

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

Adeguamento del sistema

A7 – A10 – A12

PROGETTO DEFINITIVO Progetto di Cantierizzazione

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE
SPECIALISTICA

Ing. Ferruccio Bucalo
Ord. Ingg. Genova N. 4940

RESPONSABILE UFFICIO MAM

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Orlando Mazza
Ord. Ingg. Pavia N. 1496


RESPONSABILE AREA DI PROGETTO GENOVA

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Maurizio Torresi
Ord. Ingg. Milano N. 16492

RESPONSABILE FUNZIONE STP

| WBS | RIFERIMENTO ELABORATO | | | | DATA: FEBBRAIO 2011 | REVISIONE | |
|-----|-----------------------|---------|--------|----------------|------------------------|-----------|-------------|
| | DIRETTORIO | | FILE | | | n. | data |
| | codice commessa | N.Prog. | unita' | n. progressivo | | 01 | APRILE 2011 |
| | 1 | 107 | 1204 | MAMCQPGTR | SCALA: - | | |

| | | | |
|---|---|---|-------------------------|
|  ingegneria europea | COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO Ing. Ilaria Lavander | ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI: | Dott. Francesco Cipolli |
| | | IL RESPONSABILE ATTIVITA' SPECIALISTICA | Ing. Sara Frisiani |
| CONSULENZA A CURA DI : | | COORDINAMENTO SCIENTIFICO | Ing. Mauro Di Prete |

VISTO DEL COORDINATORE GENERALE SPEA
DIREZIONE OPERATIVA
PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE LAVORI ASPI
Ing. Alberto Selleri

VISTO DEL COMMITTENTE
autostrade // per l'italia
Ing. Giorgio Fabriani

VISTO DEL CONCEDENTE


| | |
|---|-----------|
| Indice | |
| 1 LOGICHE DI LAVORO | 1 |
| 1.1 I FATTORI DI SPECIFICITÀ DEL PROGETTO E LE SCELTE PROGETTUALI STRUTTURANTI | 1 |
| 1.1.1 I fattori di specificità | 1 |
| 1.1.2 Gli obiettivi e le scelte progettuali strutturanti | 1 |
| 1.2 LO SIA DELL'OPERA IN PROGETTO: IMPIANTO METODOLOGICO ED ARCHITETTURA GENERALE | 2 |
| 1.2.1 L'impianto metodologico generale | 2 |
| 1.2.2 L'architettura generale | 3 |
| 1.2.3 La struttura espositiva | 7 |
| 1.3 IL QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE NELLO SIA DEL PROGETTO DI CANTIERIZZAZIONE | 8 |
| 1.3.1 Le finalità | 8 |
| 1.3.2 I Temi di Quadro | 9 |
| 2 AREE A SERVIZIO DELLA CANTIERIZZAZIONE DEL NODO INFRASTRUTTURALE | 11 |
| 2.1 LE TIPOLOGIE DI AREE | 11 |
| 2.2 LE AREE DI CANTIERE | 11 |
| 2.2.1 I cantieri industriali | 11 |
| 2.2.2 Le aree di cantiere di imbocco | 15 |
| 2.2.3 Le aree per i campi base (CB.01) | 16 |
| 2.3 LE VIABILITÀ DI SERVIZIO E LE PISTE DI CANTIERE | 18 |
| 2.4 L'OTTIMIZZAZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI | 19 |
| 3 OPERE CONNESSE DI CANTIERIZZAZIONE | 26 |
| 3.1 LE OPERE A CARATTERE TEMPORANEO | 26 |
| 3.1.1 Lo slurrydotto | 26 |
| 3.1.2 La pista di trasporto frese | 29 |
| 3.2 LE OPERE A CARATTERE DEFINITIVO: L'OPERA A MARE | 30 |
| 3.2.1 Criteri progettuali | 30 |
| 3.2.2 Le alternative considerate nella conterminazione del Canale di Calma | 33 |
| 3.2.3 Le caratteristiche fisiche e tecniche | 34 |
| 3.2.4 Le prestazioni offerte | 45 |
| 4 ATTIVITÀ DI REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE AUTOSTRADALI | 47 |
| 4.1 IL QUADRO GENERALE DELLE ATTIVITÀ | 47 |
| 4.1.1 La realizzazione delle opere in sotterraneo | 47 |
| 4.1.2 La realizzazione dei viadotti: il Viadotto Genova | 50 |
| 4.2 LO SCAVO MECCANIZZATO | 50 |
| 4.2.1 Le caratteristiche della TBM | 50 |
| 4.2.2 Il processo di scavo e realizzazione | 51 |
| 4.3 LO SCAVO IN TRADIZIONALE | 52 |
| 4.4 LE CRITICITÀ E LE PROCEDURE OPERATIVE NELLA REALIZZAZIONE DEGLI SCAVI | 53 |
| 4.4.1 Lo scavo meccanizzato | 53 |
| 4.4.2 Lo scavo in tradizionale in ambiente amiantifero | 55 |
| 4.4.3 Lo scavo all'aperto | 56 |
| 5 ATTIVITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'OPERA A MARE | 57 |
| 5.1 LE MODALITÀ DI REALIZZAZIONE | 57 |
| 5.1.1 Le fasi di realizzazione | 57 |
| 5.1.2 La realizzazione dello scanno di imbasamento | 62 |
| 5.1.3 La posa in opera dei cassoni cellulari | 66 |
| 5.1.4 La realizzazione del sistema di impermeabilizzazione | 68 |
| 5.1.5 La realizzazione della vasca di rilancio delle acque | 68 |
| 5.1.6 La posa del materiale all'interno della colmata | 70 |
| 5.1.7 La realizzazione dello strato di copertura e del sistema di drenaggio | 74 |
| 5.1.8 La risoluzione delle interferenze | 77 |
| 5.1.9 I rapporti con l'esercizio portuale e aeroportuale | 77 |
| 6 MODELLO ORGANIZZATIVO PER LE TERRE DI SCAVO: MOVIMENTAZIONE, CARATTERIZZAZIONE E STOCCAGGIO DEFINITIVO | 78 |
| 6.1 I REQUISITI ESSENZIALI PER LA GESTIONE AMBIENTALE DELLE TERRE DI SCAVO | 78 |
| 6.2 LO SCHEMA GENERALE DI GESTIONE DELLE TERRE POTENZIALMENTE AMIANTIFERE | 78 |
| 6.2.1 La classificazione delle terre: la procedura di definizione dei livelli di concentrazione delle fibre amiantifere | 78 |
| 6.2.2 Le tipologie di stoccaggio definitivo | 78 |
| 6.2.3 Il modello organizzativo | 79 |
| 6.3 LE ATTIVITÀ DI CONFERIMENTO DEFINITIVO NELL'OPERA A MARE | 80 |
| 6.3.1 Le procedure per il riempimento dell'opera a mare | 80 |
| 6.3.2 Le procedure di filtraggio | 80 |
| 6.3.3 Le procedure per la gestione delle terre non amiantifere | 80 |
| 6.4 IL BILANCIO COMPLESSIVO DEI MATERIALI: FABBISOGNI E PRODUZIONI | 81 |
| 7 APPROVVIGIONAMENTO E MOVIMENTAZIONE DI MATERIALI | 83 |
| 7.1 LE AREE DI APPROVVIGIONAMENTO DI INERTI, I SITI DI DISCARICA E GLI IMPIANTI DI BETONAGGIO | 83 |
| 7.2 IL TRAFFICO DI CANTIERE | 86 |
| 7.2.1 Traffico su gomma | 86 |
| 7.2.2 Traffico marittimo | 92 |
| 8 GLI INTERVENTI E LE MISURE DI INSERIMENTO AMBIENTALE | 94 |
| 8.1 PROTEZIONE DEL SISTEMA IDRICO | 94 |
| 8.1.1 Cantieri industriali | 94 |
| 8.1.2 Cantieri di imbocco | 94 |
| 8.1.3 Campo base | 95 |
| 8.2 MITIGAZIONI PER POTENZIALE ISTERILIMENTO PUNTI D'ACQUA | 95 |
| 8.3 INTERVENTI ANTIRUMORE TEMPORANEI: CRITERI GENERALI | 96 |
| 8.4 LINEE GUIDA DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE IN FASE DI COSTRUZIONE | 96 |

Elenco elaborati grafici

| Titolo | Scala | Codice |
|---|----------|----------------|
| Attività: modalità di realizzazione delle gallerie | 1:25.000 | MAM-C-QPGT-001 |
| Attività: ciclo delle terre di scavo delle gallerie in sinistra Polcevera | 1:25.000 | MAM-C-QPGT-002 |
| Attività: ciclo delle terre di scavo delle gallerie in destra Polcevera | 1:25.000 | MAM-C-QPGT-003 |
| Schema complessivo delle aree e delle opere di cantierizzazione | 1:10.000 | MAM-C-QPGT-004 |
| Slurrydotto e pista frese | Varie | MAM-C-QPGT-005 |

1 LOGICHE DI LAVORO

1.1 I FATTORI DI SPECIFICITÀ DEL PROGETTO E LE SCELTE PROGETTUALI STRUTTURANTI

1.1.1 I fattori di specificità

L'esistenza di fattori di peculiarità e le modalità attraverso le quali i progettisti hanno inteso affrontarle costituiscono la chiave mediante la quale interpretare l'opera in progetto e, al contempo, la ragione precipua che ha condotto all'elaborazione dell'impianto metodologico dello Studio di Impatto Ambientale, descritta nel successivo paragrafo.

In estrema sintesi, i fattori di peculiarità, con i quali il Progetto definitivo del Nodo stradale ed autostradale di Genova si è voluto e dovuto confrontare, possono essere descritti nei seguenti termini (cfr. Tabella 1-1).

Tabella 1-1 I fattori di specificità

| Contesto | Fattori di specificità |
|-----------------------|---|
| Contesto decisionale | <ul style="list-style-type: none"> • Complessità dell'iter progettuale/decisionale che, nel corso dell'ultimo decennio, ha condotto all'individuazione di diverse ipotesi di tracciato e che nel Dibattito Pubblico ha avuto uno strumento di condivisione allargata alle parti sociali ed agli attori non istituzionali e non tecnici |
| Contesto progettuale | <ul style="list-style-type: none"> • Rilevante entità dei volumi di scavo delle gallerie, quale esito del largo ricorso alla tipologia infrastrutturale della galleria |
| Contesto territoriale | <ul style="list-style-type: none"> • Natura potenzialmente amiantifera delle rocce e dei terreni posti in destra Polcevera, aspetto quest'ultimo che a sua volta si riflette sulla scelta non solo delle tecniche di scavo delle gallerie, quanto anche delle modalità di movimentazione e di stoccaggio delle terre di scavo • Natura urbanizzata della gran parte dell'ambito territoriale interessato dalla realizzazione dell'opera in progetto |

1.1.2 Gli obiettivi e le scelte progettuali strutturanti

Le scelte operate al fine di dare soluzione ai fattori di peculiarità ora descritti e che, come tali, hanno strutturato il progetto definitivo oggetto del presente studio, hanno trovato loro definizione nell'assunzione dei seguenti obiettivi progettuali:

- Recepire le istanze provenienti dal processo concertativo istituzionale (atti della pianificazione negoziata) e da quello allargato alle diverse parti ed attori del contesto economico e sociale (Dibattito Pubblico), adottando la soluzione progettuale di tracciato elaborata in dette sedi come base per lo sviluppo del progetto definitivo;
- Salvaguardare la salute dei lavoratori durante la attività di scavo delle gallerie lungo i tratti in ammassi potenzialmente amiantiferi;
- Salvaguardare la salute della popolazione, limitando al massimo la potenziale dispersione in aria delle terre amiantifere durante l'attività di loro movimentazione;
- Salvaguardare la salute della popolazione, limitando al massimo il ricorso al trasporto su gomma come modalità di movimentazione delle terre di scavo;
- Salvaguardare la salute della popolazione, evitando la potenziale dispersione in aria delle terre amiantifere durante l'attività di stoccaggio e ricercando modalità di

stoccaggio definitivo in grado di eliminare il pericolo di successivi fenomeni di percolazione;

- Recepire le indicazioni provenienti dal processo concertativo istituzionale in merito alle modalità di stoccaggio delle terre provenienti dallo scavo delle gallerie in destra Polcevera;
- Limitare il consumo di suolo, privilegiando il riutilizzo delle terre di scavo laddove compatibile con le caratteristiche e la qualità del materiale scavato.

Sempre procedendo per estrema sintesi, le scelte strutturanti il progetto definitivo sono state le seguenti (cfr. Tabella 1-2).

Tabella 1-2 Scelte strutturanti il progetto definitivo

| Ambito di progettazione | Scelte |
|--|--|
| Infrastrutture autostradali | <ul style="list-style-type: none"> • Implementazione del progetto preliminare redatto a valle del Dibattito Pubblico |
| Cantierizzazione delle infrastrutture autostradali | <ul style="list-style-type: none"> • Scavo e costruzione delle gallerie in destra Polcevera attraverso tecnica in meccanizzato (TBM); • Classificazione delle terre di scavo potenzialmente amiantifere secondo quattro livelli (codici bianco, verde, giallo, rosso), definiti in funzione del livello di concentrazione delle fibre amiantifere (valore soglia pari a 1 g/kg così come indicato nell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV, Tabella 1, Colonna B del D.Lgs 152/2006) e delle caratteristiche geotecniche; • Centralizzazione delle attività di caratterizzazione e gestione delle terre provenienti dallo scavo delle gallerie in destra Polcevera, all'interno di un'unica area operativa individuata nel cantiere industriale C14; • Movimentazione delle terre potenzialmente amiantifere attraverso condotto ermetico costituito, per il tratto compreso tra il fronte di scavo e l'imbocco delle gallerie Monterosso, da nastri trasportatori, e per quello intercorrente tra il cantiere industriale C14 e l'opera a mare, dallo slurrydotto; • Stoccaggio definitivo delle terre di scavo con concentrazione di fibre amiantifere entro la soglia 1g/kg (codice bianco e verde) nell'opera a mare realizzata all'interno del Canale di Calma in fregio all'attuale sedime aeroportuale; • Stoccaggio definitivo delle terre di scavo con concentrazione di fibre amiantifere al sopra della soglia 1g/kg (codice giallo) all'interno dell'arco rovescio delle gallerie corrispondenti al medesimo tratto dal quale provengono dette terre (stoccaggio in situ); • Stoccaggio definitivo delle terre di scavo con concentrazione di fibre amiantifere al di sopra della soglia 1g/kg e scadenti caratteristiche geotecniche (codice rosso) in discarica specifica. |

Come emerge da questa sintetica descrizione delle scelte strutturanti il progetto definitivo, questo si connota chiaramente non solo per la rilevanza rivestita dall'ambito della caratterizzazione delle infrastrutture autostradali, quanto anche e soprattutto per la previsione di altre opere, sia a carattere temporaneo e/o definitivo, che sono funzionali alla realizzazione di dette infrastrutture.

La centralità della progettazione della cantierizzazione e ancor più la presenza di opere ancillari a tale attività nel loro insieme costituiscono un ulteriore fattore di specificità ed un chiaro elemento di distinzione del presente progetto, che lo differenziano dalla "tradizionale" produzione progettuale.

Il riconoscimento di tali elementi distintivi è stato quindi alla base dell'impianto metodologico dello Studio di Impatto Ambientale, così come descritto nel successivo paragrafo.

1.2 LO SIA DELL'OPERA IN PROGETTO: IMPIANTO METODOLOGICO ED ARCHITETTURA GENERALE

1.2.1 L'impianto metodologico generale

Come esposto nella Relazione generale sinottica, l'architettura complessiva dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) del progetto definitivo di adeguamento del sistema A7 – A10 – A12 del Nodo stradale ed autostradale di Genova si compone, tra gli altri, dei due volumi "tematici" rappresentati dallo SIA del Progetto definitivo infrastrutturale (Volume 1) e dallo SIA del Progetto definitivo della cantierizzazione (Volume 2).

