in aree esterne al SIN** e per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini.

Il Decreto comprende anche un **Allegato Tecnico** che definisce:

- le **modalità di caratterizzazione** dei sedimenti (disegno e profondità di campionamento, metodiche e analisi, ecc.);
- le **modalità di classificazione** dei materiali da scavare;
- individua le **possibili gestioni** dei sedimenti scavati (immersione deliberata in marea, ripascimento, immersione in ambiente conterminato);
- la **documentazione tecnica necessaria per il rilascio dell'autorizzazione** di cui all'art. 109 del D.Lgs. 152/2006 per gli interventi di immersione deliberata in mare, gli interventi di ripascimento e di immersione in ambiente conterminato (cfr. anche la Deliberazione n. 613/2020 della Regione Toscana).

Il § 4 riportato nel presente elaborato comprende il piano di indagine predisposto secondo i criteri dell'Allegato tecnico al D.M. 173/2016.

| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA | REV. | PAGINA |
|---|-------------|------|--------|
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | Aprile 2024 | 0 | 7 |

2. OPERA IN PROGETTO

Nell'ambito degli interventi è prevista la realizzazione del sabbiodotto, che collega l'armatura di foce dello Scolmatore al limite meridionale dell'abitato di Tirrenia, coprendo una distanza di circa 2.2 km (cfr. Figura 2-2).

Si tratta di una installazione fissa che, nelle fasi di esercizio, verrà collegata alla tubazione di mandata di un sistema di prelievo e di pompaggio della miscela di sedimenti.

L'opera è costituita da una tubazione in HDPE di diametro 400 mm, che sarà interrata in modo da non interferire con le attività balneari e la pulizia dell'arenile (la generatrice superiore si troverà ad una profondità di circa 1,0 m) e verrà collocata tra la linea di riva e le prime infrastrutture fisse, al fine di evitare interferenze con queste ultime e minimizzare il rischio di scalzamento del tubo stesso.

Le modalità e le tempistiche di esecuzione del refluento dei sedimenti mediante il sabbiodotto saranno definite in funzione degli esiti delle attività di monitoraggio del litorale previste nel Piano di Monitoraggio Ambientale.

La condotta sarà dotata di un punto di allacciamento alla tubazione di mandata del sistema di pompaggio in corrispondenza del prelievo di sedimenti; vi saranno poi dei punti di scarico della miscela, ubicati lungo il tracciato del sabbiodotto, per poter refluire nelle aree che dimostreranno le maggiori criticità e/o accumulare i sedimenti in determinate aree, per un successivo livellamento attraverso pale meccaniche.,

L'opera è finalizzata alla redistribuzione dei sedimenti dall'area in sedimentazione a ridosso dell'armatura nord di foce dello scolmatore e nei fondali limitrofi, a quella in erosione.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA

PROGETTO ESECUTIVO
Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto
 CODICE ELABORATO:
 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0

DATA
 Aprile 2024

REV.
 0

PAGINA
 8



Figura 2-1 - Tracciato del sabbiodotto del Calambrone (opera complementare prevista nel progetto 'Piattaforma Europa')

Il volume di sabbia scavato corrisponde a circa 9'000 mc (area di scavo di circa 4.1 m² per una lunghezza di 2'200 m). Terminata la posa della tubazione, le sabbie che saranno risultati idonee ai sensi del D.M. 173/2016 (cfr. § 5) potranno essere riutilizzate per il ripristino dello scavo.

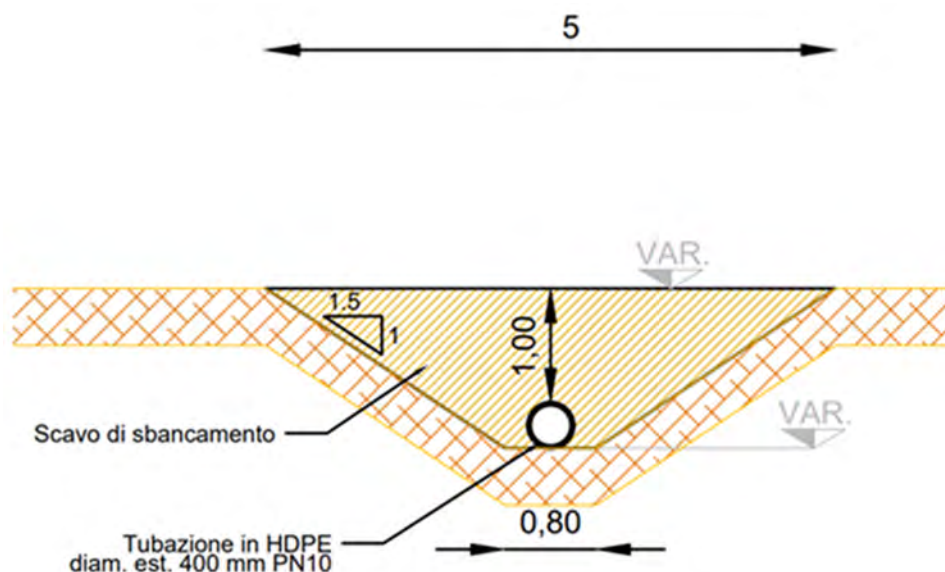


Figura 2-2 - Sezione tipologica dello scavo

La vicinanza alla linea di riva (e quindi alla fascia più attiva della battigia) rende necessaria l'utilizzo di zavorre per ridurre il rischio di mobilitazione della tubazione in caso di eventuale scoprimiento della stessa nel corso di mareggiate particolarmente intense.

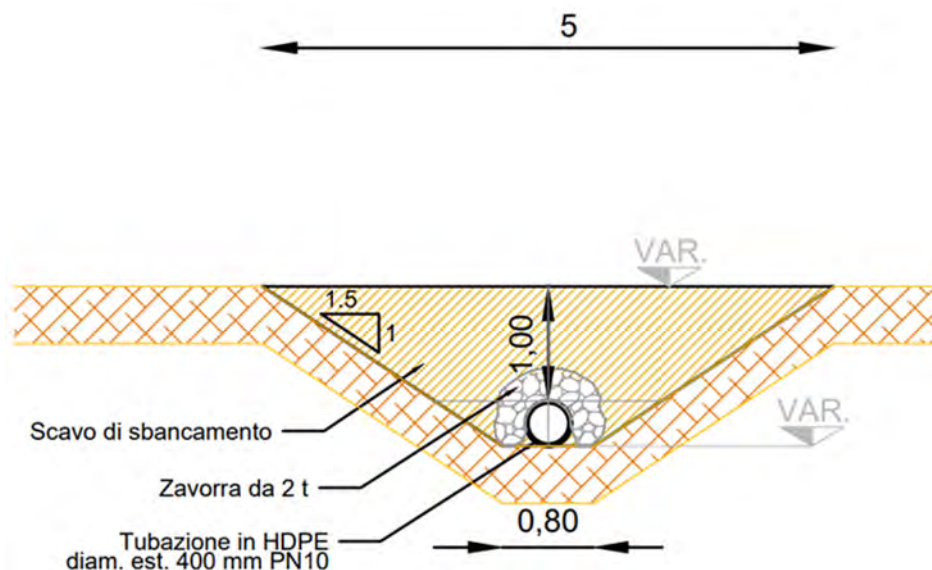


Figura 2-3 - Sezione tipologica dello scavo con gabbione



Figura 2-4 - Sacconi zavorrati tipo filter unit in doppia rete di poliestere riempiti di pietrame

| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA | REV. | PAGINA |
|---|-------------|------|--------|
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | Aprile 2024 | 0 | 11 |

3. INQUADRAMENTO AMBIENTALE

L'area in oggetto è esterna al perimetro del SIN di Livorno. Più precisamente l'area del Calambrone ricade nell'area dell'area contigua al Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli – Tenuta di Tombolo e nel Sistema Ambientale del Parco Regionale; vige l'art. 42 - Parco naturale, come indicato anche nell'ultimo aggiornamento del Piano Strutturale del Comune di Pisa del 2018, approvato con Determina n. 111 del 31/08/2018.