Infatti, i fattori di peculiarità della fase di cantierizzazione, dettati in primo luogo dalla presenza di terre amiantifere e dall'entità dei volumi di scavo, unitamente alla necessità di prevedere apposite nuove opere a servizio di detta fase, attribuiscono ad essa una rilevanza ben superiore rispetto a quella generalmente rivestita negli altri progetti infrastrutturali e, conseguentemente, hanno indotto a concepire l'opera in progetto come costituita da due sotto-progetti:

- il progetto delle infrastrutture autostradali;
- il progetto della cantierizzazione.

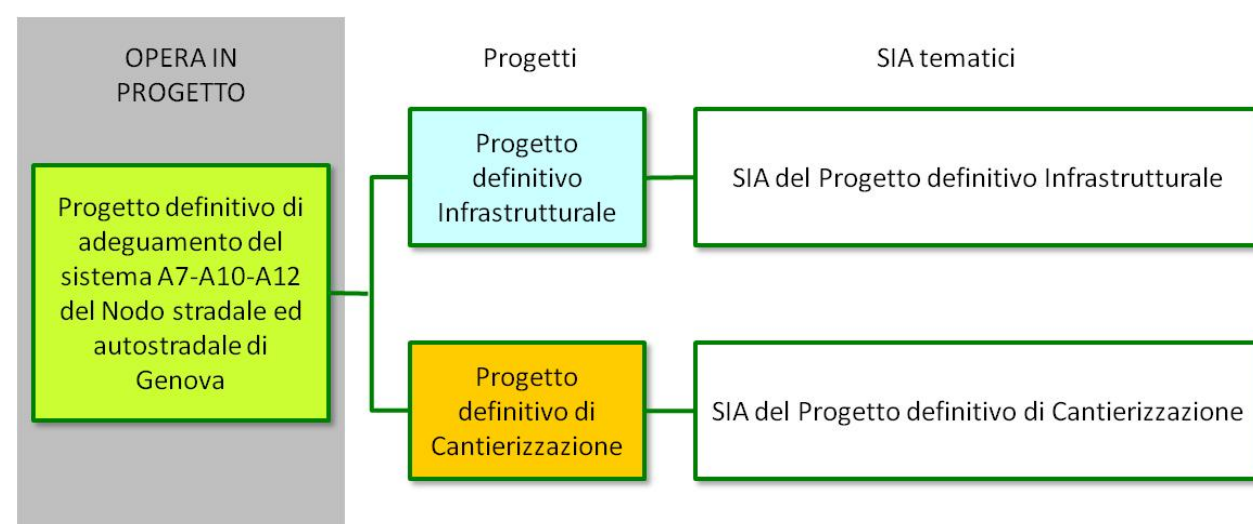


Figura 1-1 Rapporto Opera in progetto – Architettura dei SIA

Muovendo da tale impostazione, a sua volta anche lo studio di impatto ambientale è stato concepito in distinto due volumi, uno per ciascuno dei due progetti (cfr. Figura 1-1).

I fattori di peculiarità sopra citati hanno spinto ad adottare una particolare struttura espositiva: ciascun quadro di riferimento dei due SIA tematici riporta un primo capitolo, intitolato "Logiche di lavoro", a sua volta articolato in tre paragrafi:

- il primo paragrafo (cfr. par. 1.1), a valenza generale ed eguale nei due volumi tematici, di inquadramento delle peculiarità del progetto e delle conseguenti scelte strutturali effettuate;
- il secondo paragrafo (cfr. par. 1.2), anch'esso a valenza generale ed eguale nei due volumi tematici, attiene allo SIA del progetto definitivo ed è volto ad illustrarne l'impianto metodologico e l'architettura generale, con riferimento all'identificazione dell'"Opera di riferimento" di ognuno degli SIA tematici e del complesso dei "Temi di riferimento" che discendono dalla scomposizione di dette opere;
- il terzo paragrafo (cfr. par. 1.3), espressamente dedicato al quadro di riferimento indagato, attiene invece alla definizione degli specifici "Temi di riferimento" che riguardano ciascuno dei tre canonici Quadri di Riferimento (Programmatico, Progettuale ed Ambientale) di cui si compone ogni SIA tematico, in ragione delle finalità ad esso attribuite dal DPCM 27.12.1988.

La questione che, a fronte del predetto insieme di fattori di specificità che nel loro insieme connotano il progetto, si è prospettata come nodo metodologico da affrontare in via prioritaria è stata quella di definire una chiara metodologia attraverso la quale arrivare all'individuazione dell'oggetto al quale si riferiscono i due volumi tematici dello SIA e, al loro interno, i rispettivi tre quadri di riferimento previsti dal DPCM 27.12.1988.

La metodologia a tal fine elaborata si fonda sui due seguenti assunti:

1. La multidimensionalità dell'opera.

Un'opera infrastrutturale, e più in generale un'opera di ingegneria, possiede diverse dimensioni le quali sono espressione di uno specifico profilo di lettura volto a coglierne differenti aspetti. Tali dimensioni, o profili di lettura, sono costituite da:

- dimensione realizzativa;
- dimensione fisica (manufatto);
- dimensione dell'esercizio.

In questa ottica è possibile riconoscere l'opera come composta da tre distinte opere:

- L'opera in realizzazione, nella quale il profilo di lettura è volto a considerare gli aspetti legati alle attività necessarie alla sua realizzazione ed alle esigenze che ne conseguono, in termini di fabbisogni di materie prime da approvvigionare e di materiali di risulta da smaltire, nonché di opere ed aree di servizio alla cantierizzazione;
- L'opera come manufatto infrastrutturale, ossia come elemento costruttivo colto nelle sue caratteristiche dimensionali, tecniche e funzionali;
- L'opera in esercizio, nel quale il profilo di lettura è centrato sulla funzione alla quale questa è preposta e sul suo funzionamento.

2. La centralità delle finalità assegnate a ciascuno dei tre quadri di riferimento dello SIA nell'orientare i profili di lettura.

Le finalità assegnate dal DPCM 27.12.1988 a ciascuno dei quadri di riferimento hanno un ruolo centrale nel selezionare le dimensioni attraverso le quali leggere un'opera in progetto, facendone cogliere aspetti o elementi differenti, al punto tale da poter affermare che ognuno di detti quadri di riferimento affronta una sua specifica opera.

Risulta difatti immediato comprendere tale aspetto considerando come, ad esempio, il leggere un'opera infrastrutturale rispetto alla dimensione dell'esercizio acquisiti una diversa accezione a seconda che tale operazione sia condotta nell'ambito del quadro di riferimento programmatico o di quello ambientale. Se nel primo caso la finalità di leggere i rapporti Opera – Pianificazione, propria del Quadro di riferimento programmatico, porta a considerare la dimensione dell'esercizio in termini di funzione svolta dall'opera in progetto ed a riferirla agli obiettivi perseguiti dagli strumenti pianificatori, nel secondo, l'obiettivo di definire i rapporti Opera – Ambiente, assegnato al Quadro di riferimento ambientale, conduce a cogliere della dimensione in esame gli aspetti legati al funzionamento dell'opera.

Analoghe considerazioni valgono anche per la dimensione realizzativa allorché questa sia affrontata nell'ambito del quadro programmatico o di quello ambientale: nel primo l'opera in progetto è colta solo rispetto alle aree a servizio della cantierizzazione, non leggendone altri aspetti, quali le modalità di realizzazione o i fabbisogni costruttivi, che nel secondo hanno invece un ruolo fondamentale.

Muovendo da tali assunti, la metodologia di lavoro, assunta al fine di arrivare alla definizione dell'oggetto dei due SIA tematici e dei relativi quadri di riferimento, ha previsto il susseguirsi, all'interno di un processo iterativo, delle due seguenti attività:

- scomposizione dell'opera in progetto, a partire dall'articolazione dell'opera intesa nella sua globalità in funzione delle tre dimensioni di lettura ed al fine di identificare elementi progettuali di volta in volta maggiormente definiti e delimitati, rispettivamente sotto il profilo progettuale e tematico;
- selezione degli elementi progettuali sulla base della loro rilevanza rispetto alle finalità proprie del quadro di riferimento indagato.

La conclusione di tale processo è stata individuata allorché l'attività di scomposizione dell'opera ha condotto ad identificare quegli elementi progettuali il cui livello di discretizzazione è stato ritenuto tale da rispondere ad entrambi i seguenti requisiti:

- consentire la valutazione della rilevanza rispetto alle finalità perseguite dal quadro di riferimento indagato;
- soddisfare tutte le esigenze conoscitive connesse alle finalità del quadro di riferimento indagato, senza che il proseguimento dell'attività di scomposizione dell'opera possa condurre all'individuazione di ulteriori elementi progettuali capaci di accrescere la completezza del quadro informativo e, conseguentemente, la sua rispondenza rispetto alle predette finalità.

L'applicazione di tale metodologia ha condotto all'individuazione di un complesso di elementi progettuali che, proprio in ragione dell'essere determinato sulla base della rilevanza rispetto alle finalità assegnate al quadro di riferimento preso in esame, è risultato diversa-

mente composto in ciascuno dei tre quadri, anche qualora riguardante la medesima dimensione di lettura.

Prendiamo ad esempio gli esiti cui ha condotto la lettura delle Infrastrutture autostradali rispetto alla dimensione realizzativa e segnatamente alle aree a servizio della cantierizzazione, nel caso del Quadro di riferimento programmatico ed in quello ambientale. Nel primo caso, il processo di scomposizione dell'opera in progetto ha condotto all'individuazione degli elementi progettuali nelle "aree a servizio della cantierizzazione" nel loro complesso, senza cioè distinguerle in "aree di cantiere industriale" ed in "aree di cantiere di imbocco", dal momento che tale ulteriore scomposizione non è stata ritenuta rilevante al fine di comprendere i rapporti di conformità con il regime di trasformazione ed uso dei suoli, aspetto questo rispondente alle finalità del Quadro di riferimento programmatico. Diversamente, nel secondo caso, la scomposizione in elementi progettuali è stata condotta non solo con riferimento alle due tipologie di aree di cantiere, ma anche distinguendo quelle di Bolzaneto (CI 13 e CI 14) rispetto alle restanti aree di cantiere industriale, in quanto si è considerato che le attività di approntamento del cantiere e le lavorazioni condotte in dette due aree configurassero un rapporto Opera – Ambiente del tutto differente da quello delle restanti aree di cantiere industriale e che quindi dette specificità, essendo il quadro ambientale rivolto alla definizione e valutazione di tale rapporto, fossero rilevanti rispetto alla finalità del citato quadro.

Gli elementi progettuali dotati di tali requisiti sono stati pertanto identificati con la locuzione "temi di riferimento", in quanto espressione dell'oggetto progettuale al quale si riferisce ciascuno dei due SIA tematici ed ognuno dei relativi quadri di riferimento.

A fronte di ciò, per ogni SIA tematico e, al loro interno, per ciascuno dei tre quadri di riferimento, si è avvertita la necessità di anteporre un capitolo introduttivo volto all'illustrazione dei temi cui esso è riferito.

1.2.2 L'architettura generale

Il presente paragrafo riveste valenza generale, affrontando la definizione delle "Opere di riferimento" e dei "Temi di riferimento" relativi ai due SIA tematici, senza pertanto entrare nel merito di quelli che sono propri di ciascun quadro di riferimento, argomento quest'ultimo trattato nel successivo paragrafo 1.3.2.

1.2.2.1 Le Opere di riferimento

Come premesso, i due SIA tematici riguardano ciascuno uno specifico progetto: il Progetto Infrastrutturale, ossia quello delle Infrastrutture autostradali, ed il Progetto di Cantierizzazione, il quale, in ragione dei fattori di peculiarità propri della fase di cantierizzazione dell'opera in oggetto, si differenzia da un progetto canonico.

Il Progetto di Cantierizzazione difatti comprende:

- l'insieme degli aspetti che di prassi attengono la costruzione di un'opera infrastrutturale;
- le "Opere connesse di cantierizzazione", locuzione con la quale nel presente SIA si è inteso identificare l'insieme delle opere finalizzate alla realizzazione delle infrastrutture autostradali, la necessità delle quali origina dalle complessità esecutive e dalle scelte progettuali strutturanti operate ai fini di limitare gli effetti negativi prodotti dalla fase realizzativa.

Stante tale impostazione metodologica, l'architettura generale dello SIA nel suo complesso risulta costituita da due SIA tematici, ciascuno dei quali dedicato ad un'opera in progetto ed ognuno dei quali composto dai tre quadri di riferimento previsti dal DPCM 27.12.1988 (cfr. Figura 1-2).

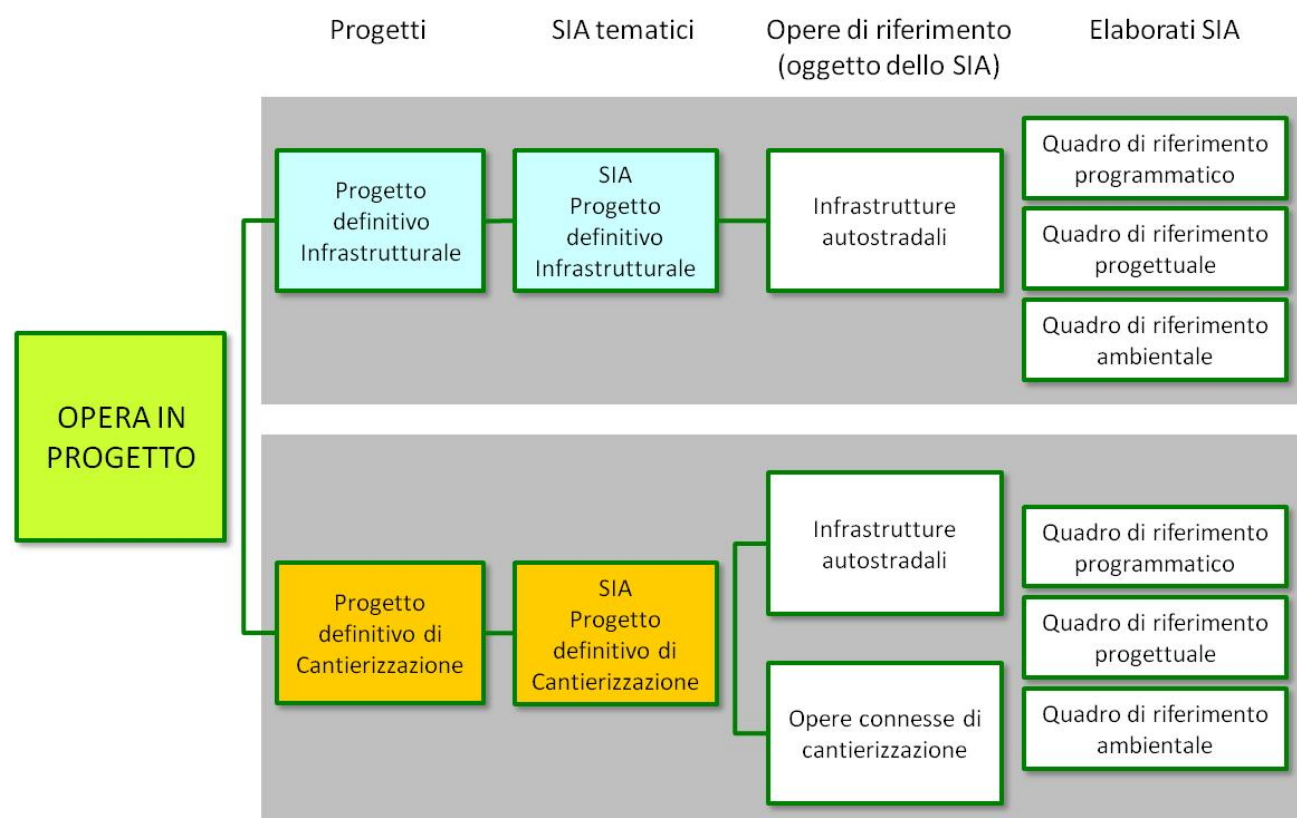


Figura 1-2 Architettura generale dello SIA: opere oggetto dei volumi tematici dello SIA

1.2.2.2 I Temi di riferimento

Assunta quindi l'articolazione dell'opera in progetto in due distinti progetti, la particolare composizione del Progetto di Cantierizzazione, nonché la scelta di dedicare a ciascuno dei due progetti uno specifico volume dello Studio di impatto ambientale, l'identificazione dei Temi di riferimento di ciascuno dei due SIA tematici sono stati l'esito di un processo di scomposizione delle relative Opere di riferimento, condotto per tre successivi livelli attraverso la metodologia prima descritta.

Tale attività, comune ad entrambi i SIA tematici e, al loro interno, a ciascuno dei tre quadri di riferimento, costituisce un'operazione propedeutica all'identificazione dei Temi di riferimento propri di ognuno di detti quadri, della quale si darà invece conto nel seguente paragrafo 1.3.

Livello 1 di scomposizione (cfr. Figura 1-3)

Il primo livello di scomposizione ha riguardato la articolazione dell'Opera di riferimento di ciascuno dei due SIA tematici sulla base delle tre citate dimensioni di lettura ed ha condot-

to all'identificazione di quelli che nel presente documento sono stati denominati "Macrotemi", proprio in quanto costitutivi la radice dalla quale originano i successivi Temi. Per quanto riguarda lo SIA del Progetto Infrastrutturale, l'Opera di riferimento, individuata nelle infrastrutture autostradali, è stata articolata nei due seguenti Macrotemi:

- Infrastrutture autostradali come manufatto fisico
- Infrastrutture autostradali come esercizio.

Relativamente allo SIA del Progetto di Cantierizzazione, i Macrotemi sono stati identificati in:

- Infrastrutture autostradali come realizzazione, con riferimento cioè alla lettura dell'opera in relazione a quel complesso di attività, aree e fabbisogni connessi alla sua costruzione;
- Opere connesse di cantierizzazione, così come precedentemente definite, colte in relazione alle dimensioni fisica, realizzativa e dell'esercizio.

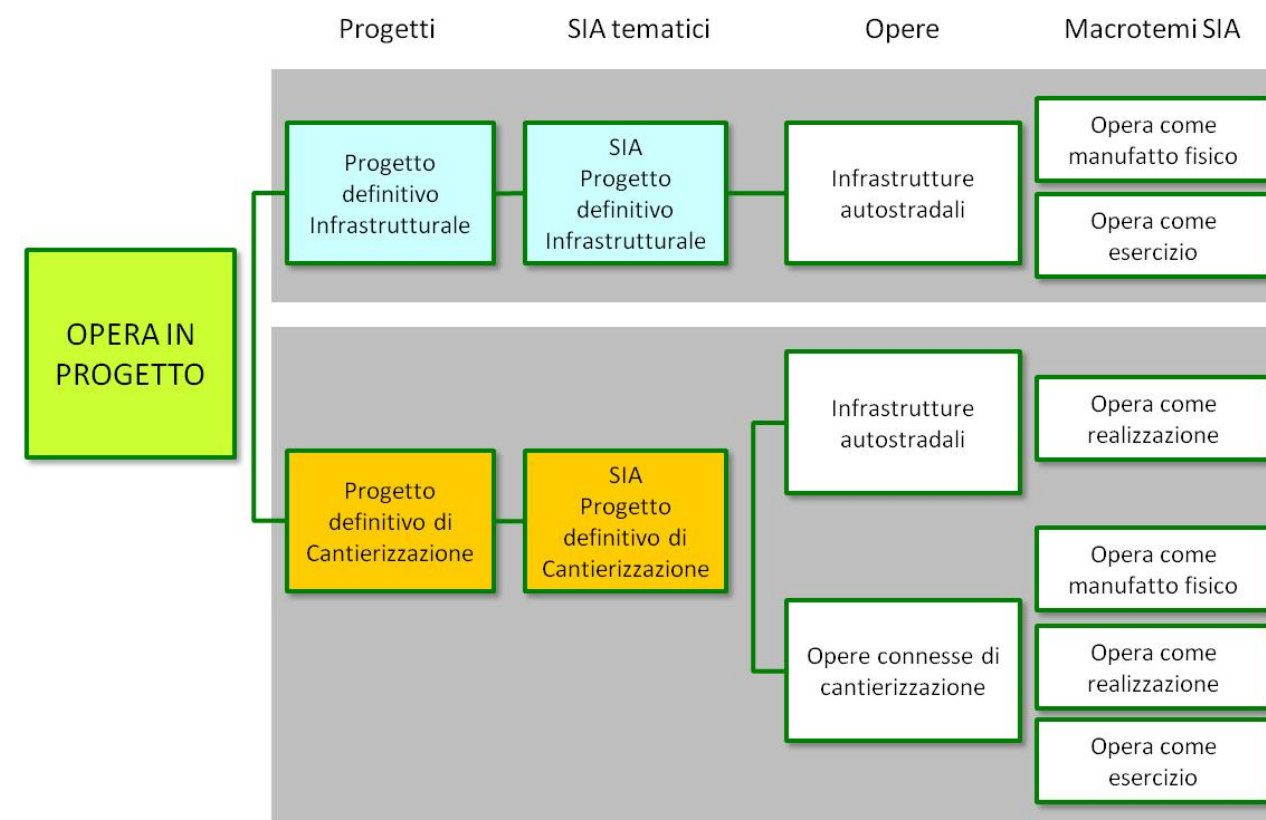


Figura 1-3 Architettura generale dello SIA: Macrotemi di riferimento (Livello 1)

Livello 2 di scomposizione (cfr. Tabella 1-3 e Tabella 1-4)

Per quanto concerne lo SIA del Progetto Infrastrutturale e segnatamente il primo macrotema (Infrastrutture autostradali come manufatto fisico), la sua scomposizione ha dato origine a due distinti elementi progettuali, individuati, da un lato, nel "Modello di rete" attraverso il quale l'opera in progetto intende riconfigurare il Nodo stradale ed autostradale di Genova e risolverne le annose problematiche, e, dall'altro, nei "Macro-elementi infrastrutturali" costitutivi il progetto.

Per quanto attiene il Macrotema “Opera come esercizio”, gli elementi progettuali derivanti dalla sua scomposizione sono stati individuati nella “Funzione” e nel “Funzionamento” dell’opera. Il primo termine riguarda l’attività alla quale detta opera è preposta e pertanto, in questo caso, la funzione trasportistica, mentre il secondo attiene al modo in cui funziona l’opera, aspetto che, riferito ad un’infrastruttura viaria, si sostanzia nei volumi di traffico movimentati, nel caso in esame, agli scenari temporali 2020 e 2030.

Tabella 1-3 SIA del Progetto Infrastrutturale: Elementi progettuali del livello 2

| Opere | Macrotemi | Elementi progettuali – Temi di livello 2 |
|-----------------------------|----------------------|---|
| Infrastrutture autostradali | Opera come manufatto | <ul style="list-style-type: none"> Modello di rete Macro-elementi infrastrutturali |
| | Opera come esercizio | <ul style="list-style-type: none"> Funzione trasportistica Funzionamento in termini di volumi di traffico movimentati |

Relativamente allo SIA del Progetto di Cantierizzazione, il Macrotema Infrastrutture autostradali come realizzazione è stato scomposto in tre gruppi di elementi progettuali:

- Attività di costruzione delle Infrastrutture autostradali;
- Aree a servizio della cantierizzazione, definite come quel complesso di aree che di prassi sono necessarie alla costruzione di un’opera infrastrutturale;
- Quantità di materiali conseguenti alla costruzione delle Infrastrutture autostradali.

Per quanto invece concerne l’altra opera di riferimento dello SIA tematico in argomento, ossia le Opere connesse di cantierizzazione, la scomposizione della dimensione fisica ha dato luogo a due elementi progettuali, distinti in funzione del loro carattere temporaneo o definitivo.

Analogamente a quanto precedentemente illustrato per le Infrastrutture autostradali, anche nel caso della dimensione realizzativa delle Opere connesse, sono stati identificati tre gruppi di elementi progettuali:

- Attività costruttive delle Opere connesse di cantierizzazione;
- Aree a servizio della cantierizzazione;
- Quantità di materiali conseguenti alla costruzione delle Opere connesse di cantierizzazione.

Infine, per quanto attiene la dimensione dell’esercizio, gli elementi progettuali sono stati identificati sempre nella “Funzione” e nel “Funzionamento”, attribuendo a detti termini significato analogo a quello già definito nel caso delle Infrastrutture autostradali, ma differente specificazione; in questo caso, la funzione è stata individuata nel loro essere strumentali alle attività di scavo delle gallerie autostradali, mentre il funzionamento è stato riferito ai modi in cui per l’appunto funzionano le Opere connesse nello svolgimento delle attività cui queste sono preposte.

Tabella 1-4 SIA del Progetto di Cantierizzazione: Elementi progettuali del livello 2

| Opere | Macrotemi | Elementi progettuali – Temi di livello 2 |
|------------------------------------|--------------------------|--|
| Infrastrutture autostradali | Opera come realizzazione | <ul style="list-style-type: none"> Attività di costruzione Aree a servizio della cantierizzazione Quantità di materiali |
| Opere connesse di cantierizzazione | Opera come manufatto | <ul style="list-style-type: none"> Opere a carattere temporaneo Opere a carattere definitivo |
| | Opera come realizzazione | <ul style="list-style-type: none"> Attività di costruzione Aree a servizio della cantierizzazione Quantità di materiali |
| | Opera come esercizio | <ul style="list-style-type: none"> Funzione in termini di strumentalità allo scavo delle gallerie autostradali Funzionamento in termini di svolgimento delle attività strumentali allo scavo delle gallerie autostradali |

Livello 3 di scomposizione (cfr. Tabella 1-5 e Tabella 1-6)

Procedendo nel processo di scomposizione, per quanto attiene lo SIA del Progetto Infrastrutturale e segnatamente l’opera come manufatto, tale attività ha condotto all’articolazione del modello di rete in due elementi progettuali, rappresentati dallo “Schema infrastrutturale” e dallo “Schema funzionale”. Sempre con riferimento alla dimensione fisica, dall’articolazione dell’elemento progettuale “Macro-elementi infrastrutturali” sono stati desunti quali ulteriori sottoinsiemi quelli delle “Infrastrutture autostradali ex novo”, delle “Infrastrutture autostradali esistenti oggetto di riqualifica”, nonché delle “Infrastrutture autostradali oggetto di dismissione”.

Nel caso dell’opera come esercizio, il nuovo livello di scomposizione non ha invece dato esito, non essendo possibile articolare ulteriormente gli elementi progettuali definiti al secondo livello.

Tabella 1-5 SIA Progetto Infrastrutturale: Elementi progettuali del livello 3

| Opere | Macrotemi | Elementi progettuali |
|-----------------------------|----------------------|---|
| Infrastrutture autostradali | Opera come manufatto | <ul style="list-style-type: none"> Modello di rete Macro-elementi infrastrutturali |
| | | <ul style="list-style-type: none"> Schema infrastrutturale Schema funzionale Infrastrutture autostradali ex novo Infrastrutture autostradali esistenti oggetto di riqualifica Infrastrutture autostradali oggetto di dismissione |
| | Opera come esercizio | <ul style="list-style-type: none"> Funzione trasportistica Funzionamento in termini di volumi di traffico movimentati |

Relativamente allo SIA del Progetto di Cantierizzazione, l’ulteriore scomposizione della dimensione realizzativa delle Infrastrutture autostradali ha condotto alla differenziazione delle diverse attività costruttive, all’articolazione delle varie tipologie di aree a servizio della cantierizzazione, nonché dei quantitativi di materiale messi in gioco nella realizzazione di dette infrastrutture (cfr. Tabella 1-6). A tale riguardo, si specifica che con il termine “Ap-

provvigionamento delle materie prime” si è inteso identificare sia le attività di reperimento che quelle di movimentazione di dette materie.

In merito alla dimensione fisica delle Opere connesse di cantierizzazione, gli ulteriori elementi progettuali sono stati identificati nello “Slurrydotto” e nella “Pista di montaggio frese”, per quanto attiene le opere a carattere temporaneo, e nell’“Opera a mare”, relativamente a quelle definitive.

Secondo approccio analogo a quello seguito per le Infrastrutture autostradali, l’operazione di scomposizione dell’opera come realizzazione ha portato ad identificare le singole attività attraverso le quali sarà realizzata l’opera a mare, nonché a distinguere le tipologie di aree a servizio della sua cantierizzazione ed i quantitativi di materiale messo in gioco nella realizzazione. Nel caso specifico dell’opera a mare, assunto che tale scomposizione è stata condotta intendendolo come opera marittima e pertanto prescindendo dalle finalità e dall’utilizzo specifico ai quali esso è preposto, si sono considerate come attività costruttive il confinamento del Canale di Calma mediante cassoni cellulari e la chiusura dell’opera mediante lo strato di copertura; il riempimento progressivo delle vasche di colmata mediante il materiale proveniente dallo scavo delle gallerie è stato invece considerato facente parte della dimensione “opera come esercizio”, rubricandolo all’interno dell’elemento progettuale “Funzionamento”.

Per quanto attiene gli altri elementi progettuali relativi a detta dimensione, l’attenzione è stata rivolta allo “Slurrydotto” ed all’“Opera a mare”, articolandoli rispetto a “Funzione” e “Funzionamento”, intesi nella accezione precedentemente definita (cfr. Tabella 1-6).

Tabella 1-6 SIA Progetto di Cantierizzazione: Elementi progettuali del livello 3

| Opere | Macrotemi | Elementi progettuali | |
|-----------------------------|--------------------------|--|--|
| Infrastrutture autostradali | Opera come realizzazione | <ul style="list-style-type: none"> Attività di costruzione | <ul style="list-style-type: none"> Costruzione dei viadotti Scavo e costruzione delle gallerie Movimentazione delle terre di scavo delle gallerie Gestione delle terre di scavo delle gallerie Approvvigionamento delle materie prime |
| | | <ul style="list-style-type: none"> Aree a servizio della cantierizzazione | <ul style="list-style-type: none"> Aree cantieri industriali Aree cantieri di imbocco Aree campi base Itinerari di cantierizzazione Piste di cantiere |
| | | <ul style="list-style-type: none"> Quantità di materiali | <ul style="list-style-type: none"> Quantità da approvvigionare con reperimento all’interno / all’esterno dell’opera in progetto Quantità da smaltire con gestione all’interno / all’esterno dell’opera in progetto |

| Opere | Macrotemi | Elementi progettuali | |
|---|--------------------------|---|---|
| Opere connesse di cantierizzazione | Opera come manufatto | <ul style="list-style-type: none"> Opere a carattere temporaneo | <ul style="list-style-type: none"> Slurrydotto Pista di montaggio frese |
| | | <ul style="list-style-type: none"> Opere a carattere definitivo | <ul style="list-style-type: none"> Opera a mare |
| | Opera come realizzazione | <ul style="list-style-type: none"> Attività di costruzione | <ul style="list-style-type: none"> Confinamento del Canale di Calma con cassoni (realizzazione e posa cassoni) Chiusura dell’opera a mare Approvvigionamento delle materie prime |
| | | <ul style="list-style-type: none"> Aree a servizio della cantierizzazione | <ul style="list-style-type: none"> Aree di cantiere Itinerari di cantierizzazione |
| | | <ul style="list-style-type: none"> Quantità di materiali | <ul style="list-style-type: none"> Quantità da approvvigionare con reperimento all’interno / all’esterno dell’opera in progetto |
| | Opera come esercizio | <ul style="list-style-type: none"> Funzione in termini di strumentalità allo scavo delle gallerie autostradali | <ul style="list-style-type: none"> Movimentazione delle terre di scavo Gestione delle terre di scavo |
| <ul style="list-style-type: none"> Funzionamento in termini di svolgimento delle attività strumentali allo scavo delle gallerie autostradali | | <ul style="list-style-type: none"> Movimentazione dello slurry lungo lo slurrydotto Riempimento progressivo dell’opera a mare | |

A chiarimento di quanto detto in merito alle aree a servizio della cantierizzazione, si riporta la definizione delle diverse tipologie di aree assunta nel presente studio (cfr. Tabella 1-7).