Ai sensi dell'art. 2 delle Norme del Piano del Parco (Deliberazione 12 dicembre 1989, n. 515) *la classificazione delle aree esterne, che presentano connessione funzionale con l'assetto del parco, secondo la perimetrazione individuata nella cartografia, ha effetto solo nel riferimento alle attività venatorie, di cui all'art. 20.*

3.1. Inquadramento geologico dell'ambito del Sabbiodotto

L'area di litorale (spiaggia emersa al di sopra della fascia di battigia) dove è prevista la realizzazione del Sabbiodotto del Calambrone è costituita da depositi litoranei. Si tratta di depositi di spiaggia recenti (olocenici), formati per azione del moto ondoso e, in misura presumibilmente trascurabile, dal trasporto solido del Canale Scolmatore d'Arno (in ogni caso classati dall'azione del moto ondoso).

Questi depositi ricoprono in profondità sedimenti alluvionali più fini, generalmente **argillosi**, che affiorano soprattutto in destra idraulica dello Scolmatore più verso l'entroterra, e che corrispondono con la fase di risalita del livello di base dei fiumi conseguente a quella trasgressione versiliana del livello del mare. In base ai dati dei sondaggi più prossimi, si può stimare che la coltre di sedimenti litoranei si sviluppi fino a profondità ben superiori a quella di posa della tubazione del sabbiodotto, che si colloca intorno al medio mare.

Dal punto di vista stratigrafico il terreno di posa del nuovo sabbiodotto, che avrà profondità di posa circa 2 m da piano campagna, è costituito pertanto da sabbia fortemente addensata per l'azione del moto ondoso e sostanzialmente priva di fine per l'effetto di classazione dovuto al moto ondoso.



Figura 3-1 - Estratto dalla carta geologica d'Italia, foglio 111 "Livorno"

3.2. Precedenti caratterizzazioni eseguiti alla foce dello Scolmatore

Si riportano di seguito i dati di caratterizzazione pregressi (cfr. Figura 3-2), eseguiti nel corso degli ultimi anni, nell'area delle Foce dello Scolmatore per la movimentazione dei sedimenti che ne pregiudicavano l'ufficiosità.

Le campagne di indagine (2011 e 2017) hanno dato esito favorevole in relazione all'utilizzo dei sedimenti per il ripascimento del litorale.

| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | | DATA | REV. | PAGINA |
|--|--|-------------|------|--------|
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | | Aprile 2024 | 0 | 13 |

Le attività svolte nel corso dell'indagine svolta dal CIBM di Livorno per conto dell'Autorità portuale sono state effettuate prendendo come riferimento le indicazioni riportate nel "Manuale per la movimentazione di sedimenti marini" (ICRAM-APAT-MATTM, 2007) e in base a quanto riportato nel D.M. 24 gennaio 1996. La zona oggetto dell'indagine si trova in prossimità della foce del Canale Scolmatore; l'area indagata è evidenziata in Figura 3-3 con la maglia di caratterizzazione. Per ogni punto è stato effettuato un carotaggio fino alla profondità di un metro. Per ogni carotaggio sono stati individuati e prelevati i livelli 0-50 cm e 50-100 cm.

I sedimenti presentano una composizione granulometrica omogenea in cui è preponderante la componente sabbiosa con una percentuale di circa il 98 %. Le concentrazioni di Azoto totale sono generalmente basse ad eccezione del campione SC8S che invece presenta un'elevata concentrazione; il Fosforo totale mostra concentrazioni in linea con quelle di altri sedimenti sabbiosi costieri.

Gli Idrocarburi leggeri sono risultati, in tutti i campioni, inferiori al limite di quantificazione mentre gli Idrocarburi pesanti presentano delle basse concentrazioni inferiori al valore riportato nell'allegato 5 alla parte IV (titolo V), Tabella 1 colonna A del D. Lgs. 152/06.

I PCB, i Pesticidi organoclorurati e i TBT, presentano in tutti i campioni delle concentrazioni o inferiori ai rispettivi limiti di quantificazione o inferiori ai valori di LCB riportati nel "Manuale per la movimentazione di sedimenti marini" (ICRAM-APAT-MATTM, 2007) e alle concentrazioni relative agli standard di qualità riportate nel D.M. 56 del 14 aprile 2009.

Per quanto riguarda gli IPA, in tutti i campioni si osservano delle basse concentrazioni dei vari composti, tutte inferiori ai rispettivi valori di LCB, ad eccezione del Dibenzo(a,h)antracene che nei campioni SC1S e SC6S lo supera leggermente. Relativamente ai campioni SC1S e SC6S si osserva anche che le concentrazioni di Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene e Benzo(a)pirene, superano di poco, gli standard di qualità previsti dal D.M. 56/2009. In tutti i campioni la sommatoria dei vari composti risulta inferiore sia al valore LCB che agli standard di qualità ambientale riportati nel D.M. 56/2009.

Le concentrazioni dei metalli analizzati sono risultate, in tutti i campioni, inferiori agli LCB per i sedimenti di natura sabbiosa. Le concentrazioni risultano anche inferiori agli standard di qualità riportati nel D.M. 56/2009, ad eccezione del Nichel, che nei campioni SCP2, SC5S e SC6S lo supera leggermente.