Tabella 1-7 Aree a servizio della cantierizzazione

| Tipologia di aree | Definizione |
|-------------------------------|--|
| Aree cantieri industriali | Aree di dimensioni importanti (almeno 4-5.000 mq) destinate ad ospitare gli impianti maggiori (betonaggio, frantumazione, ..) a servizio di più imbocchi o siti di lavoro. |
| Aree cantieri di imbocco | Aree esattamente antistanti l'imbocco delle gallerie che – per la loro dimensione limitata - vengono destinate ad ospitare esclusivamente gli impianti più direttamente necessari alla gestione dei lavori in sotterraneo (impianto di ventilazione, impianto acqua industriale, impianto aria compressa, impianto di depurazione delle acque, ..) oltre ad un limitato deposito di materiali da costruzione (centine, bulloni, ..). |
| Campi base | Aree destinate ai baraccamenti per l'alloggio dei lavoratori, agli uffici ed alle altre funzioni di servizio |
| Itinerari di cantierizzazione | Viabilità di servizio per il collegamento delle aree operative (aree cantieri industriali, cantieri di imbocco), previste lungo la viabilità esistente e le piste di cantiere. |
| Piste di cantiere | Viabilità di servizio realizzata ex novo |

Stante l'impianto metodologico descritto, a valle dell'identificazione dei Temi di riferimento relativi a ciascuno dei due SIA tematici, nell'ambito di ognuno dei tre Quadri di riferimento disposti dal DPCM 27.12.1988 occorre arrivare all'individuazione dei corrispettivi temi di riferimento che, per distinguerli da quelli già precedentemente indicati, sono stati denominati con la locuzione "Temi di Quadro" (cfr. Figura 1-4 e Figura 1-5).

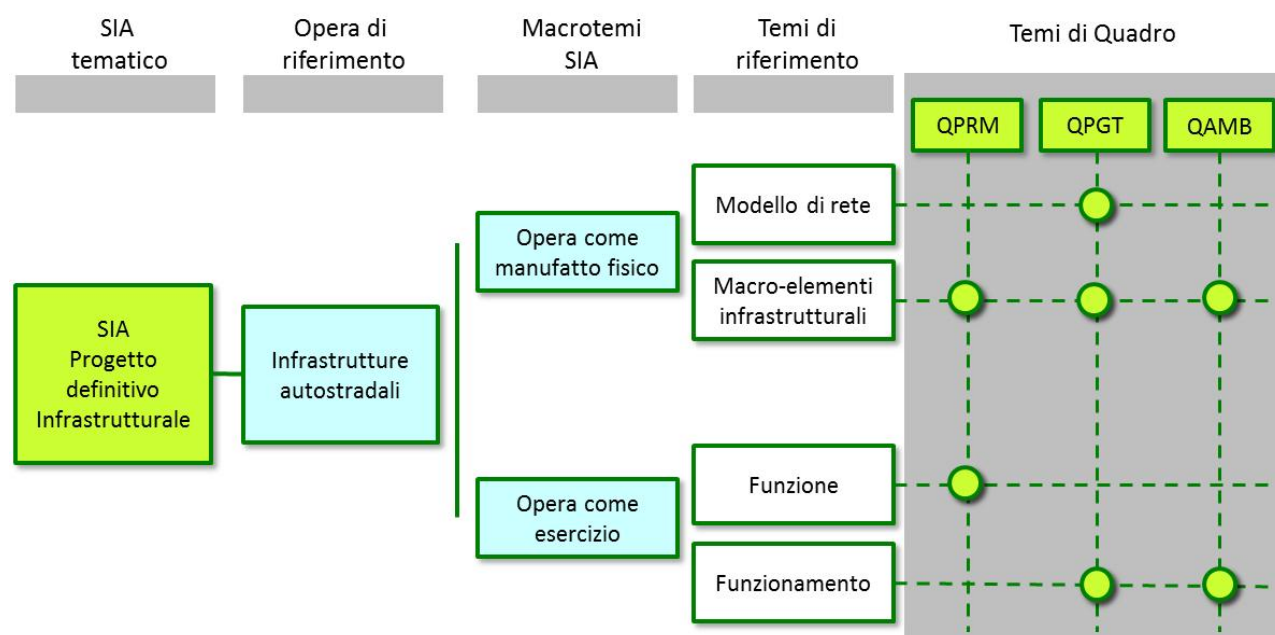


Figura 1-4 SIA Infrastrutturale: esemplificazione processo di individuazione Temi di Quadro

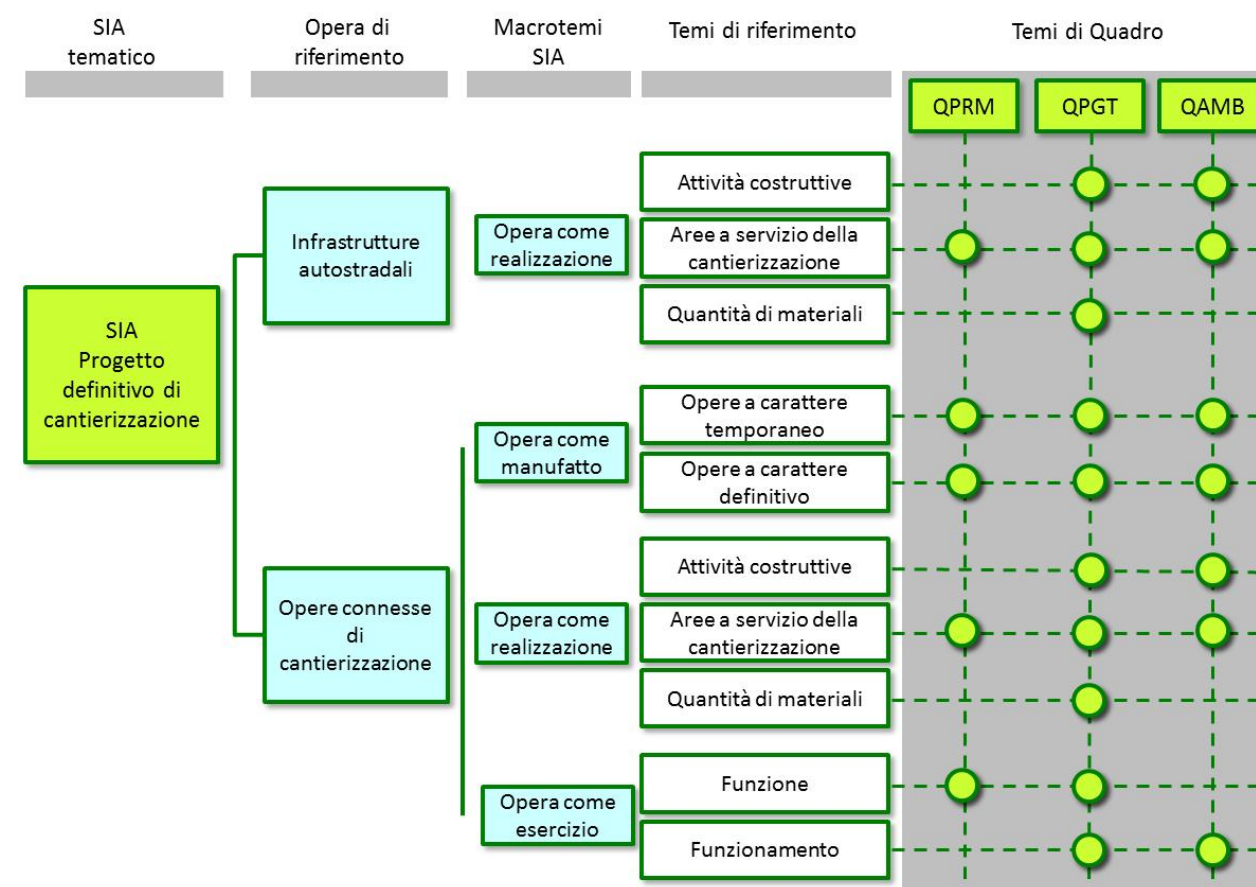


Figura 1-5 SIA Cantierizzazione: esemplificazione processo di individuazione Temi di Quadro

La metodologia sulla scorta della quale identificare detti temi si fonda sui medesimi criteri descritti in precedenza, essendo difatti basata sulla centralità delle finalità assegnate ad ognuno dei tre quadri di riferimento dal DPCM 27.12.1988 e sulla rilevanza che i singoli elementi progettuali, derivanti dalla progressiva scomposizione dell'Opera di riferimento di ciascun SIA tematico, rivestono rispetto a tali finalità.

Con riferimento a detta articolazione, comune ad entrambi i SIA tematici, nel paragrafo seguente sono stati definiti i temi oggetto del Quadro di riferimento Progettuale dello SIA del Progetto definitivo di Cantierizzazione (cfr. par. 1.3.2).

1.2.3 La struttura espositiva

Prima di procedere all'individuazione dei temi di riferimento occorre dare conto delle scelte che l'impianto metodologico e l'architettura dello SIA ora descritte hanno comportato nel definirne la struttura espositiva.

In buona sostanza, la scelta di articolare lo Studio di impatto ambientale del progetto definitivo di adeguamento del Nodo di Genova in due SIA tematici, ciascuno dei quali dedicato ad una Opera di riferimento, ha comportato la necessità di dover risolvere il problema della conseguente duplicazione di tutte le informazioni di carattere generale che di norma sono contenute in uno studio, nonché dei relativi elaborati grafici. In particolare, ci si riferisce a quei contenuti riguardanti l'illustrazione delle specifiche metodologie di lavoro, la descri-

zione degli strumenti di pianificazione o la ricostruzione del quadro conoscitivo di area vasta, la cui ripetizione tal quale in ognuno dei due SIA tematici sarebbe stata all'origine di un inutile aggravio della documentazione e di una conseguente perdita di efficacia comunicativa dello studio.

Parimenti, la mancata documentazione di tali aspetti in uno dei due SIA ne avrebbe inficiato la lettura, non essendo ad esempio possibile comprendere il contesto ambientale rispetto al quale erano riferiti gli impatti potenziali stimati.

Al fine di evitare, da un lato, il rischio di duplicazione delle informazioni e, dall'altro, quello di carenza informativa, si è assunta la scelta di riportare tali aspetti comuni in uno solo dei due SIA e di procedere nell'altro SIA alla loro sintesi.

Appare evidente come tale soluzione a sua volta ingeneri il problema di scegliere lo SIA all'interno del quale inserire la trattazione completa degli argomenti comuni e di quello in cui inserirne la sintesi. Posto che una scelta univoca avrebbe portato nocimento alle specificità di uno dei due SIA, che di fatto sarebbe stato aprioristicamente individuato come sintesi di quello principale, la decisione assunta è stata quella di procedere volta per volta, operando la scelta sulla base del criterio della rilevanza dell'aspetto affrontato rispetto ai temi oggetto dei due SIA tematici.

Esemplificando, nel caso del Quadro Programmatico, le metodologie di lavoro assunte alla base della sua redazione sono state inserite in forma integrale all'interno dello SIA del Progetto infrastrutturale.

Sempre in relazione a detto quadro, per quanto attiene i dati informativi di contesto, quali la descrizione dei Piani, si è ritenuto che la sede opportuna ad una loro più approfondita trattazione fosse quella dello SIA del Progetto infrastrutturale, dal momento che, essendo gli interventi di progetto a carattere definitivo, i rapporti di coerenza e di conformità da essi derivanti hanno una valenza certamente superiore rispetto a quelli che possono scaturire da azioni a carattere temporaneo, quali per l'appunto sono la quasi totalità delle opere di cantierizzazione. A tale riguardo, l'esistenza dell'opera a mare tra le opere di cantierizzazione ha determinato la necessità di operare una deroga alla logica prima descritta, in ordine alla tipologia di strumenti pianificatori e di vincoli presi in considerazione, nonché alle modalità di loro trattazione.

Per quanto attiene invece il Quadro Progettuale, essendo questo chiaramente riferito all'illustrazione dei diversi aspetti dell'opera in progetto (o meglio, nel caso in esame, delle diverse dimensioni delle opere in progetto), pressoché nessuno degli aspetti contenutistici definiti dalle Norme Tecniche di cui al DPCM 27.12.1988 trova ripetizione nei due SIA tematici.

Il Quadro Ambientale è certamente quello in cui è maggiore il rischio di duplicazione ed in cui le specificità di ciascuna componente ambientale hanno determinato la necessità di operare una puntuale scelta dello SIA nel quale affrontare in modo completo la trattazione degli aspetti concernenti la illustrazione dello stato dell'ambiente. Tale circostanza è stata resa ancor più cogente dal fatto che, nella maggior parte dei casi, i siti interessati dall'infrastruttura autostradale come manufatto fisico (viadotti, imbocchi gallerie, corpo stradale) e dalle aree a servizio della cantierizzazione (aree di cantiere, piste di cantiere)

riguardano la medesima area di intervento, aspetto che estende l'evenienza della duplicazione delle informazioni dalla illustrazione del contesto di area vasta a quella delle aree di intervento.

In ragione delle problematiche accennate, si è deciso di operare la scelta caso per caso sulla base della rilevanza che l'esplicarsi del fenomeno indagato riveste rispetto ai Macrotemi dei SIA.

Un esempio emblematico della logica seguita è dato dalle modalità di trattazione delle componenti Atmosfera e Suolo e sottosuolo in ciascuno dei due SIA tematici.

Nel caso dell'Atmosfera, sia essa affrontata nello SIA del Progetto infrastrutturale che in quello del Progetto di cantierizzazione, il fenomeno indagato è dato dalla produzione di fumi da traffico veicolare e dalla conseguente modificazione delle condizioni di qualità dell'aria al relativo scenario di progetto, rispettivamente dato dalla fase di realizzazione e dall'anno 2020. Appare evidente come tale fenomeno presenti una rilevanza sostanziale allo scenario di esercizio rispetto a quella propria dello scenario di cantierizzazione. In ragione di ciò, la documentazione dei quadri conoscitivi meteorologico e diffusivo (fondo atmosferico) è stata collocata nello SIA del Progetto infrastrutturale e sintetizzata nell'altro SIA tematico. Nel caso della componente Suolo e sottosuolo l'aspetto centrale è certamente rappresentato dal rischio di isterilimento dei punti d'acqua. Posto che il fenomeno in questione è dovuto sia allo scavo della galleria che alla presenza del manufatto, come noto, la sua più rilevante manifestazione avviene in corrispondenza della fase di realizzazione, per poi stabilizzarsi successivamente. Conseguentemente, a fronte della maggiore rilevanza rivestita da tale fenomeno nella fase costruttiva, la trattazione estesa degli aspetti concernenti la metodologia di lavoro, i dati conoscitivi di area vasta e quelli di contesto locale sono stati inseriti all'interno dello SIA del Progetto di cantierizzazione, limitandosi in quello del Progetto infrastrutturale ad operarne una sintesi.

1.3 IL QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE NELLO SIA DEL PROGETTO DI CANTIERIZZAZIONE

1.3.1 Le finalità

Secondo quanto stabilito dall'articolo 4 del DPCM 27.12.1988 e di come questo ha trovato declinazione nella prassi, le finalità del Quadro di riferimento progettuale possono essere sintetizzate nei seguenti termini (cfr. Tabella 1-8).