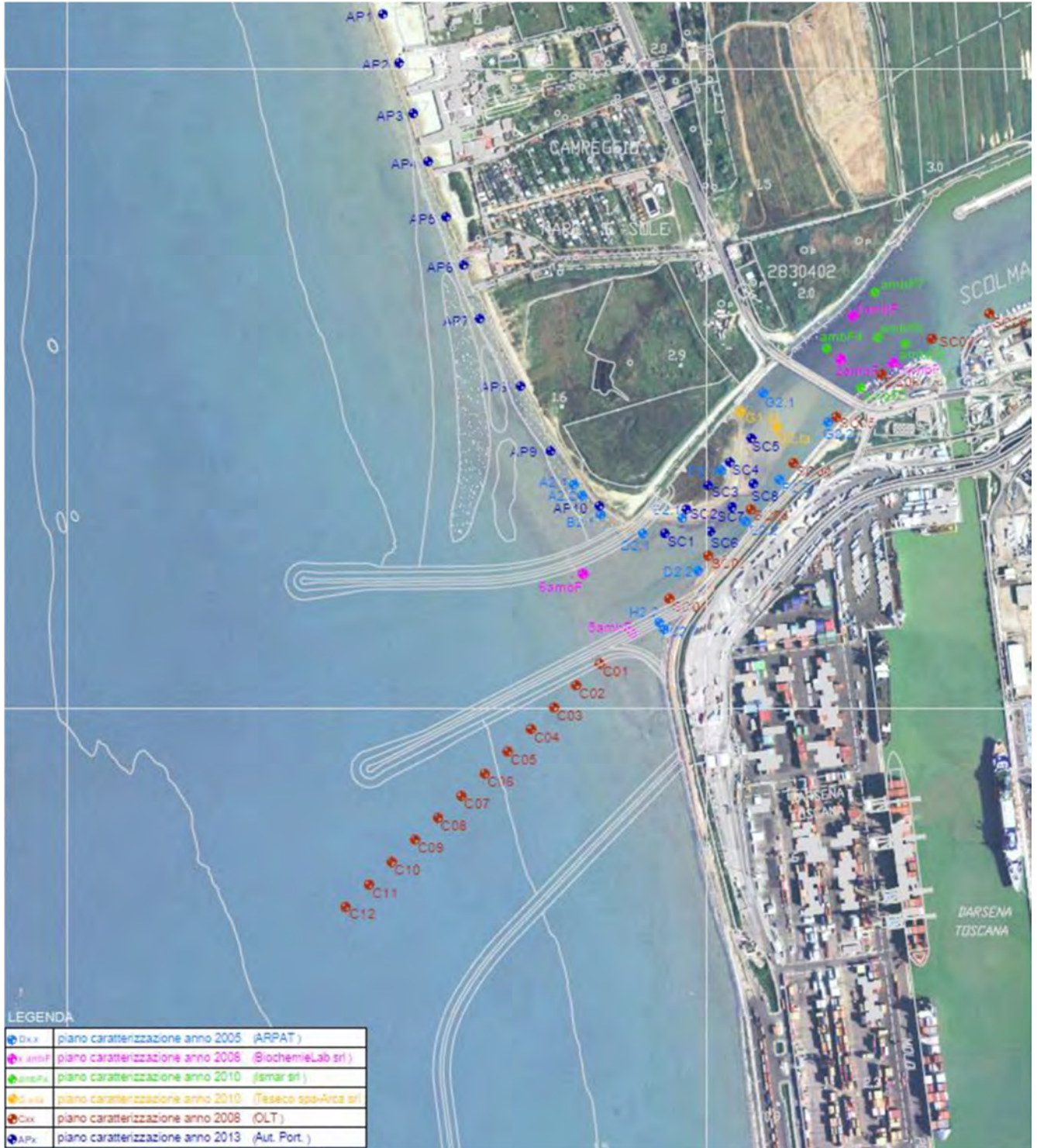


Figura 3-2 - Caratterizzazioni precedenti alla realizzazione dell'armatura di foce



Figura 3-3 - Caratterizzazione CIBM (2011)

La campagna di caratterizzazione propedeutica alla realizzazione dell'armatura di foce, e del contestuale dragaggio della foce con ripascimento del litorale, è stata eseguita nel marzo 2017, in conformità a quanto previsto dal D.M. 15/07/2016 n. 173. Sono state individuate 6 aree unitarie (S1, S2, S3, S4, S5, S6) di superficie 200x200 m, come riportato in Figura 3-4.

Su ciascun campione sono state effettuate le seguenti determinazioni analitiche:

- Analisi fisiche: Granulometria, Peso specifico, Colore.
- Analisi chimiche: Metalli, IPA, PCB, TBT, Pesticidi organo-clorurati, Carbonio Organico Totale, Idrocarburi pesanti.
- Analisi ecotossicologiche: tre saggi biologici (uno su sedimento e due su elutriato).
- Analisi microbiologiche: Streptococchi fecali (Enterococchi), Escherichia Coli e coliformi totali
- Su 8 dei 17 campioni sono state effettuate anche le analisi ecotossicologiche (tre saggi biologici di cui uno su sedimento e due su elutriato).



Figura 3-4 - Caratterizzazioni eseguite nell'ambito della realizzazione dell'armatura di foce (2014)

I risultati dell'indagine sono stati anche oggetto di un confronto con i parametri rilevati nelle campagne d'indagine del 2005-2008 (laboratori Arpat e BioChemiLab) e 2011 (CIBM).

La correlazione è stata effettuata tra i campioni confrontabili in quanto ricadenti all'interno delle stesse aree unitarie di campionamento così come sono state definite nella più recente caratterizzazione eseguita da CIBM nel 2017.

Come riscontrato nelle precedenti caratterizzazioni, si rileva la presenza di frazioni fini con percentuali variabili dal 5 al 20% in peso nei campioni dei settori più esterni (che sono sostanzialmente quelli che dovrebbero essere gestiti con il sabbiodotto, n.d.r.), ed un valore massimo che supera il 30% esclusivamente nel settore più interno alla foce (maglia S6 CIBM - cfr. G2 ARPAT2005).

Tali granulometrie risultano comunque pienamente confrontabili e compatibili con quelle presenti sul fondale di destinazione dove il materiale dragato verrà ricollocato, rispettando la differente

| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA | REV. | PAGINA |
|---|-------------|------|--------|
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | Aprile 2024 | 0 | 17 |

destinazione nella spiaggia emersa o limitrofa alla battigia, per i sedimenti con minor contenuto di frazione fine, e in quella sommersa per quelli proveniente dai settori più interni alla foce.

Relativamente alla presenza di metalli pesanti, non si riscontrano variazioni da evidenziare rispetto ai valori precedentemente registrati, e pertanto risulta confermata la compatibilità chimica del sedimento.

Riguardo alle concentrazioni di Policlorobifenili (PCB) non si riscontrano superamenti.

Per gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), fermo restando che nelle maglie S1, S2 e S3 non sono stati riscontrati superamenti, nelle rimanenti maglie S4, S5 e S6, sono state riscontrate significative riduzioni nelle relative concentrazioni rispetto a quanto precedentemente rilevato nei corrispondenti campioni D2, E2/F2 e G2 eseguiti da ARPAT, con abbattimenti variabili dal 50% all'80%. La media dei contenuti di IPA calcolata per ciascuna verticale di campionamento delle maglie S6 e S4, limitatamente a tre singole specie, è risultata essere di poco superiore ai valori indicati nella colonna L2 della tab. 2.5 del Decreto n. 173 del 15 luglio 2016; mentre per la maglia S5 il superamento riscontrato è relativo solamente ai valori nella colonna L1 della tab. 2.5 del Decreto n. 173 del 15 luglio 2016 per sole due specie. Per questi settori, tuttavia, le analisi microbiologiche ed ecotossicologiche indicano l'assenza di criticità, evidenziando solamente la presenza di una bassa tossicità relativamente al campione della maglia più interna S6 (peraltro di scarso/nullo interesse per il sabbiodotto).

Si segnala comunque che l'autorizzazione all'intervento era precedente all'entrata in vigore del D.M. 173/2016, che è stato utilizzato solo come riferimento per l'aggiornamento della caratterizzazione.

| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA | REV. | PAGINA |
|---|-------------|------|--------|
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | Aprile 2024 | 0 | 18 |

4. PIANO DI INDAGINE EX D.M. 173/2016

Nel presente capitolo verranno definiti i criteri di base per la pianificazione della caratterizzazione delle sabbie che verranno scavate per la realizzazione del sabbiodotto del Calambrone (opera complementare della 'Piattaforma Europa' del Porto di Livorno) ai fini della relativa gestione.

Il piano è stato redatto tenendo conto dei criteri descritti nell'Allegato tecnico al D.M. 173/2016, e dovrà essere attuato in fase esecutiva o prima dell'inizio dei lavori l'appaltatore.

4.1. Inquadramento dell'area di scavo

L'area di scavo interessa una superficie di circa 5 m x 2'200 m pari a 11'000 m², con sezione di scavo rappresentata in **Figura 2-2**, per **un volume di scavo di circa 9'000 mc**. Lo scavo verrà realizzato lungo le spiagge del litorale pisano nella zona della spiaggia emersa.

La prima scelta da adottare nel definire un piano di campionamento è comprendere se le caratteristiche di progetto rientrano nel Percorso di tipo I o di tipo II esemplificato in **Figura 4-1**, e che definiscono diverse procedure per la caratterizzazione, classificazione e gestione dei materiali di scavo sulla base della tipologia dell'area di scavo.