Tabella 1-8 Finalità del Quadro di riferimento progettuale

| | |
|--|--|
| Motivazioni assunte dal Proponente nella definizione del progetto | <ul style="list-style-type: none"> Analisi del rapporto domanda / offerta relativo alla natura dei beni e/o servizi offerti, con riferimento al grado di copertura della domanda ed ai suoi livelli di soddisfacimento in funzione anche dell'ipotesi di assenza dell'intervento; Analisi economica dei costi e dei benefici |
| Alternative | <ul style="list-style-type: none"> Descrizione ed analisi delle alternative con riferimento alle condizioni di utilizzazione delle risorse naturali ed alla produzione di sostanze di scarto, nella fase di realizzazione ed in quella di esercizio |
| Opera in progetto | <ul style="list-style-type: none"> Descrizione dei criteri e motivazioni tecniche della scelta progettuale Descrizione delle caratteristiche tecniche e fisiche del progetto Descrizione delle caratteristiche funzionali, con riferimento alla articolazione delle attività in fase di esercizio |
| Realizzazione dell'opera | <ul style="list-style-type: none"> Descrizione della articolazione delle attività necessarie alla realizzazione dell'opera Descrizione delle aree occupate durante la fase di realizzazione dell'opera |
| Misure per il miglioramento dell'inserimento ambientale dell'opera | <ul style="list-style-type: none"> Misure ed interventi volti ad eliminare e/o contenere gli impatti attesi Misure ed interventi volti a riequilibrare eventuali scompensi indotti dall'opera sull'ambiente |

1.3.2 I Temi di Quadro

Sintetizzando quanto sin qui detto, lo Studio di impatto ambientale, del quale fa parte il presente Quadro progettuale, vede nelle Infrastrutture autostradali e nelle Opere connesse di cantierizzazione le sue Opere di riferimento, le quali, colte nelle tre dimensioni attraverso le quali è possibile leggere un'infrastruttura (realizzazione; manufatto ed esercizio), hanno dato luogo ai seguenti Macrotemi:

- “Infrastrutture autostradali come realizzazione”, con riferimento quindi a quell'insieme di attività, aree e materiali necessari alla costruzione di un'infrastruttura di mobilità;
- “Opere connesse di cantierizzazione come manufatto fisico”, lette in relazione alle loro caratteristiche dimensionali, fisiche e tecniche;
- “Opere connesse di cantierizzazione come realizzazione”, colte quindi negli aspetti legati alla loro costruzione;
- “Opere connesse di cantierizzazione come esercizio”, dimensione quest'ultima che nel caso specifico dell'opera a mare, è stata riferita alla sola operazione di stoccaggio delle terre provenienti dallo scavo delle gallerie, distinguendola con ciò da quelle relative al confinamento del Canale di Calma e di formazione dello strato di copertura, intese come attività costruttive di detta opera.

Ciò premesso, anche in questo caso, così come in quello del Quadro progettuale del SIA del progetto Infrastrutturale, l'individuazione dei Temi di Quadro necessita di una preventiva attività di contestualizzazione delle finalità di quadro.

In questa ottica, per quanto attiene la prima finalità appare evidente come la descrizione delle motivazioni assunte dal Proponente nella definizione del progetto attenga aspetti che non rientrano tra i Macrotemi ed i Temi di riferimento del presente SIA, se non, per estensione, leggendo il rapporto domanda/offerta in termini di rapporto fabbisogno di materie/produzione di materie e, conseguentemente, il grado di copertura della domanda ed il suo livello di soddisfacimento come bilancio materiali.

Per quanto invece attiene la seconda finalità attribuita al quadro in esame, anche per i due Macrotemi in oggetto vale quanto detto per la progettazione delle Infrastrutture autostradali: la descrizione ed analisi delle alternative di progetto è stata di fatto già condotta e sottoposta alla valutazione degli Enti territoriali e locali, nonché anche degli attori non istituzionali durante il complesso iter progettuale/decisionale che ha accompagnato la progettazione del Nodo di Genova ed in particolare attraverso il Dibattito Pubblico (1 Febbraio – 30 Aprile 2009). In ragione di ciò, secondo l'impianto metodologico assunto alla base dello SIA, tale aspetto è stato oggetto di trattazione all'interno della Relazione Generale Sinottica (MAM-GEN-002-R) e pertanto, al fine di evitare dannose quanto inutili duplicazioni, non è stato preso in considerazione nella presente parte dello studio.

L'unica eccezione rispetto a tale logica è rappresentata dal tema delle tecniche attraverso le quali conterminare il Canale di Calma ai fini della realizzazione dell'opera a mare, questione quindi attinente le scelte progettuali di carattere costruttivo e non quelle afferenti le modalità di stoccaggio delle terre di scavo o la localizzazione dell'opera a mare le quali, come detto, sono state affrontate nella Relazione Generale Sinottica.

Avendo quindi ridefinito nei termini sopraesposti le finalità del Quadro progettuale del presente SIA tematico, ai fini della definizione dei Temi di quadro si è partiti dall'esame dei Temi di riferimento già definiti in precedenza (cfr. Tabella 1-6), verificando se la loro articolazione fosse tale da soddisfare o meno dette finalità.

Nello specifico, per quanto attiene il Macrotema “Infrastrutture autostradali come realizzazione” e segnatamente per il tema di riferimento “Attività costruttive” è apparso necessario articolare ulteriormente l'elemento progettuale “scavo e costruzione delle gallerie” in ragione delle profonde diversità che in termini generali e soprattutto nel caso in esame intercorrono tra scavo meccanizzato e quello tradizionale, individuando con ciò in essi due Temi di Quadro.

Sempre in relazione al Tema “Attività costruttive”, in ragione dell'accezione data al concetto di “Approvvigionamento delle materie prime”, si è ritenuto necessario distinguere tra “aree di approvvigionamento” ed “attività di approvvigionamento”, intendendo con queste ultime la movimentazione delle materie prime dal sito di approvvigionamento/produzione a quello di intervento.

Per quanto invece attiene i Temi di riferimento “Aree a servizio della cantierizzazione” e “Quantità di materiale” si è ritenuta appropriata l'articolazione in elementi progettuali già individuata (cfr. Tabella 1-6), fatto salvo per quanto attiene le quantità da smaltire, aspetto

quest'ultimo che proprio nel caso in specie assume particolare rilevanza in ragione della potenziale presenza di terre amiantifere derivanti dallo scavo delle gallerie in destra Polcevera. Alla luce di tale circostanza sono assunti come Temi di Quadro le "Quantità di terre non amiantifere" e le "Quantità di terre potenzialmente amiantifere".

In merito al Macrotema "Opere connesse di cantierizzazione come manufatto" e relativamente al Tema di riferimento "Opere a carattere definitivo", l'Opera a mare è stata distinta in due Temi di Quadro, rappresentati dagli "Elementi strutturali" e dalle "Dotazioni impiantistiche".

A tale riguardo e con riferimento anche al Tema di riferimento "Attività costruttive" si ricorda che rispetto a tali temi l'opera a mare è stata intesa nella sua natura di opera marittima, a prescindere quindi dalla funzione cui nel caso in specie essa è preposta e dalle modalità attraverso le quali si svolgerà la posa del materiale all'interno della colmata. A fronte di tale logica si sono considerate come Temi di Quadro le "Attività costruttive" consistenti nel confinamento del Canale di Calma mediante cassoni cellulari e nella chiusura dell'opera mediante lo strato di copertura, nonché nell'approvvigionamento delle materie prime da costruzione.

Per quanto infine attiene il Macrotema "Opere connesse di cantierizzazione come esercizio", posto che il tema "funzione" prima identificato tra gli elementi progettuali di livello 3 (cfr. Tabella 1-6) chiaramente non rientra tra quelli rilevanti rispetto alle finalità del presente quadro, si è fatto riferimento unicamente al tema "funzionamento", conservando l'articolazione tra attività di movimentazione dello slurry e di riempimento dell'opera a mare.

Stanti le considerazioni svolte i Temi di Quadro assunti sono stati i seguenti (cfr. Tabella 1-9).

Tabella 1-9 Temi di Quadro

| Opere | Macrotemi | Temi di riferimento | Temi di Quadro |
|------------------------------------|--------------------------|---|---|
| Infrastrutture autostradali | Opera come realizzazione | • Attività costruttive | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Costruzione dei viadotti ▪ Scavo e costruzione delle gallerie <ul style="list-style-type: none"> – Scavo meccanizzato – Scavo in tradizionale ▪ Movimentazione delle terre di scavo delle gallerie ▪ Gestione delle terre di scavo delle gallerie |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Approvvigionamento delle materie prime <ul style="list-style-type: none"> – Aree di approvvigionamento – Traffico di approvvigionamento |
| | | • Aree a servizio della cantierizzazione | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aree cantieri industriali ▪ Aree cantieri di imbocco ▪ Aree campi base ▪ Itinerari di cantierizzazione ▪ Piste di cantiere |
| | | • Quantità di materiale | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Quantità da approvvigionare con reperimento all'interno / all'esterno dell'opera in progetto ▪ Quantità da smaltire con gestione all'interno / all'esterno dell'opera in progetto ▪ Quantità terre non amiantifere ▪ Quantità terre potenzialmente amiantifere |
| Opere connesse di cantierizzazione | Opera come manufatto | • Opere a carattere temporaneo | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Slurrydotto ▪ Pista di montaggio frese |
| | | • Opere a carattere definitivo | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Opera a mare <ul style="list-style-type: none"> – Elementi strutturali – Dotazioni impiantistiche |
| | Opera come realizzazione | • Attività costruttive | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Confinamento del Canale di Calma ▪ Chiusura dell'opera a mare ▪ Approvvigionamento delle materie |
| | | • Aree a servizio della cantierizzazione | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aree di cantiere ▪ Itinerari di cantierizzazione |
| Opera come esercizio | • Funzionamento | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Quantità da approvvigionare con reperimento all'interno / all'esterno dell'opera in progetto ▪ Movimentazione dello slurry lungo lo slurrydotto ▪ Riempimento progressivo dell'opera a mare | |

2 AREE A SERVIZIO DELLA CANTIERIZZAZIONE DEL NODO INFRASTRUTTURALE

2.1 LE TIPOLOGIE DI AREE

Come in più occasioni precisato, con la locuzione “aree a servizio della cantierizzazione” si è inteso definire quel complesso di aree che di prassi sono strumentali alla realizzazione di un’opera infrastrutturale, ossia che fanno parte dell’ordinario corredo di aree ed itinerari a servizio della cantierizzazione, differenziandosi così da quelle che nel presente SIA sono state identificate come “Opere connesse di cantierizzazione” le quali, invece, costituiscono quell’insieme di opere ed aree la cui previsione discende dalle peculiarità e dalla complessità di realizzazione del progetto in esame.

Ciò premesso, le aree a servizio della cantierizzazione previste dal progetto in esame appartengono alle seguenti tipologie (cfr. Tabella 2-1). La tavola MAM-C-QPGT-004 riporta lo schema complessivo delle aree.

Tabella 2-1 Quadro delle aree a servizio della cantierizzazione

| Tipologia di aree | Definizione |
|-------------------------------|---|
| Aree cantieri industriali | Aree di dimensioni importanti (almeno 4-5.000 mq) destinate ad ospitare gli impianti maggiori (betonaggio, frantumazione, ..) a servizio di più imbocchi o siti di lavoro. |
| Aree cantieri di imbocco | Aree esattamente antistanti l’imbocco delle gallerie che – per la loro dimensione limitata - vengono destinate ad ospitare esclusivamente gli impianti più direttamente necessari alla gestione dei lavori in sotterraneo (impianto di ventilazione, impianto acqua industriale, impianto aria compressa, impianto di depurazione delle acque, ..), oltre ad un limitato deposito di materiali da costruzione (centine, bulloni, ..). |
| Campi base | Aree destinate ai baraccamenti per l’alloggio dei lavoratori, agli uffici ed alle altre funzioni di servizio |
| Itinerari di cantierizzazione | Viabilità di servizio per il collegamento delle aree operative (aree cantieri industriali, cantieri di imbocco), previste lungo la viabilità esistente e le piste di cantiere. |
| Piste di cantiere | Viabilità di servizio realizzata ex novo |

A dette aree occorre inoltre aggiungere:

- Le aree di deposito a terra;
- Le aree di approvvigionamento di inerti;
- Le aree di scarica;
- I siti di betonaggio.

Per quanto segnatamente attiene le prime, queste sono costituite da due aree di adeguamento morfologico, localizzate in corrispondenza dell’area di cantiere industriale CI.06 Campursone, presso lo svincolo di Genova Est, ed in Comune di Sori.

Nel caso dell’area di cantiere CI.06, l’intervento di adeguamento morfologico, consistente nel riempimento di una depressione esistente, riveste un duplice carattere: definitivo, per quanto attiene la quota parte destinata alla realizzazione di un piazzale che, nel corso del-

la fase di realizzazione, sarà adibito ad area di caratterizzazione del materiale di scavo, e che, successivamente a questa, resterà a servizio di Autostrade per l’Italia; temporaneo, per la restante parte, da utilizzarsi come sito di stoccaggio per l’appunto temporaneo delle terre più pregiate provenienti dallo scavo delle gallerie e da utilizzarsi al fine della realizzazione dell’opera a mare.

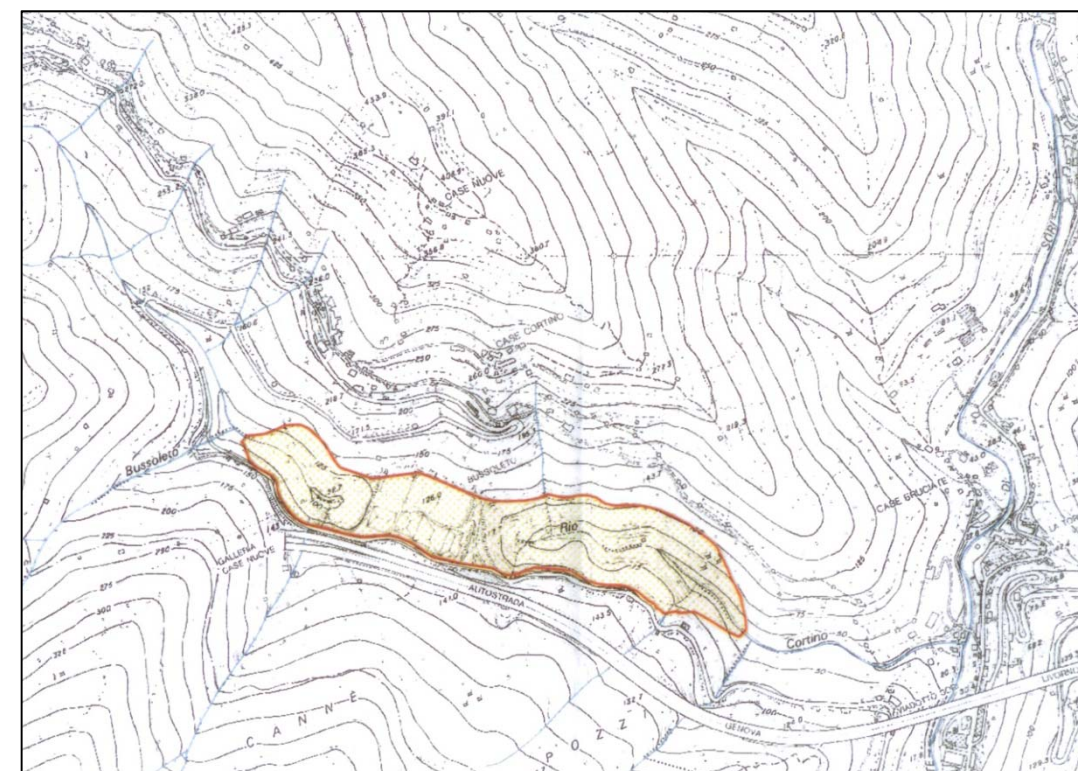


Figura 2-1 Area di deposito in Comune di Sori

Relativamente all’intervento in Comune di Sori, questo discende da una precisa istanza dell’Amministrazione comunale, già espressa nel corso del Dibattito Pubblico, e comporta la realizzazione di un riempimento per circa 500.000 m³, derivanti dalle terre provenienti dallo scavo delle gallerie in sinistra Polcevera e, pertanto, non amiantifere (cfr. Figura 2-1).

2.2 LE AREE DI CANTIERE

2.2.1 I cantieri industriali

2.2.1.1 Il quadro delle aree

Nel loro complesso, le aree di cantiere industriale sono 16 e le loro principali caratteristiche, dal punto di vista localizzativo e funzionale, risultano così sintetizzabili (cfr. Tabella 2-2).