4.2. Definizione percorso di caratterizzazione

In generale rientrano nel Percorso I:

1. le aree interne ai porti anche parzialmente industriali, commerciali, di servizio passeggeri, Pescherecci;
2. le aree poste all'esterno dell'imboccatura dei porti e/o le aree soggette a ostruzione ricorrente o accidentale del passo marittimo di accesso per volumi annui complessivi di materiale uguali o superiori a 40.000 m³;

mentre rientrano nel Percorso II:

1. le aree interne ai porti esclusivamente turistici
2. le aree poste all'esterno dell'imboccatura dei porti e/o le aree soggette a ostruzione ricorrente o accidentale del passo marittimo di accesso per volumi annui complessivi di materiale inferiori a 40.000 m³.
3. le aree di foce fluviale non portuale;
4. le aree costiere non portuali;

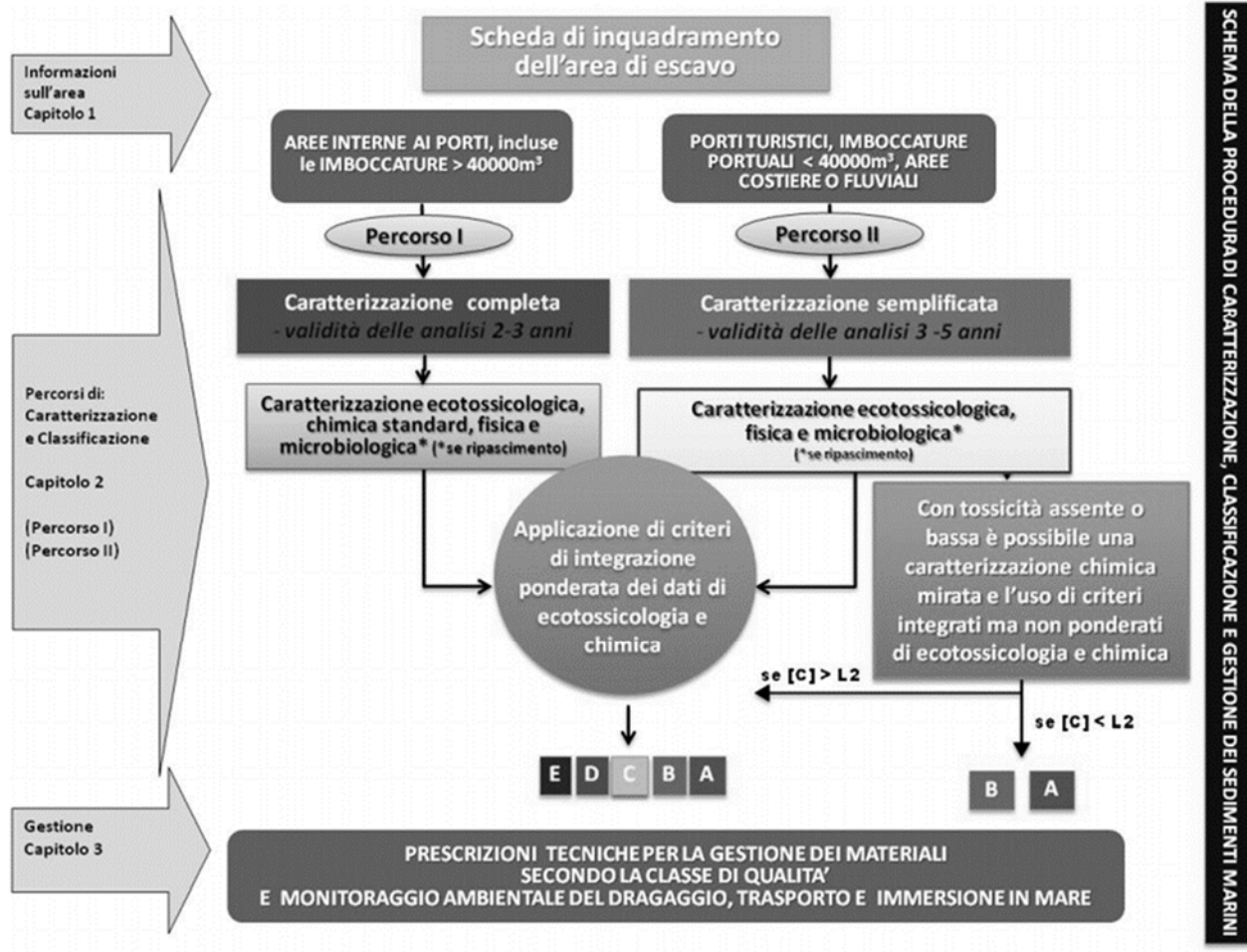


Figura 4-1 - Quadro generale per la caratterizzazione, classificazione e gestione dei materiali (figura 1 dell'Allegato Tecnico al DM 173/2016). La freccia gialla identifica il percorso II entro cui si configura la caratterizzazione descritta nel presente elaborato

Il caso specifico si configura come 'un'area costiera non portuale', per cui il **percorso** di indagine da seguire corrisponde al **tipo II, che prevede una caratterizzazione di tipo 'semplificata' per la quale la validità delle analisi è estesa per 3-5 anni.**

4.3. Disegno di campionamento

Per il campionamento di aree costiere non portuali, il percorso prevede la sovrapposizione di una griglia a maglia quadrata di lato fino a 200 m. Nel caso specifico, come anche convenuto in occasione

del confronto con ARPAT nel 19/06/2023, al tratto di scavo verrà sovrapposto un disegno di campionamento con celle unitarie di **100 m x 100 m**.

Complessivamente su un tratto lineare di circa 2'200 m di lunghezza sono state definite **n. 22 maglie e altrettanti punti di indagine** (SC_01 ÷ SC_22, in posizione centrale rispetto alle maglie) come visibili **Figura 4-2** (tratto Sud) e **Figura 4-3** (tratto Nord). La **Tabella 4-1** sintetizza le coordinate nei n. 22 punti di caratterizzazione così individuati.

Tabella 4-1 - Punti di indagine di caratterizzazione ex DM 173/2016 lungo il tracciato del sabbiodotto del Calambrone

| AREA | ID | SIGLA | X GB3003 | Y GB3003 | prof. minima e max di scavo (m s.l.m.) | spessore campionamento (m) | n. campioni EX D.M. 173/16 |
|----------------------------|-----|-------|-------------|-------------|--|----------------------------|----------------------------|
| SABBIODOTTO DEL CALAMBRONE | 501 | SC_01 | 1604662.208 | 4826242.074 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 502 | SC_02 | 1604666.327 | 4826344.218 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 503 | SC_03 | 1604670.387 | 4826446.629 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 504 | SC_04 | 1604664.889 | 4826547.179 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 505 | SC_05 | 1604638.766 | 4826644.010 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 506 | SC_06 | 1604610.471 | 4826740.505 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 507 | SC_07 | 1604571.144 | 4826834.904 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 508 | SC_08 | 1604539.223 | 4826930.832 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 509 | SC_09 | 1604517.555 | 4827028.583 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 510 | SC_10 | 1604487.168 | 4827124.770 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 511 | SC_11 | 1604457.124 | 4827220.812 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 512 | SC_12 | 1604430.299 | 4827317.535 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 513 | SC_13 | 1604403.643 | 4827414.246 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 514 | SC_14 | 1604375.812 | 4827510.659 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 515 | SC_15 | 1604349.728 | 4827607.603 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 516 | SC_16 | 1604321.503 | 4827703.955 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 517 | SC_17 | 1604303.376 | 4827802.298 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 518 | SC_18 | 1604288.503 | 4827901.244 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| | 519 | SC_19 | 1604270.376 | 4827999.587 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA

| | | | |
|---|----------------------------|------------------|---------------------|
| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA Aprile 2024 | REV. 0 | PAGINA 21 |
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | | | |

| | | | | | | |
|------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|---|
| 520 | SC_20 | 1604252.248 | 4828097.930 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| 521 | SC_21 | 1604234.121 | 4828196.274 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| 522 | SC_22 | 1604215.993 | 4828294.617 | da 0 a -1.5 | 1.5 | 3 |
| TOTALE PUNTI 22 | | | | | TOTALE CAMPIONI 66 (*) | |

(*) Il Percorso II ('*procedura di caratterizzazione semplificata*') dell'allegato tecnico al D.M. 173/2016 introduce la possibilità di formare campioni composti per le analisi, ottenuti miscelando campioni singoli provenienti da aree unitarie contigue aventi caratteristiche macroscopiche simili, fermo restando la possibilità di analizzare i singoli campioni di cui deve essere sempre disponibile una aliquota conservata.