Tabella 2-2 Quadro delle aree di cantiere industriale

| Ambito di intervento | Cod. | Opere di riferimento |
|----------------------------------|------|-------------------------------|
| Interconnessione di Vesima | CI01 | Viadotti Beo e Frana |
| | CI02 | Viadotti Vesima |
| Interconnessione di Voltri | CI03 | Viadotti e gallerie Voltri |
| Opere a mare | CI04 | Opere a mare |
| Interconnessione di Genova Ovest | CI05 | Demolizione rampa elicoidale |
| Svincolo di Genova Est | CI06 | Campursone |
| Interconnessione Torbella | CI07 | Torbella |
| Interconnessione di Bolzaneto | CI08 | Viadotto Genova – pila 3 |
| | CI09 | Viadotto Genova – pila 2 |
| | CI10 | Logistica viadotti e gallerie |
| | CI11 | Viadotto Mercantile |
| | CI12 | Viadotti Secca |
| | CI13 | Imbocco frese |
| | CI14 | Impianti frese |
| | CI15 | Stoccaggio conci |
| | CI16 | Pista Polcevera |

2.2.1.2 Caratteristiche generali: apprestamenti e sistemazioni idrauliche

Le principali caratteristiche concernenti gli apprestamenti e le sistemazioni idrauliche comuni a tutti i campi industriali sono le seguenti:

- **Recinzioni.**
Tutte le aree saranno opportunamente delimitate da recinzioni secondo le caratteristiche e dimensioni previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.
- **Trattamento delle superfici.**
Tutte le superfici saranno completamente asfaltate mediante pacchetto stradale realizzato con 20 cm di materiale arido stabilizzato, 10 cm di base, 5 cm di binder e 4 cm di tappeto di usura.
- **Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc.** saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.
- **Depositi carburante.**
Tutti i depositi di carburante (ove presenti) saranno conformi alla normativa vigente in materia (D.M. 19/03/1990 n. 76).
- **Gestione delle acque meteoriche**
Il drenaggio delle acque meteoriche provenienti dai piazzali e dai parcheggi avverrà mediante canalette e tubazioni in c.a.v. che recapitano in appositi impianti di disoleazione a gravità, con pozzetto deviatore, pozzetto separatore dei fanghi e separatore olii coalescente, dei quali sarà dotata ciascuna area di cantiere. Tali impianti, la capienza dei quali ovviamente varierà in funzione dell'entità della superficie impermeabile da trattare, saranno dimensionati per il trattamento dei soli volumi di prima pioggia (AMPP) corrispondenti ad un'altezza d'acqua pari a 5 mm, così come previsto dalla normativa vigente.
- **Gestione delle acque reflue civili**

Le acque saranno raccolte mediante un sistema di collettori in PVC DN160 e immesse in un apposito impianto di depurazione biologica (vasca tipo Imhoff, con capacità pari a 10 abitanti equivalenti, che comporta un trattamento primario ed un trattamento secondario biologico ad "ossidazione totale"), a valle della quale è previsto un pozzetto per prelievo campioni e successivamente la restituzione al recettore esistente.

• **Approvvigionamento delle acque sanitarie**

Nei cantieri nei quali è prevista l'installazione di locali adibiti a spogliatoi/WC/ricovero, sarà predisposta la fornitura di acqua sanitaria mediante rete di tubazioni in HDPE SDR11 DN63mm. L'approvvigionamento di acqua sanitaria avverrà mediante apposito serbatoio di accumulo.

2.2.1.3 Le aree di cantiere CI13 e CI14

Le due aree CI13 e CI 14 costituiscono il punto nodale del sistema della cantierizzazione del Nodo stradale ed autostradale di Genova, in quanto assolvono alle principali funzioni volte alla realizzazione delle infrastrutture autostradali ed alla gestione del ciclo delle terre.

Nello specifico, l'area CI13 è finalizzata a:

- realizzazione della spalla del Viadotto Genova
- area di assemblaggio delle TBM attraverso le quali saranno realizzate le gallerie Monterosso, Amandola e Borgonuovo.

L'area CI14, oltre ad essere rivolta alla realizzazione della pila 1 del viadotto Genova, come detto costituisce il punto nodale del sistema di gestione delle terre di scavo.

Tale area è difatti finalizzata a:

- Stoccaggio temporaneo delle terre di scavo delle gallerie realizzate in meccanizzato, mediante 12 silos di capacità pari a 1.500 m3;
- Caratterizzazione delle terre di scavo;
- Insacchettamento, stabilizzazione o produzione dello slurry, in relazione al diverso tenore di amianto riscontrato nelle terre di scavo;
- Frantumazione.

2.2.1.4 Le altre aree di cantiere

Le caratteristiche specifiche di ciascuna delle aree di cantiere industriale, sintetizzate nel seguito (cfr. Tabella 2-3), fanno riferimento ai seguenti aspetti:

- Aspetti generali, concernenti la localizzazione e le condizioni di accessibilità;
- Sistemazioni che si rendono necessarie al fine di approntare l'area di cantiere;
- Finalità alle quali è rivolta l'area di cantiere.

Tabella 2-3 Aree di cantiere industriale: caratteristiche specifiche

| Cod | Caratteristiche | Descrizione | |
|------|------------------|---|---|
| CI01 | Aspetti generali | L'area, localizzata in fregio all'autostrada A10 – direzione Genova e posta altimetricamente in continuità con la quota della piattaforma stradale, è articolata in due aree, A e B | |
| | Sistemazioni | Area A | Sbancamento del terreno naturale |
| | | Area B | Realizzazione muro di sostegno e sbancamento del terreno naturale |
| | Finalità | Area A | Accesso dall'autostrada alla spalla lato SV del via- |

| Cod | Caratteristiche | Descrizione |
|------|------------------|---|
| | | dotto Frana Est in ampliamento |
| | Area B | Accesso alla spalla lato SV del viadotto Vesima Est in ampliamento |
| CI02 | Aspetti generali | Localizzazione in corrispondenza dei viadotti Vesima esistenti. L'accessibilità è garantita attraverso le viabilità di servizio (VS01 e VS02), con apposite rampe di larghezza pari a 4 m. |
| | Sistemazioni | Ritombamento dell'impluvio esistente. La regimazione idraulica del tratto di rio interessato dal ritombamento prevede la posa di condotte metalliche policentriche di idonee dimensioni |
| | Finalità | Ampliamento dei viadotti Vesima |
| CI03 | Aspetti generali | Localizzazione all'interno dell'area portuale di Voltri. L'area risulta collegata alla viabilità ordinaria mentre l'accesso avviene attraverso il varco già esistente da N-O. |
| | Sistemazioni | - |
| | Finalità | Produzione calcestruzzo a servizio delle opere da realizzarsi nell'ambito dell'interconnessione di Voltri e di Vesima, per un volume totale stimato di calcestruzzo pari a 140.000 m ³ che, distribuito negli 8 anni stimati di durata di cantiere, corrispondono a circa 50 mc/g (a meno degli incrementi nei periodi di picco). L'impianto di betonaggio è costituito da: <ul style="list-style-type: none"> • piazzale di scarico degli inerti ed area di stoccaggio degli stessi; • area di miscelazione del calcestruzzo, insonorizzata, con silos per cementi e additivi; • area per il carico delle betoniere. |
| CI04 | Aspetti generali | Localizzazione all'interno dell'area portuale nei pressi della foce del torrente Polcevera in destra idrografica ed estensione pari a circa 30.000 mq. L'accesso all'area è stato previsto da N-O attraverso lo svincolo della nuova strada urbana di scorrimento da lungomare Canepa a Piazza Savio |
| | Sistemazioni | - |
| | Finalità | L'area risponde a tre diverse finalità: <ul style="list-style-type: none"> • produzione calcestruzzi a servizio delle opere da realizzarsi nell'ambito dell'interconnessione di Genova Ovest, per un volume totale stimato di calcestruzzo pari a 160.000 m³ che, distribuito negli 8 anni stimati di durata di cantiere, corrispondono a circa 55m³/g (a meno degli incrementi nei periodi di picco); • caratterizzazione delle terre di scavo, al fine di attestare l'idoneità delle stesse ad essere riutilizzate per la realizzazione di rilevati o ritombamenti, organizzate in tre cumuli, per un volume totale di 7.500 m³. |

| Cod | Caratteristiche | Descrizione |
|------|------------------|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Depurazione. <p>L'area di produzione calcestruzzi, ubicata nel settore centrale del cantiere, presenta un impianto di betonaggio costituito da:</p> <ul style="list-style-type: none"> • piazzale di scarico degli inerti ed area di stoccaggio degli stessi; • area di miscelazione del calcestruzzo, insonorizzata, con silos per cementi e additivi; • area per il carico delle betoniere. |
| CI05 | Aspetti generali | Localizzazione in corrispondenza della rampa elicoidale esistente che, provenendo da Ovest lungo l'autostrada A10, subito dopo il viadotto Morandi, consente l'immissione sulla autostrada A7 in direzione Milano. L'accessibilità è garantita, da N-E, direttamente dall'autostrada A10 attraverso un varco esistente oppure, da S-O, mediante una pista esistente che si stacca da Via del Campasso. |
| | Sistemazioni | - |
| | Finalità | Demolizione elicoidale |
| CI06 | Aspetti generali | Localizzazione in corrispondenza dello svincolo di Genova Est. L'accessibilità è garantita attraverso la viabilità di servizio VS09 |
| | Sistemazioni | Ritombamento della valle esistente nel tratto a monte dell'imbocco lato Sud della galleria Campursone esistente |
| | Finalità | <ul style="list-style-type: none"> • Caratterizzazione dei materiali provenienti dallo scavo in tradizionale delle gallerie in terre non amiantifere, organizzati in tre cumuli, per un volume totale di 9.880 m³. • Stoccaggio temporaneo del materiale più pregiato proveniente dallo scavo delle gallerie e da utilizzarsi per la realizzazione dell'opera a mare, organizzato secondo 6 ribancamenti per una capienza massima, comprensiva anche del ritombamento del piazzale di caratterizzazione, pari a circa 393.000 m³ • Frantumazione |
| CI07 | Aspetti generali | Localizzazione lungo l'autostrada A12 – direzione Livorno immediatamente prima dell'imbocco lato Genova della galleria Montesperone esistente. L'accessibilità è diretta dall'autostrada esistente. |
| | Sistemazioni | - |
| | Finalità | Produzione calcestruzzo a servizio delle opere da realizzarsi nell'ambito dell'interconnessione Torbella, per un volume totale stimato di calcestruzzo pari a 450.000 m ³ che, distribuiti negli 8 anni stimati di durata di cantiere, corrispondono a circa 150 m ³ /g (a meno degli incrementi nei periodi di picco). |

| Cod | Caratteristiche | Descrizione |
|------|------------------|--|
| | | L'impianto di betonaggio è costituito da: <ul style="list-style-type: none"> • piazzale di scarico degli inerti e da area di stoccaggio degli stessi; • area di miscelazione del calcestruzzo, insonorizzato, con silos per cementi e additivi; • area per il carico delle betoniere. |
| CI08 | Aspetti generali | Localizzazione in fregio al Mercato ortofrutticolo, ad Est, nell'attuale sede di una stazione di rifornimento carburante. L'accessibilità è garantita direttamente dalla viabilità ordinaria (Via F. Bruzzo). |
| | Sistemazioni | - |
| | Finalità | Realizzazione pila 3 del viadotto Genova |
| CI09 | Aspetti generali | Localizzazione in fregio al Mercato ortofrutticolo, ad Ovest, all'interno di un'area interclusa delimitata a Nord dal sottopasso alla ferrovia esistente su Via F. Bruzzo, ad Ovest dalla ferrovia esistente stessa, a Sud e ad est da fabbricati esistenti. L'accessibilità è garantita attraverso il varco esistente che da via Bruzzo consente di raggiungere la massicciata ferroviaria ed il locale elettromeccanico a servizio del sistema di pompaggio acque del sottopasso |
| | Sistemazioni | Realizzazione di un'apposita opera di scavalco affiancata a quella ferroviaria |
| | Finalità | Realizzazione pila 2 del viadotto Genova |
| CI10 | Aspetti generali | Localizzazione in destra idrografica del torrente Secca, immediatamente a Nord del Mercato ortofrutticolo. L'accessibilità è garantita dalla viabilità ordinaria attraverso il varco esistente su Via Bertelli. |
| | Sistemazioni | Demolizione di fabbricato esistente |
| | Finalità | Area logistica (box, uffici di cantiere e spogliatoi per le maestranze) a servizio delle opere previste nell'ambito dell'interconnessione di Bolzaneto nonché ad area di stoccaggio del materiale necessario per la realizzazione delle gallerie e dei viadotti |
| CI11 | Aspetti generali | Localizzazione in destra idrografica del torrente Secca ed immediatamente a Nord della rotatoria sulla Via Sardorella. L'accessibilità è garantita dalla viabilità ordinaria attraverso un apposito varco sulla rotatoria. |
| | Sistemazioni | - |
| | Finalità | Produzione calcestruzzo a servizio delle opere da realizzarsi nell'ambito dell'interconnessione di Bolzaneto, per un volume totale stimato di calcestruzzo pari a 283.000 m ³ che, distribuito negli 8 anni stimati di durata di cantiere, corrispondono a circa 100 m ³ /g (a meno degli incrementi nei periodi di picco). L'impianto di betonaggio è costituito da: <ul style="list-style-type: none"> • piazzale di scarico degli inerti ed area di stoccaggio degli |

| Cod | Caratteristiche | Descrizione |
|------|------------------|--|
| | | stessi; <ul style="list-style-type: none"> • area di miscelazione del calcestruzzo, insonorizzata, con silos per cementi e additivi; • area per il carico delle betoniere. |
| CI12 | Aspetti generali | Localizzazione in destra idrografica del torrente Secca, immediatamente a Nord dei viadotti autostradali esistenti della A7. L'accessibilità è garantita dalla viabilità ordinaria (via Sardorella) attraverso un apposito varco |
| | Sistemazioni | - |
| | Finalità | <ul style="list-style-type: none"> • Caratterizzazione delle terre di scavo, al fine di attestare l'idoneità delle stesse ad essere riutilizzate per la realizzazione di rilevati o ritombamenti, organizzate in tre cumuli, per un volume totale di 3.870 m3. • Frantumazione |
| CI15 | Aspetti generali | Localizzazione in sinistra idrografica del torrente Burla nei pressi del settore N-O dell'area cimiteriale di Bolzaneto attualmente non utilizzata. L'accessibilità è garantita attraverso il varco esistente su Via Garrone. |
| | Sistemazioni | <ul style="list-style-type: none"> • Riprofilatura del versante con scarpate di pendenza (orizz:vert) pari a 3:2; • Realizzazione, lungo il lato adiacente l'area cimiteriale, di una barriera fonoassorbente al fine di limitare l'impatto acustico delle lavorazioni; • Realizzazione, in fregio a quella ordinaria, di un'apposita viabilità di collegamento tra il cantiere CI15 e l'area di imbocco frese (CI13), che verrà regolata mediante impianti semaforici o simili durante il transito dei mezzi di trasporto concii |
| | Finalità | Area di stoccaggio dei concii per le gallerie da scavare con metodo meccanizzato, con dimensionamento volto a garantire un'autonomia di rifornimento alle frese pari a circa 7gg lavorativi |
| CI16 | Aspetti generali | Localizzazione in sinistra idrografica del torrente Polcevera immediatamente a Nord dei viadotti ferroviari lungo Via Perlasca. L'accessibilità è garantita attraverso appositi varchi di entrata/uscita su Via Perlasca. |
| | Sistemazioni | - |
| | Finalità | Area di stoccaggio dei materiali necessari (carpenterie metalliche) per la realizzazione dello "slurrydotto" |

Sintetizzando quanto ora descritto, i cantieri industriali nei quali si prevede la localizzazione di funzioni singolari risultano i seguenti (cfr. Tabella 2-4).