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA

PROGETTO ESECUTIVO
Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto
 CODICE ELABORATO:
 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0

DATA
 Aprile 2024

REV.
 0

PAGINA
 22



Figura 4-2 - Piano di indagine ex DPR 120/2017 – opera di scavo per il sabbiodotto del Calabrone – Tratto Sud

PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA

PROGETTO ESECUTIVO
Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto
 CODICE ELABORATO:
 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0

DATA
 Aprile 2024

REV.
 0

PAGINA
 23



Figura 4-3 - Piano di indagine ex DPR 120/2017 – opera di scavo per il sabbiodotto del Calambrone – Tratto Nord

| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA | REV. | PAGINA |
|---|-------------|------|--------|
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | Aprile 2024 | 0 | 24 |

4.4. Modalità di campionamento

La tecnica di campionamento da utilizzare è prioritariamente quella del carotaggio. Per il prelievo delle carote dovrà essere utilizzato un carotiere con un diametro interno non inferiore ai 100 mm e lunghezza idonea a raggiungere le profondità di fine sondaggio.

Il campionamento deve essere eseguito nel modo meno disturbato possibile al fine di evitare un'alterazione fisicochimica o una potenziale contaminazione dei campioni prelevati; pertanto, il carotiere utilizzato dovrà consentire percentuali di recupero vicine al 100% e dovrà minimizzare il disturbo provocato nei sedimenti attraversati.

Le modalità di formazione del campione di sedimento corrispondono a quelle riportate nell'allegato tecnico al D.M. 173/2016 (Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a), D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., Allegato Tecnico)

- Le carote di sedimento devono essere preventivamente decorticate della parte più esterna per evitare la contaminazione da trascinamento.
- Le attrezzature che prevedono il contatto con il sedimento devono essere accuratamente pulite prima del loro impiego.
- Per ciascuna carota devono essere individuate sezioni di 50 cm, 100 cm, 200 cm, o sezioni residue di almeno 20 cm rappresentative del livello più profondo. In generale le sezioni di campionamento sono così suddivise:
 - o spessore di scavo <1 m = 2 campioni (0-50 cm; 50-100 cm);
 - o spessore di scavo <2 m = 3 campioni (0-50 cm; 50-100 cm; 100-200 cm);
 - o spessore di scavo >2 m = 3 campioni + 1 campione ogni 200 cm;

Nel caso specifico poiché la profondità massima di scavo è pari a circa 1.5 m da p.c., per ciascun sondaggio verranno prelevati n. 3 campioni così suddivisi:

- o **campione A: 0-50 cm**
- o **campione B: 50-100 cm**
- o **campione C: 100-150 cm**

per un totale di 66 campioni (cfr **Tabella 4-1**). Si precisa che da ciascuna sezione della carota deve essere estratto un campione di sedimento in modo tale da garantire la massima rappresentatività del livello da sottoporre ad analisi.

Per le aree del Percorso II ('procedura di caratterizzazione semplificata') l'allegato tecnico introduce la possibilità di formare campioni compositi per le analisi, ottenuti miscelando campioni singoli provenienti

| | | | |
|--|---------------------|-----------|--------------|
| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA Aprile 2024 | REV. 0 | PAGINA 25 |
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | | | |

da aree unitarie contigue aventi caratteristiche macroscopiche similari, fermo restando la possibilità di analizzare i singoli campioni di cui deve essere sempre disponibile una aliquota conservata. I campioni compositi dovranno essere ottenuti per miscelazione ‘a fresco’ di aliquote di pari volume (minimo 100 cc) rappresentative di ciascun campione da miscelare. Il criterio di accorpamento è sintetizzato nella **Tabella 4-2** seguente. Con il termine “contigue” si intendono le aree unitarie adiacenti con almeno un lato in comune. Deve essere comunque conservata a – 20°C una aliquota di almeno 250 ml di ciascun campione (accorpato e non accorpato) per eventuali accertamenti o approfondimenti.

Tabella 4-2 - Criterio di accorpamento di campioni provenienti da aree unitarie contigue (ovvero aree unitarie adiacenti con almeno un lato in comune) – estratto dall’Allegato tecnico al DM 173/2016

| Tipologia Area | Volumi max (m ³) | N. campioni da accorpare per spessori di 0.5 m | N. campioni da accorpare per spessori di 1 m |
|----------------|------------------------------|--|--|
| 1 | 10.000 | fino a 8 | fino a 4 |
| 2 | 20.000 | fino a 4 | fino a 2 |
| 3 | 40.000 | fino a 2 | Nessuno |

- dal campione, prima delle analisi, devono essere rimosse manualmente le componenti di origine antropica (frammenti di plastica, vetro, metallo, ecc) e naturale (ciottoli, organismi del macrobenthos) di dimensioni comunque superiori a 5 mm.
- Qualora il campione così ottenuto sia costituito da oltre l’80% di ghiaia (diametro >2mm) le analisi chimiche possono essere omesse, a meno di macroscopiche evidenze di inquinamento.
- Una volta formate le aliquote, queste devono essere depositate presso il laboratorio preferibilmente entro le 48 ore;
- Il sedimento intero o la frazione solida del sedimento deve essere saggiata a fresco (non congelata, non essiccata né liofilizzata) il prima possibile e comunque non oltre i 15 giorni di conservazione a 4 – 6°C al buio. La frazione liquida deve essere preparata entro 10 giorni dal sedimento e, se non saggiata entro le 24 ore dalla preparazione, conservata a -20 °C fino al momento dell’analisi.

Per ogni **stazione di campionamento** dovrà essere predisposta una scheda di campionamento nella quale vanno riportate tutte le informazioni riguardanti il punto di prelievo e i parametri di identificazione del campione, come di seguito specificato:

- data;
- luogo;

| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA | REV. | PAGINA |
|---|-------------|------|--------|
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | Aprile 2024 | 0 | 26 |

- Note meteo marine;
- sigla e coordinate del punto d'indagine;
- quota;
- profondità di campionamento e lunghezza della carota estratta;
- strumento di campionamento utilizzato;
- descrizione macroscopica del campione: caratteristiche fisiche, colore, odore, grado di idratazione, presenza di resti vegetali o frammenti conchigliari, eventuali variazioni cromatiche e dimensionali;
- caratteristiche stratigrafiche;
- codifica dei livelli di prelievo;
- numero di aliquote, campioni e sub-campioni per le differenti analisi;
- documentazione fotografica;
- note sull'ambiente circostante, come la presenza di fonti inquinanti.

Complessivamente si valutano N. **66** campioni di sedimento da prelevare e da sottoporre alle analisi di seguito specificate. Direttamente in campo si potrà valutare l'opportunità di formare campioni compositi come sopra specificato.

Il campione prelevato deve essere omogeneizzato e suddiviso nelle **7 aliquote** previste per le diverse analisi, **più un'aliquota aggiuntiva di riserva**.

La quantità di materiale prelevata da ciascun campione deve essere sufficiente a garantire tutte le analisi fisiche, chimiche ed eco-tossicologiche, compresa l'aliquota di riserva da conservare per eventuali approfondimenti e/o verifiche. **A tal proposito si dovrà provvedere a verificarne la rispondenza con i quantitativi richiesti dai laboratori incaricati delle determinazioni chimiche, ecotossicologiche, granulometriche e microbiologiche.**

Il numero delle aliquote per campione e i volumi minimi da prelevare sono quelli indicati nella **Tabella 4-3**. La **quantità di materiale minima** necessaria a eseguire tutte le verifiche previste **corrisponde quindi a 2.25 litri**.

| | | | |
|--|----------------------------|------------------|---------------------|
| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA Aprile 2024 | REV. 0 | PAGINA 27 |
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | | | |

Tabella 4-3 - Sintesi delle aliquote necessarie per le analisi chimiche, ecotossicologiche e granulometriche ex D.M. 173/2016

| Aliquota | Parametro | Contenitore | Volume del contenitore | Trasporto (°C) | Conservazione (°C) |
|----------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------|----------------|--------------------|
| a | Metalli | Polietilene o vetro | 50 ml | 4-6 | <-20 |
| b | Organostannici | Vetro o polietilene | 100 ml | 4-6 | <-20 |
| c | IPA + HC e TOC | Vetro o polietilene | 150 ml | 4-6 | <-20 |
| d | PCB e organoclorurati | Vetro o polietilene | 100 ml | 4-6 | <-20 |
| e | Ecotossicologia ⁽¹⁾ | Polietilene o vetro | 3 barattoli da 200 ml | 4-6 | 4-6 |
| f | Granulometria e mineralogia | Plastica o vetro | 900 ml | 4-6 | 4-6 |
| g | Microbiologia ⁽²⁾ | Polietilene o polistirolo (STERILE) | 100 ml | 4-6 | 4-6 |
| r | Aliquota di riserva | Polietilene o vetro | 250 ml | 4-6 | <-20 |
| | | totale | 2250 ml | | |

(1) da eseguire sul campione fresco;

(2) da allestire in coltura sul campione fresco entro le 36 ore

4.5. Analisi stratigrafica

Per ogni carota prelevata si dovrà redigere la documentazione stratigrafica eseguita da un geologo abilitato all'esercizio della professione.

Le stratigrafie dovranno essere presentate sotto forma di certificati e saranno compilate qualunque sia la lunghezza della carota prelevata. Nel certificato saranno riportate le informazioni per l'identificazione del sondaggio; saranno, inoltre, indicati i dati caratteristici e relativi all'attività di cantiere.

Dovranno essere riportate in apposite colonne le profondità con riferimento alla quota del livello medio mare, la rappresentazione grafica dei terreni, redatta utilizzando la simbologia AGI (AGI 1977), la descrizione del terreno, in particolare i tratti ove verranno prelevati i campioni da sottoporre a verifiche di laboratorio.

L'esame dei materiali di ciascun sondaggio vibrocoerer comporta l'identificazione di intervalli della successione stratigrafica superficiale macroscopicamente omogenei ai fini geotecnici, cioè costituiti o da un tipo di terreno predominante o da alternanze più o meno regolari di terreni differenti (strati). I terreni presenti saranno descritti specificando nell'ordine:

- il materiale predominante;
- i materiali subordinati, aventi caratteristiche differenti (granulometria, natura o colore) rispetto a quelle del materiale predominante.

| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA | REV. | PAGINA |
|---|-------------|------|--------|
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | Aprile 2024 | 0 | 28 |

Del materiale predominante dovranno essere descritti: natura del terreno, colore, consistenza (per materiali coesivi), addensamento (per i materiali granulari), ossidazione ed eventuali presenze di strutture subordinate e/o torba o fossili.

Una volta aperto il liner e decorticata la parte più esterna della carota a contatto con il rivestimento, per evitare la contaminazione da trascinamento, si procederà alla collocazione delle varie sezioni di carota all'interno di cassette catalogatrici per sondaggi.

Le cassette catalogatrici saranno costituite da contenitori di legno o polistirolo espanso di dimensioni interne (1 m di lunghezza e 50 cm di larghezza) tali da contenere le carote estratte. Le cassette saranno munite di coperchio e saranno dotate di 4 setti divisorii, posti nella direzione di massima lunghezza, in modo da costituire 5 scomparti.

Le carote estratte saranno collocate nelle cassette nella stessa sequenza con cui sono state estratte dal liner. In corrispondenza degli intervalli di profondità ove saranno prelevati i campioni da sottoporre ad ulteriori accertamenti verrà lasciato uno spazio vuoto di lunghezza pari a quella del campione prelevato e verranno posti dei testimoni sui quali sarà indicata in modo indelebile e chiaro la quota del campione prelevato e la sigla di identificazione.

Ogni cassetta verrà rivestita internamente da un foglio di plastica trasparente di dimensioni tali da poter essere rivoltato a proteggere le carote, una volta sistemate.

I campioni prelevati verranno avviati al/laboratorio/i per l'esecuzione delle prove ambientali che saranno state decise al termine del sondaggio con riferimento alla sequenza stratigrafica rilevata; le cassette contenenti il materiale campionato verranno sistemate in un ricovero protetto

Per la ripresa fotografica del terreno recuperato si potrà operare direttamente sui campioni prelevati al momento dell'estrusione oppure si potranno riprendere i materiali terrosi già disposti nelle cassette catalogatrici; in quest'ultimo caso si raccomanda:

- pulizia dei setti separatori o dei testimoni recanti le profondità (di manovra, campionamento, etc.);
- disporre la cassa con le scritte rivolte verso l'operatore che esegue la foto;
- una tabella con riferimento cromatico e con le indicazioni relative a: cantiere, Committente, sondaggio, n. della cassa, profondità dei materiali contenuti, indicazioni di alto e basso, verrà collocata a ridosso del lato più lontano dall'operatore e in posizione circa verticale;
- le singole cassette verranno fotografate a colori entro 24 ore dal loro completamento. Copia delle foto formato 10x15, o superiore, verranno allegate alla documentazione.

| | | | | |
|---|--|-------------|------|--------|
| PROGETTAZIONE ESECUTIVA E REALIZZAZIONE DELLE OPERE MARITTIME DI DIFESA E DEI DRAGAGGI PREVISTI NELLA NUOVA PRIMA FASE DI ATTUAZIONE DELLA PIATTAFORMA EUROPA | PROGETTO ESECUTIVO | | | |
| | Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA | REV. | PAGINA |
| | CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | Aprile 2024 | 0 | 29 |

4.6. Analisi ecotossicologiche, chimiche, granulometriche e microbiologiche ex D.M. 173/2016

Come riportato nell'Allegato tecnico al DM 173/2016, qualora si voglia usufruire del percorso semplificato, le analisi chimiche devono essere precedute dalle analisi ecotossicologiche,

Una volta eseguite le analisi ecotossicologiche e le analisi granulometriche:

- sui campioni classificati con tossicità bassa o assente e con informazioni idonee e sufficienti è possibile procedere all'analisi di una lista ridotta di parametri chimici (parametri mirati). Nel caso in oggetto le indagini a disposizione risalgono tuttavia a circa una decina di anni fa (**Figura 3-4**), superiore al termine temporale di validità delle analisi.
- sui campioni classificati con tossicità media o alta o per i quali le informazioni non siano ritenute idonee e/o sufficienti, si deve procedere con l'analisi dei parametri chimici standard riportata nella tabella 2.4 dell'allegato tecnico del D.M. 173/2016 descritta anche in **Tabella 4-5**.

Nel caso specifico per tutti i campioni si procederà con l'analisi di tutti i parametri previsti nella tabella 2.4 dell'allegato tecnico del D.M. 173/2016.

In generale le metodologie analitiche da utilizzare per la determinazione dei parametri fisici, chimici ed ecotossicologici devono essere conformi a protocolli nazionali e/o internazionali standardizzati o riportati su Manuali e Linee Guida del Sistema Nazionale delle Agenzie.