Tabella 2-4 Aree di cantiere industriale: funzioni singolari

| Funzione | Denominazione CI | | N. totale |
|-------------------------|------------------|---|-----------|
| Produzione calcestruzzi | CI03 | Produzione calcestruzzo a servizio delle opere da realizzarsi nell'ambito dell'interconnessione di Voltri e di Vesima | 4 |
| | CI04 | Produzione calcestruzzi a servizio delle opere da realizzarsi nell'ambito dell'interconnessione di Genova Ovest | |
| | CI07 | Produzione calcestruzzo a servizio delle opere da realizzarsi nell'ambito dell'interconnessione Torbella | |
| | CI11 | Produzione calcestruzzo a servizio delle opere da realizzarsi nell'ambito dell'interconnessione di Bolzaneto | |
| Frantumazione | CI05 | Frantoio mobile | 3 |
| | CI06 | | |
| | CI12 | | |
| Caratterizzazione | CI04 | Caratterizzazione dei materiali provenienti dallo scavo in tradizionale delle gallerie in terre non amiantifere | 3 |
| | CI06 | | |
| | CI12 | | |
| Stoccaggio temporaneo | CI06 | Stoccaggio temporaneo del materiale da utilizzarsi per la realizzazione dell'opera a mare | 1 |
| Impianto depurazione | CI04 | | 1 |

2.2.2 Le aree di cantiere di imbocco

2.2.2.1 Caratteristiche generali: apprestamenti e sistemazioni idrauliche

Le principali caratteristiche concernenti gli apprestamenti e le sistemazioni idrauliche comuni a tutti i campi industriali sono le seguenti:

- **Recinzioni.**
Tutte le aree saranno opportunamente delimitata da recinzioni secondo le caratteristiche e dimensioni previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.
- **Trattamento delle superfici.**
Tutte le superfici saranno completamente asfaltate mediante pacchetto stradale realizzato con 20 cm di materiale arido stabilizzato, 10cm di base, 5 cm di binder e 4 cm di tappeto di usura.
- **Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc.** saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.
- **Depositi carburante.**
Tutti i depositi di carburante (ove presenti) saranno conformi alla normativa vigente in materia (D.M. 19/03/1990 n. 76).
- **Gestione delle acque meteoriche**

Le acque meteoriche provenienti dai versanti (“acque pulite”) saranno raccolte lungo i limiti del cantiere mediante fossi di guardia e convogliate direttamente nel loro recapito finale.

Le acque meteoriche originanti nelle aree di cantiere saranno raccolte mediante una rete di canalette e collettori, e, per la quota parte relativa ai volumi di prima pioggia (AMPP), convogliate nelle vasche di accumulo e successivamente all'impianto di trattamento; per la restante parte eccedente, saranno recapitate direttamente al recettore esistente.

- **Gestione delle acque di scavo**

Le acque di drenaggio di falda provenienti dalla galleria durante i lavori, insieme ad eventuali residui delle lavorazioni, saranno raccolte ed inviate all'impianto di trattamento.

- **Gestione delle acque di lavaggio ruote ed autobetoniere**

L'acqua proveniente dai sistemi di lavaggio ruote sarà convogliata in una vasca di decantazione acque reflue e, in seguito, inviata all'impianto di trattamento per essere riutilizzata.

Per il lavaggio delle canale delle autobetoniere, operazione condotta al termine dell'esecuzione del getto dei conglomerati cementizi trasportati in cantiere, sarà realizzata una vasca di decantazione. L'acqua di sfioro dalla vasca sarà inviata all'impianto di trattamento.

- **Gestione delle acque reflue civili**

Nei cantieri ove è stata prevista l'installazione di apprestamenti dotati di servizi igienico-sanitari il cantiere verrà attrezzato con un depuratore biologico (vasca Imhoff) per il trattamento dei liquami e la successiva restituzione al recettore.

2.2.2.2 Caratteristiche specifiche

Le caratteristiche specifiche di ciascuna delle aree di cantiere di imbocco, sintetizzate nel seguito (cfr. Tabella 2-3), fanno riferimento ai seguenti aspetti:

- Aspetti generali, concernenti la localizzazione e le condizioni di accessibilità;
- Finalità alle quali è rivolta l'area di cantiere.

Tabella 2-5 Aree di cantiere industriale: caratteristiche specifiche

| Cod | Caratteristiche | Descrizione |
|------|------------------|---|
| CI17 | Aspetti generali | Localizzazione in tangenza al ramo autostradale esistente della A10 direzione Ventimiglia. L'accessibilità è garantita attraverso una rampa di raccordo con la A10 direzione Ventimiglia |
| | Finalità | Estrazione e smontaggio delle TBM |
| CI18 | Aspetti generali | Localizzazione in corrispondenza dell'interconnessione di Voltri, imbocco gallerie Borgonuovo lato GE e Bric del Carmo Nord. L'accessibilità è garantita attraverso la viabilità di servizio VS03 |
| | Finalità | Riassemblaggio delle TBM precedentemente smontate e trasportate attraverso i viadotti Cerusa Scavo con metodo tradizionale della galleria Bric del Carmo |
| CI19 | Aspetti generali | Localizzazione in corrispondenza dell'interconnessione di Vol- |

| Cod | Caratteristiche | Descrizione |
|------|------------------|--|
| | | tri, immediatamente ad O dell'imbocco esistente della galleria Nervallo |
| | Finalità | Ampliamento del viadotto Cerusa esistente |
| CI20 | Aspetti generali | Localizzazione in corrispondenza dell'imbocco della galleria Voltri lato SV L'accessibilità dalla viabilità ordinaria è garantita attraverso la viabilità di servizio VS04 |
| | Finalità | Piazzale di arrivo delle gallerie Voltri Est ed Ovest Realizzazione dei viadotti Cerusa Area di transito dei componenti delle TBM verso l'imbocco della galleria Borgonuovo lato GE |
| CI21 | Aspetti generali | Localizzazione in corrispondenza dell'imbocco della galleria Voltri lato GE L'accessibilità dalla viabilità ordinaria è garantita attraverso la viabilità di servizio VS04 |
| | Finalità | Scavo delle gallerie Voltri con metodo tradizionale |
| CI22 | Aspetti generali | Localizzazione in fregio alla A26 direzione Alessandria. L'accessibilità dalla viabilità ordinaria è garantita attraverso la viabilità di servizio VS04 e VS05 |
| | Finalità | Scavo della galleria Ciocia per il ramo in direzione Alessandria |
| CI23 | Aspetti generali | Localizzazione in fregio alla A10 direzione Ventimiglia. |
| | Finalità | Piazzale di arrivo della galleria Delle Grazie Realizzazione dell'ampliamento del viadotto Leiro esistente |
| CI24 | Aspetti generali | Localizzazione in corrispondenza degli imbocchi lato SV delle gallerie Amandola Est ed Ovest L'accessibilità dalla viabilità ordinaria è garantita attraverso la viabilità di servizio VS08 |
| | Finalità | Piazzale di sbocco delle TBM, al termine dello scavo delle gallerie Monterosso e Amandola, e di smontaggio delle frese al fine del loro trasporto, attraverso i viadotti Leiro, le gallerie Voltri ed i viadotti Cerusa, al cantiere CI18 per il successivo assemblaggio |
| CI25 | Aspetti generali | Localizzazione in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie Amandola lato GE e Monterosso Lato SV. La sistemazione dell'area comporta la realizzazione di un ritombamento provvisorio |
| | Finalità | Transito delle TBM dalle gallerie Monterosso, una volta ultimato lo scavo, e piazzale di imbocco delle gallerie Amandola lato GE. In questa ottica è previsto un ritombamento provvisorio, volto per l'appunto a consentire il transito delle TBM, che sarà successivamente smantellato ed a cui seguirà la realizzazione dei viadotti |
| CI26 | Aspetti generali | Localizzazione in corrispondenza delle gallerie Monte Sperone lato SV esistenti. |

| Cod | Caratteristiche | Descrizione |
|------|------------------|---|
| | | L'accessibilità è garantita dalle carreggiate Est ed Ovest della A12. La sistemazione dell'area comporta un ritombamento tra i due versanti e di alcune rampe di cantiere, nonché la posa in opera di due gallerie artificiali |
| | Finalità | Scavo, con metodo tradizionale, delle gallerie Torbella Est, Bric du Vent, F.te Diamante, Torbella Ovest, M.te Sperone esistente (alesaggio), Granarolo e M.te Sperone. |
| CI27 | Aspetti generali | Localizzazione in fregio all'autostrada A7 immediatamente a Nord dello svincolo di Bolzaneto |
| | Finalità | Scavo delle gallerie Forte Diamante, San Rocco e Polcevera Realizzazione delle spalle dei viadotti Mercantile ed Orpea |
| CI28 | Aspetti generali | Localizzazione in fregio all'autostrada A7 immediatamente a Sud dello svincolo di Bolzaneto |
| | Finalità | Scavo delle gallerie Baccan e Bric du Vento |
| CI29 | Aspetti generali | Localizzazione in corrispondenza dello svincolo di Genova Est sulla piazzola posta all'uscita della galleria Campursone esistente |
| | Finalità | Scavo della galleria Campursone e di parte della galleria Monte Sperone in direzione MI |
| CI30 | Aspetti generali | Localizzazione in corrispondenza della barriera di Genova Ovest. La sistemazione dell'area comporta il previo parziale consolidamento e successivo sbancamento del versante orientale affacciato sul piazzale di esazione |
| | Finalità | Scavo delle gallerie Granarolo e Moro 1 |
| CI31 | Aspetti generali | Localizzazione in fregio alla autostrada A7 all'altezza della rampa elicoidale di raccordo tra tale autostrada e l'autostrada A10 (viadotto Morandi) |
| | Finalità | Scavo della galleria Moro 2 |
| CI32 | Aspetti generali | Localizzazione a Nord dei dei viadotti Orpea e Secca lungo l'autostrada A7 |
| | Finalità | Scavo della galleria Morego, a partire dall'imbocco Est |

2.2.3 Le aree per i campi base (CB.01)

2.2.3.1 Il layout

L'unico sito destinato all'alloggio delle maestranze impegnate nei lavori di costruzione è ubicato in corrispondenza dell'area "Colisa", situata all'altezza del viadotto Morandi ed in destra idrografica del torrente Polcevera.

Il campo, dimensionato per ospitare circa 700 persone, suddivise in 100 impiegati, 150 unità per ciascuna TBM e altri 300 operai per l'esecuzione dei rimanenti lavori in tradizionale, è situato su un versante orientato in direzione S-E che, a partire dagli anni '60, è stato oggetto di importanti interventi di rimodellazione (finalizzati alla costruzione di serbatoi di

stoccaggio idrocarburi ex sito ERG), che ne hanno profondamente alterato l'assetto plano-altimetrico naturale.

Allo stato attuale l'area presenta un'estensione pari a circa 53.500 m² ed è caratterizzata dalla presenza di sbancamenti e piazzali situati a quote comprese tra +25m s.l.m. e +85m s.l.m ed accessibili dalla viabilità interna (via Dei Laminatoi).

L'accesso al campo è previsto attraverso il varco esistente su Corso Perrone, che delimita in direzione S-E l'area, mentre la circolazione interna al campo avverrà attraverso la viabilità esistente (Via dei Laminatoi).

L'organizzazione dell'area, a partire dall'ingresso e lungo la viabilità interna, risulta la seguente (cfr. Figura 2-2):

- Dopo l'ingresso si accede a SX all'area di parcheggio 1 posta a quota +32m s.l.m. circa con 27 posti auto.
- In corrispondenza del primo tornante della viabilità si accede verso DX al locale adibito a magazzino.
- Dopo il tornante, si accede a DX attraverso due varchi distinti all'area di parcheggio 2 posta a quote pari a +45 e +50÷52m s.l.m. per un totale di 56 posti auto.
- Dopo il tornante, si accede a SX all'area uffici (32 posti auto) posta su un piazzale esistente sostenuto da un muro con contrafforti a quota +50m s.l.m. e successivamente all'area dei gruppi elettrogeni e dei serbatoi GPL.
- Continuando lungo la viabilità interna si accede verso SX all'area di parcheggio 3 e successivamente alla zona mensa/ricreazione posta a quota +78m s.l.m. ed alla zona infermeria, spogliatoi collettivi e locali alloggi.
- Proseguendo lungo la viabilità si accede infine alla zona dormitorio principale posta a quota +87m s.l.m.

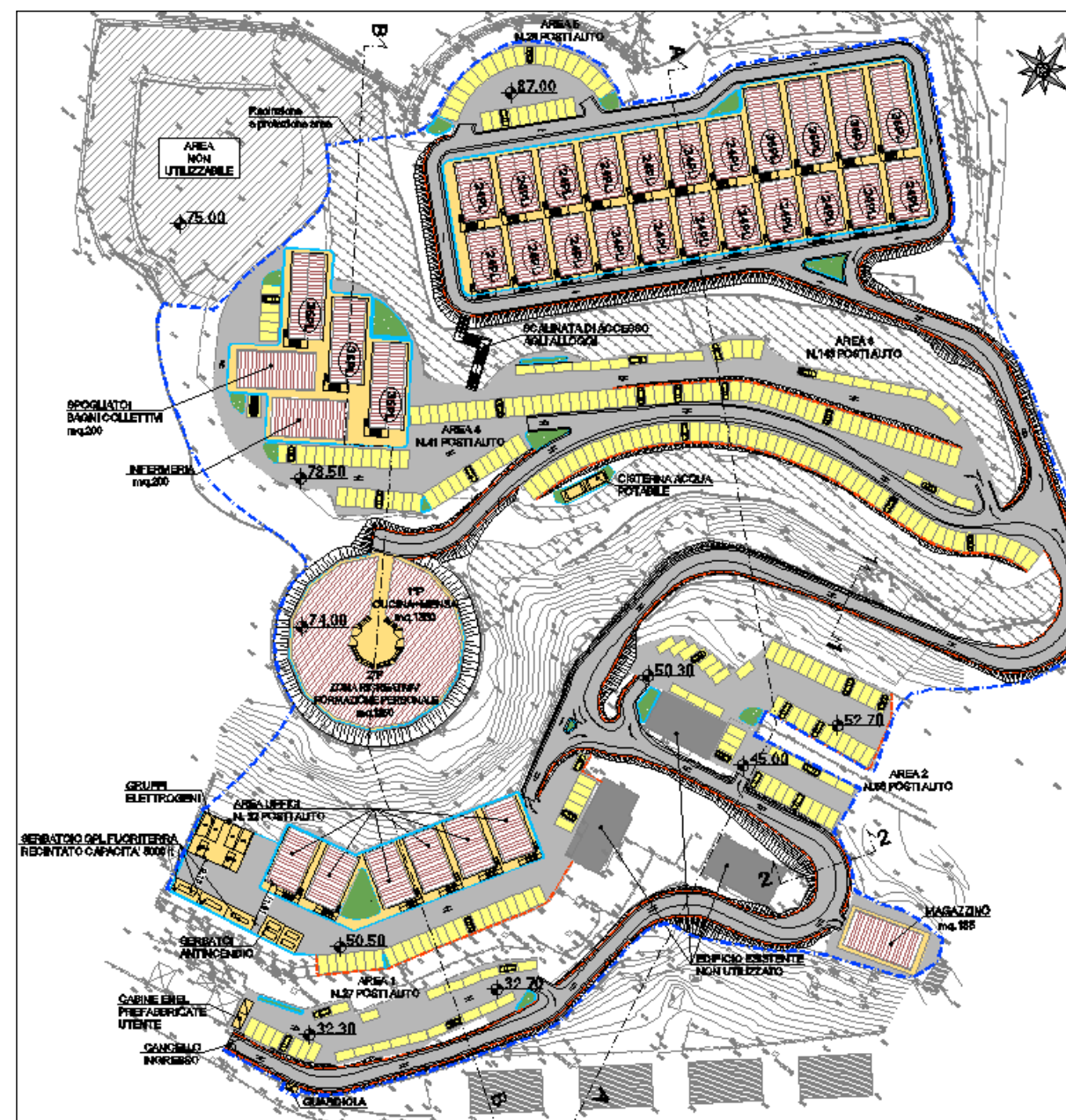


Figura 2-2 Campo base CB01 – Planimetria di progetto

2.2.3.2 Gli apprestamenti

I principali apprestamenti previsti possono essere così riassunti:

- Alloggi dormitorio per le maestranze per un totale di 684 posti letto su tre piani muniti di scale di accesso esterne
- Parcheggi per un totale di 328 posti auto
- Cucina e refettorio per una superficie totale pari a 1.350 m²
- Zona ricreativa/formazione personale per una superficie totale pari a 1.350 m²
- Infermeria comprensiva di servizi igienici e spogliatoi per una superficie totale pari a 200 m²
- Spogliatoi per le maestranze per una superficie totale pari a 200 m²

- Magazzini per una superficie totale pari a 185 m²
- Uffici dello staff e della Direzione dei Lavori per una superficie totale di 2'160mq suddivisa in 6 fabbricati su tre piani

Tutta l'area di cantiere sarà opportunamente delimitata da recinzioni secondo le caratteristiche e dimensioni previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.