Sui campioni di sedimento prelevate devono essere condotte le seguenti prove ambientali

- **Saggi ecotossicologici:** la batteria minima deve essere composta da almeno 3 organismi appartenenti a gruppi tassonomici ben distinti, scegliendo una delle combinazioni di cui alla **Tabella 4-4**: per ciascuna delle tipologie 1, 2 e 3 deve essere selezionato un saggio biologico scelto tra quelli indicati con il segno "X". La combinazione deve essere la stessa per la totalità dei campioni; In caso di sedimento con percentuali di sabbia/ghiaia (diametro >0.63 mm) maggiori del 90% la prova su fase solida può essere sostituita con almeno un ulteriore saggio a scelta su fase liquida tra quelli indicati nella tabella come 2° tipologia
- **Caratterizzazione chimica:** si prevede l'analisi dei parametri chimici indicati in **Tabella 4-5**. Tali parametri sono stati definiti tenendo conto anche delle tipologie di contaminazione rilevate nelle indagini pregresse;
- **Caratterizzazione fisica:** si prevede la verifica dei parametri riportati in **Tabella 4-6**. Tali verifiche sono particolarmente utili nell'eventualità della gestione dei sedimenti dragati come ripascimento costiero. In particolare, per la descrizione del colore devono essere utilizzate tavole cromatiche con la medesima scala per il sito di provenienza e di destino del sedimento.

| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA | REV. | PAGINA |
|---|-------------|------|--------|
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | Aprile 2024 | 0 | 30 |

- **Analisi microbiologiche** (da allestire in coltura sul campione fresco entro le 36 ore): le analisi riportate nella **Tabella 4-7** corrispondono a quelle della Tab. A3 del D.M. Ambiente 7.11.2008, in quanto nell'Allegato tecnico del D.M. 173/2016, pur essendo previste, non ne viene fornito un elenco vero e proprio. Si deve garantire il rispetto dei requisiti di qualità previsti nella normativa vigente per il comparto acque (decreto legislativo 152/2006; Reg. CE 854/2004; Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 116 e Decreto 30 marzo 2010 del Ministero della Salute).

A garanzia della qualità del dato:

- devono essere garantite le prestazioni di qualità di cui al D.Lgs 219/2010, come recepimento della Direttiva 90/2009/EC, fatta eccezione per quanto riportato al Capitolo 3 dell'Allegato Tecnico;
- le indagini devono essere condotte da Enti e/o Istituti Pubblici di comprovata esperienza, oppure da laboratori privati accreditati da organismi riconosciuti ai sensi della norma UNI CEI EN 17011/05 per i parametri utilizzati ai fini della classificazione di qualità dei materiali di cui al Capitolo 1 dell'Allegato Tecnico; in entrambi i casi viene richiesto il possesso di certificazioni nazionali e/o internazionali relative all'inserimento in circuiti di calibrazione specifici (es. QUASIMEME, etc.) laddove esistenti, che diano dimostrazione della qualità delle analisi;
- i risultati delle analisi e delle relative misure di controllo qualità per ciascun parametro fisico, chimico, microbiologico ed ecotossicologico, devono essere riportati su rapporti di prova rilasciati dai laboratori e nella **Relazione tecnica che deve contenere anche i dati relativi all'analisi delle comunità bentoniche e delle biocenosi** presenti redatti da tecnico qualificato, secondo le indicazioni riportate nei paragrafi specifici³.
- I rapporti di prova dovranno contenere le seguenti informazioni:
 - o identificazione univoca del campione analizzato;
 - o percentuale di recupero rispetto a materiali standard certificati;
 - o limite di quantificazione;
 - o incertezza estesa;
 - o metodo di riferimento usato;
 - o valutazioni di QA/QC.

I risultati delle analisi dovranno essere riportati in forma riepilogativa tabellare (vedi la tabella "Inserimento dati chimici", scaricabile dal sito <http://www.isprambiente.gov.it/it/moduli-esoftware/documentazione-e-software-di-supporto-per-l2019applicazione-del-decreto-15-luglio-2016-n.-173>, da

³ Metodologie Analitiche di riferimento, ICRAM 2001

| | | | |
|--|----------------------------|------------------|---------------------|
| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA Aprile 2024 | REV. 0 | PAGINA 31 |
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | | | |

compilare e restituire anche in formato digitale, garantendo la corrispondenza tra dato inserito e dato contenuto nel rapporto di prova).

I risultati dei saggi biologici dovranno essere riportati su rapporti di prova rilasciati dai laboratori, **indicando, oltre ai dati grezzi, il metodo ed i parametri statistici necessari, a supporto della affidabilità del dato**, così come riportato nelle Appendici 2A e 2B dell'Allegato tecnico al Regolamento. I medesimi risultati, inclusi i dati relativi ai controlli positivi (rapportati alla carta di controllo del laboratorio), in forma riepilogativa tabellare (vedi la tabella "Inserimento dati ecotossicologici", scaricabile dal sito <http://www.isprambiente.gov.it/it/moduli-e-software/documentazione-esoftware-di-supporto-per-l2019applicazione-del-decreto-15-luglio-2016-n.-173>, da compilare e restituire anche in formato digitale, garantendo la corrispondenza tra dato inserito e dato contenuto nel rapporto di prova), dovranno essere comunque riportati nella Relazione tecnica.

- Nel Percorso II ('procedura di caratterizzazione semplificata') le risultanze analitiche sono considerate valide per un periodo di 3 anni, purchè non si siano verificati eventi naturali o artificiali che abbiano modificato la situazione ambientale dal momento del campionamento. Tale validità può essere estesa fino a 5 anni, con la sola ripetizione delle analisi fisiche ed ecotossicologiche, almeno sui campioni compositi dello strato superficiale (0-50 cm).

Tabella 4-4 - Saggi ecotossicologici utili per l'allestimento della batteria. Con la "x" vengono indicati i possibili saggi alternativi per ciascuna tipologia

Tabella 2.3 – Saggi biologici utili per l'allestimento della batteria. Con la "x" vengono indicati i possibili saggi alternativi per ciascuna tipologia

| Gruppo | Batteri | | Alghe | Crostei | | | | | Molluschi Bivalvi | | Echinodermi | | |
|--------------|--------------------------------------|-------------|--|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------|--|--|--|---|--------------|------------------|
| Specie | <i>Vibrio fischeri</i> (Bacteria) | | <i>Dunaliella tertiolecta</i> <i>Pheodactylum tricornutum</i> <i>Skeletonema costatum</i> (Algae) | <i>Amphibalanus amphitrite</i> (Crustacea) | <i>Corophium spp</i> (Crustacea) | <i>Acartia tonsa</i> (Crustacea) | | <i>Tigriopus fulvus</i> (Crustacea) | <i>Crassostrea gigas</i> (Bivalvia) | <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Bivalvia) | <i>Paracentrotus lividus</i> (Echinodermata) | | |
| Matrice | fase liquida | fase solida | fase liquida | fase liquida | Sed. intero | fase liquida | Sed. intero | fase liquida | fase liquida | fase liquida | fase liquida | | |
| Endpoint | Bioluminescenza | | Crescita algale | Mortalità | Mortalità | Mort. (48 h) | Mort. (7 gg) | Sviluppo larvale | Mortalità | Sviluppo larvale | Sviluppo larvale | Fecundazione | Sviluppo larvale |
| 1° tipologia | | XA | | | XA | | | XC | | | | | |
| 2° tipologia | XA | | XC | XA | | XA | | | XA | | | XA | |
| 3° tipologia | | | | | | | XC | | XC | XC | | | XC |

A = saggio acuto
 C = saggio cronico/a lungo termine/subcronico/risp. subletale

Tabella 4-5 - Parametri chimici per le analisi sui sedimenti

| Parametri chimici | Specifiche | Limite di Quantificazione |
|--|---|--|
| Metalli e Metalloidi | As, Cd, Cr tot, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, V, Al | 0,03 mg kg ⁻¹ (Cd, Hg); 1 mg kg ⁻¹ (altri) |
| Idrocarburi Policiclici aromatici | Acenaftilene, Benzo(a)antracene, Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Crisene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene, e sommatoria | 1 µg kg ⁻¹ |
| Policlorobifenili | congeneri 28, 52, 77, 81, 101, 118, 126, 128, 138, 153, 156, 169 e 180 e loro sommatoria | 0,1 µg kg ⁻¹ |
| Pesticidi Organoclorurati | Clordano, Aldrin, Dieldrin, Endrin, α-HCH, β-HCH, γ-HCH (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza la somma degli isomeri 2,4 e 4,4), HCB, eptacloroepossido, | 0,1 µg kg ⁻¹ |
| Idrocarburi C>12 | Idrocarburi C>12 | 5 mg kg ⁻¹ |
| Composti organostannici | Monobutil, Dibutil, Tributilstagno [e loro sommatoria espressi come stagno organico] | 1 µg kg ⁻¹ (riferito alla singola sostanza) |
| Carbonio organico totale o sostanza organica totale | | 0.1% |
| SOMMAT. T.E. PCDD,PCDF (DIOSSINE E FURANI) E PCB DIOSSINA SIMILI | Elenco di cui alle note della tabella 3/A di cui al D.lgs 172/2015 | D.Lgs 172/2015 |

| | | | |
|--|---------------------|-----------|--------------|
| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA Aprile 2024 | REV. 0 | PAGINA 33 |
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | | | |

Tabella 4-6 - Parametri fisici per le analisi sui sedimenti

| Parametri fisici | specifiche |
|--------------------------|---|
| Descrizione macroscopica | Colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine naturale e/o antropica |
| Granulometria | Frazioni granulometriche: <ul style="list-style-type: none"> ▫ Ghiaia >2mm ▫ 0.063 mm < Sabbia < 2 mm ▫ Pelite: <ul style="list-style-type: none"> - 0.004 mm < Silt < 0.063 mm - Argilla <0.004 mm |
| Mineralogia | Principali caratteristiche mineralogiche |

Tabella 4-7 - Analisi microbiologiche (elenco ripreso dalla Tab. A3 del D.M. Ambiente 7.11.2008 in quanto nell'allegato tecnico al D.M. 173/2016 non viene riportato un elenco di riferimento)

| Analisi microbiologiche |
|--|
| Coliformi (Escherichia Coli) |
| Enterococchi Fecali |
| Salmonelle |
| Clostridi (Spore di clostridi solfito-riduttori) |
| Stafilococchi |
| Miceti |

4.6.1. Classificazione della qualità dei sedimenti secondo i criteri di integrazione ponderata nel D.M. 173/2016

Completata la fase di campionamento e analisi, sulla base delle risultanze ottenute si procede con la classificazione di ciascun campione di sedimento secondo il criterio di integrazione ponderata degli esiti ecotossicologici e chimici. come riportato nella seguente **Tabella 4-8** estratta direttamente dall'Allegato tecnico. L'integrazione ponderata può essere sviluppata mediante il tool applicativo Sediquasoft 109.0® di ISPRA.

| | | | |
|--|----------------------------|------------------|---------------------|
| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA Aprile 2024 | REV. 0 | PAGINA 34 |
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | | | |

Tabella 4-8 - Classificazione della Qualità dei sedimenti secondo i criteri di integrazione ponderata. HQ_c= Hazard Quotient (chimico)

| Classe di pericolo ecotossicologico elaborato per l'intera batteria (HQ _{Batteria}) | Classificazione chimica | Classe di Qualità del materiale |
|---|---|---------------------------------|
| Assente | HQ _c (L2) ≤ Trascurabile | A |
| | Basso ≤ HQ _c (L2) ≤ Medio | B |
| | HQ _c (L2) = Alto | C |
| | HQ _c (L2) > Alto | D |
| Basso | HQ _c (L1) ≤ Basso | A |
| | HQ _c (L1) ≥ Medio e HQ _c (L2) ≤ Basso | B |
| | Medio ≤ HQ _c (L2) ≤ Alto | C |
| | HQ _c (L2) > Alto | D |
| Medio | HQ _c (L2) ≤ Basso | C |
| | HQ _c (L2) ≥ Medio | D |
| ≥ Alto | HQ _c (L2) ≤ Basso | D |
| | HQ _c (L2) ≥ Medio | E |

| | | | |
|--|-------------|------|--------|
| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA | REV. | PAGINA |
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | Aprile 2024 | 0 | 35 |

5. CARATTERISTICHE DELLE SABBIE AI FINI DEL RIPASCIMENTO

Le possibili opzioni di gestione dei sedimenti previste dal D.M. 173/2016 in funzione della classe di qualità degli stessi sono rappresentate nella **Figura 5-1** seguente.



Figura 5-1 - Opzioni di gestione compatibili con la classificazione di qualità dei materiali da dragare (estratto da Allegato tecnico al DM 173/2016)

| PROGETTO ESECUTIVO Piano di indagine ex DM 173/2016 di caratterizzazione delle sabbie prodotte dallo scavo del sabbiodotto | DATA | REV. | PAGINA |
|---|-------------|------|--------|
| CODICE ELABORATO: 1233-PE-0-0-AMB-R-023-0 | Aprile 2024 | 0 | 36 |

Nel caso specifico, **l'intera opera del sabbiodotto si configura come un intervento di ripascimento con finalità di contrasto all'erosione costiera.** Secondo questa impostazione è stata prevista l'applicazione del D.M. 173/2016 sia sulle spiagge dove verrà messa in posa la tubazione che sulla zona di prelievo (canale scolmatore).

Si precisa che lo scopo del presente piano è la caratterizzazione, ai sensi del DM 173/2016, delle sabbie che derivano dallo scavo per la posa della tubazione del sabbiodotto.

I futuri interventi di ripascimento, utilizzando la nuova infrastruttura, saranno preceduti da idonee campagne di caratterizzazione e da specifica progettazione e saranno soggetti a richiesta di autorizzazione ai sensi del D.M. 173/2016.

Come riportato in **Figura 5-1 per il ripascimento** (che nel caso in esame si riferiscono al ripristino dello scavo) sono **richiesti sedimenti in classe 'A'**.

La normativa regionale che riporta le indicazioni operative per il rilascio delle autorizzazioni relative alla movimentazione dei sedimenti marini, tra cui il ripascimento con sedimenti marini (rif. Art. 109 c.1 lett. a) d.lgs. 152/06) è rappresentata dalla Delibera della Regione Toscana n. 613/2020.

Tale Delibera è allineata alla norma nazionale in merito al contenuto massimo di frazione pelitica⁴ al fine del ripascimento precisando che:

- o è consentito il riutilizzo a fini di ripascimento della spiaggia sommersa (la parte sommersa è delimitata convenzionalmente dalla profondità di 7 m rispetto al livello medio marino) di sedimenti di escavo di fondali marini che presentano una frazione sabbiosa-ghiaiosa prevalente (superiore al 50%). I sedimenti devono presentare pertanto una frazione pelitica inferiore al 50%²;
- o è consentito il riutilizzo a fini di ripascimento della spiaggia emersa di sedimenti di escavo di fondali marini che presentano una frazione pelitica inferiore al 10 %.

Considerando che il tracciato del sabbiodotto corre mediamente a circa 20 m sopra la linea di riva, il tratto in oggetto corrisponde prevalentemente a **spiaggia di tipo emersa**⁵.

- **Ne consegue che per il ricoprimento della tubazione del sabbiodotto potranno essere utilizzate sabbie in classe 'A' e frazione pelitica < 10%.**

⁴ Per la suddivisione delle frazioni granulometriche viene utilizzata la scala di Wentworth (1922). Ai fini gestionali le classi granulometriche possono essere ridotte in: - frazione grossolana (sabbia) caratterizzata da un diametro delle particelle $\geq 63 \mu\text{m}$; - frazione fine (pelite) caratterizzata da un diametro delle particelle $\leq 63 \mu\text{m}$

⁵ spiaggia emersa: fascia di litorale costituita da depositi terrigeni incoerenti, attuali e recenti, delimitata verso il mare dalla linea di riva (isoipsa tracciata in corrispondenza del livello medio del mare) e verso terra dall'apparato dunale o dagli affioramenti della costa rocciosa o di depositi ghiaiosi alluvionali (MATTM-Regioni, 2018)