La superficie del cantiere dovrà essere completamente asfaltata mediante pacchetto stradale realizzato con 20 cm di materiale arido stabilizzato, 10 cm di base, 5 cm di binder e 4 cm di tappeto di usura.

Tutti percorsi pedonali e i dislivelli superiori a 50 cm saranno protetti con opportuni parapetti mentre i percorsi destinati alla viabilità dei mezzi saranno dotati di idoneo dispositivo di ritenuta.

Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.

Tutti i depositi di carburante saranno conformi alla normativa vigente in materia (D.M. 19/03/1990 n. 76).

2.2.3.3 Le sistemazioni idrauliche

Per quanto attiene le acque meteoriche, vista la particolare conformazione plano-altimetrica dell'area del campo base, la gestione idraulica di dette acque è stata organizzata individuando 3 aree 'A', 'B' e 'C' come di seguito illustrato:

- Area 'A': zona alloggi dormitorio a quota +87m s.l.m.
- Area 'B': zona uffici e zona parcheggio di area 1
- Area 'C': zona alloggi e fabbricati a quota +78.5m s.l.m. e mensa

Per ciascuna area sono state previste due reti distinte:

- Rete idraulica per il drenaggio delle acque provenienti dai versanti e dalle coperture dei fabbricati
- Rete idraulica per il drenaggio delle acque provenienti dai piazzali e dai parcheggi.

Tali reti recapitano nella rispettiva condotta principale lungo la viabilità interna.

Le acque provenienti dai versanti e delle coperture dei fabbricati vengono raccolte mediante canalette eventualmente con griglia carrabile e tubazioni in c.a.v che recapitano direttamente ai recettori esistenti.

Le acque provenienti dai piazzali e dai parcheggi vengono raccolte mediante tubazioni in c.a.v. che recapitano in appositi impianti di disoleazione a gravità con separatore fanghi e separatore olii coalescente.

Si precisa che, in accordo a quanto previsto dalla Normativa, tali impianti sono dimensionati per il trattamento dei soli volumi di prima pioggia (AMPP) corrispondenti ad un'altezza d'acqua pari a 5mm.

Per quanto invece attiene le acque reflue civili, queste saranno raccolte mediante un sistema di collettori in PVC DN200 e pozzetti 60x60cm ogni 50m e immesse nella rete fognaria pubblica di raccolta delle acque nere in corrispondenza del varco di ingresso su Corso Perrone.

Sul collettore relativo agli scarichi di cucina sarà posto un manufatto de grassatore.

Infine, relativamente alle acque sanitarie, è stato previsto l'approvvigionamento idropotabile dall'acquedotto mediante rete di tubazioni in HDPE SDR11 DN75/110mm.

2.3 LE VIABILITÀ DI SERVIZIO E LE PISTE DI CANTIERE

La progettazione del sistema degli itinerari di cantierizzazione è stata improntata alla limitazione dell'impegno della rete viaria esistente, con particolare riguardo a quella di interesse locale, e della realizzazione di nuove viabilità di servizio.

In questa ottica, oltre alla scelta dello slurrydotto come sistema di trasporto delle terre di scavo delle gallerie realizzate in meccanizzato, che consentirà così di movimentare circa 5.190.000 di terre senza alcun impegno per la rete viaria, i criteri seguiti sono stati i seguenti:

- l'utilizzo dell'autostrada esistente come principale vettore del traffico di cantiere
- l'adeguamento di viabilità esistenti da utilizzare temporaneamente come viabilità di cantiere

In ragione di tale primo criterio, i principali cantieri di scavo delle gallerie sono stati localizzati in prossimità delle carreggiate esistenti, in modo tale da poter provvedere al trasporto dello smarino ed all'alimentazione degli imbocchi direttamente dall'autostrada.

Per quanto invece attiene le viabilità locali esistenti, queste verranno utilizzate solo per le opere non eseguibili direttamente dalle autostrade esistenti, come nel caso delle pile dei nuovi viadotti della Gronda a Voltri, che devono essere costruite dalla vallata sottostante il tracciato. Inoltre, un accurato studio dei percorsi già presenti sul territorio ha consentito di individuare alcuni tracciati da dedicare temporaneamente al passaggio dei mezzi d'opera, previo adeguamento delle geometrie della strada (Tabella 2-6).

In ogni caso, come si evince dagli elaborati dedicati al ciclo delle terre di scavo, le viabilità interessate dai flussi di cantierizzazione solo per larga parte autostradali.

Tabella 2-6 descrizione di progetto della viabilità di servizio

| Viabilità di servizio - codice | Finalità |
|--------------------------------|--|
| VS 01 | Collegamento tra il cantiere d'imbocco galleria Borgonuovo lato Vesima e la SP1 via Aurelia. Vengono utilizzati solo tratti esistenti di via Vesima |
| VS02 | |
| VS03 | Collegamento tra il cantiere d'imbocco gallerie Borgonuovo e Bric del Carmo lato Cerusa e via delle Fabbriche. Viene utilizzato un tratto di via alla Brigna più un tratto ex novo destinato al collegamento tra il cantiere e la via stessa |
| VS04 | Questa viabilità di servizio collega le aree di cantiere relative agli imbocchi della galleria Voltri con l'ampliamento del viadotto Casanova. È previsto un tratto ex novo destinato a collegare il viadotto con il cantiere galleria Voltri lato Cerusa. Dal cantiere la viabilità proseguirà su via Superiore dei Giovi per finire a via Carnoli. |
| VS05 | Collegamento tra ampliamento viadotto Casanova direzione Alessandria e viadotto Casanova direzione Genova-Voltri. E' prevista la realizzazione di una nuova strada di servizio per collegare la carreggiata della A26 direzione Nord con l'esistente via Costa D'Erca. Detta strada avrà inizio ad una congrua distanza dall'imbocco della galleria Pero Grosso (lato Genova) e si svilupperà, inizialmente, sulla destra dell'autostrada per poi proseguire verso sinistra attraversando la sede autostradale sulla collina sovrastante la galleria stessa e congiungersi, nella sua parte finale, alla via Costa D'Erca. |
| VS06 | Collegamento imbocco galleria Amandola con via Ovada. Tratto ex novo. |
| VS07 | Collegamento tra imbocco galleria Forte Diamante lato Orpea e via Sardorella. Tratto esistente (via Salita Bocchettina) |
| VS08 | Collegamento cantiere imbocco galleria San Rocco e piazzale Emilio Casalini. Tratto ex novo. |
| VS09 | Tratto ex novo. Collegamento tra imbocco galleria Campursone lato Rovena direzione A12 e sbocco galleria direzione svincolo Genova Est |
| VS10 | Tratto ex novo costruito all'imbocco del CI 30 Granarolo lato GE |

- rischio amianto
- trasporto e lo smaltimento del materiale di scavo
- durata cantierizzazione
- viabilità di cantiere

Nel progetto preliminare avanzato, predisposto a valle del Dibattito Pubblico, e soprattutto nel progetto definitivo, si è ottenuta una riduzione delle aree di cantierizzazione che, in particolare nelle zone Vesima e Voltri, comportavano un impatto importante sul territorio, lambendo zone tutelate e di alto pregio ambientale.

Per quanto riguarda la viabilità di cantiere per il Nodo di Genova si è deciso di limitare la costruzione di nuove viabilità di servizio allo stretto indispensabile, agendo su due principi:

- l'utilizzo dell'autostrada esistente come principale vettore del traffico di cantiere;
- l'adeguamento di viabilità esistenti da utilizzare temporaneamente come viabilità di cantiere.

A fronte della centralità riconosciuta alle aree a servizio della cantierizzazione da parte dei diversi attori intervenuti nel Dibattito Pubblico e dell'importanza che le istanze in detta sede espresse hanno rivestito nel conformare le scelte di progetto definitivo, si è ritenuto necessario dare conto delle ottimizzazioni apportate rispetto alle soluzioni progettuali presentate nel dibattito (cfr. figure seguenti).

2.4 L'OTTIMIZZAZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI

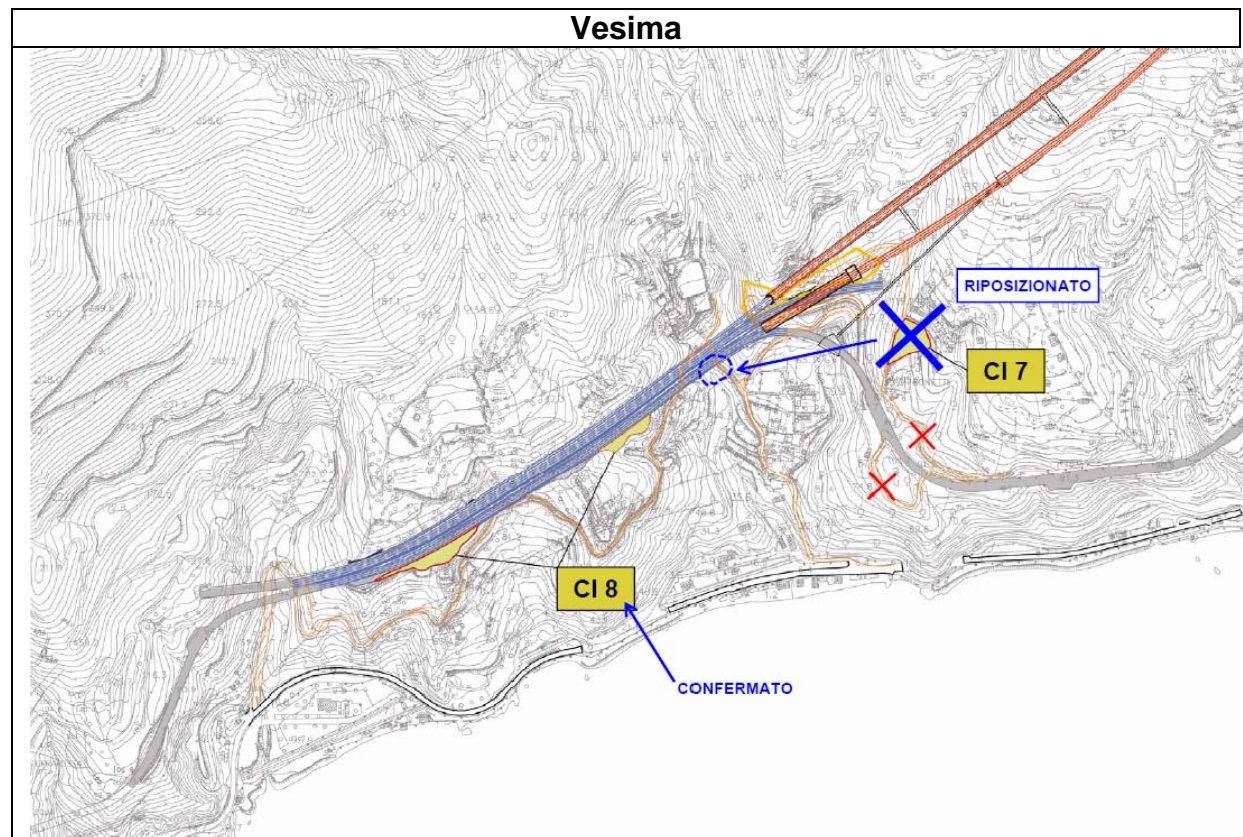
Tra le diverse tematiche afferenti la cantierizzazione, prima tra tutte quella della gestione delle terre di scavo potenzialmente amiantifere, le scelte localizzative delle aree di cantiere hanno rivestito un ruolo centrale nel Dibattito Pubblico¹ e, conseguentemente, nell'elaborazione del progetto definitivo oggetto del presente studio.

Prova di tale importanza risiede non solo nei due incontri tematici programmati all'interno del dibattito sul tema delle aree di cantiere², quanto soprattutto nel fatto che ASPI, a dibattito iniziato, ha reso pubbliche le mappe dei cantieri per ogni tracciato con l'indicazione della localizzazione dei campi base e delle strade di cantiere.

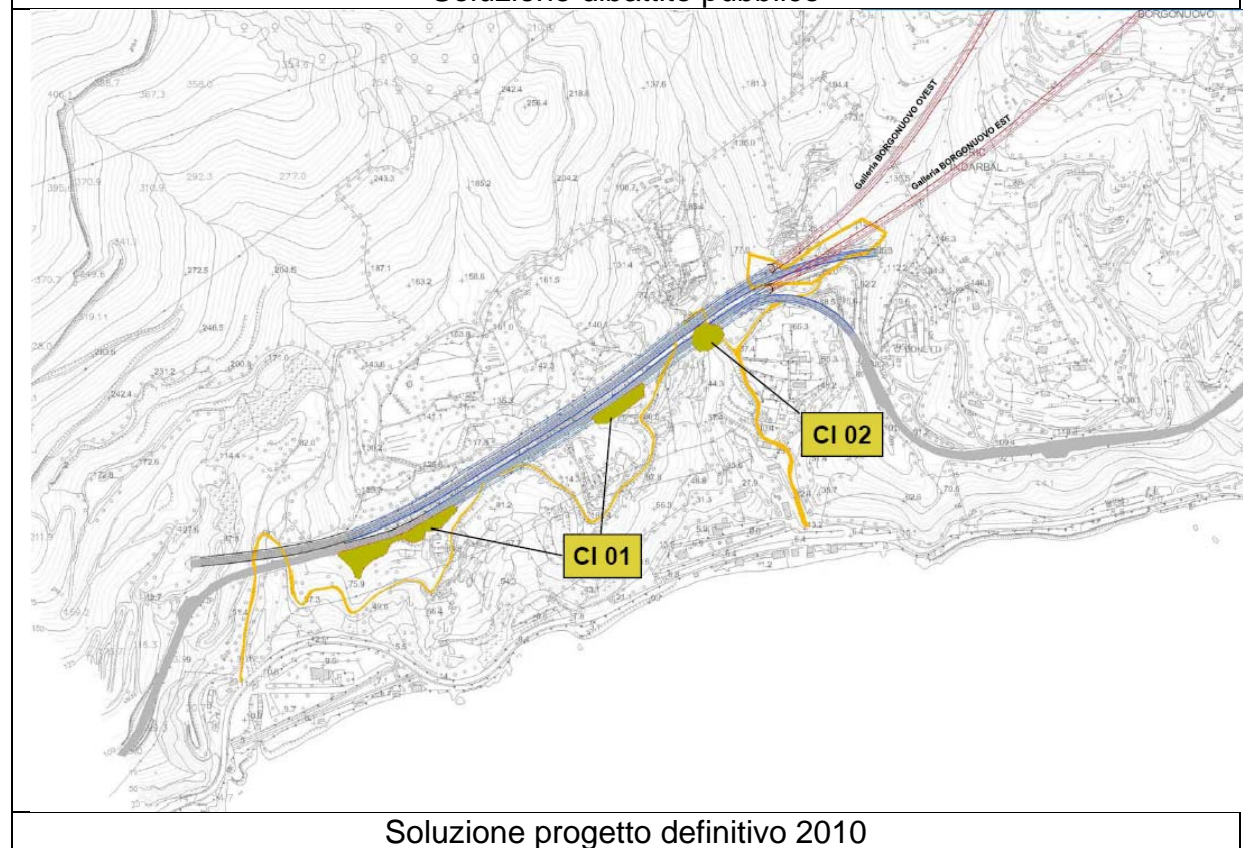
Gli aspetti più critici emersi durante gli incontri hanno riguardato:

¹ 1 Febbraio ed il 29 Aprile 2009

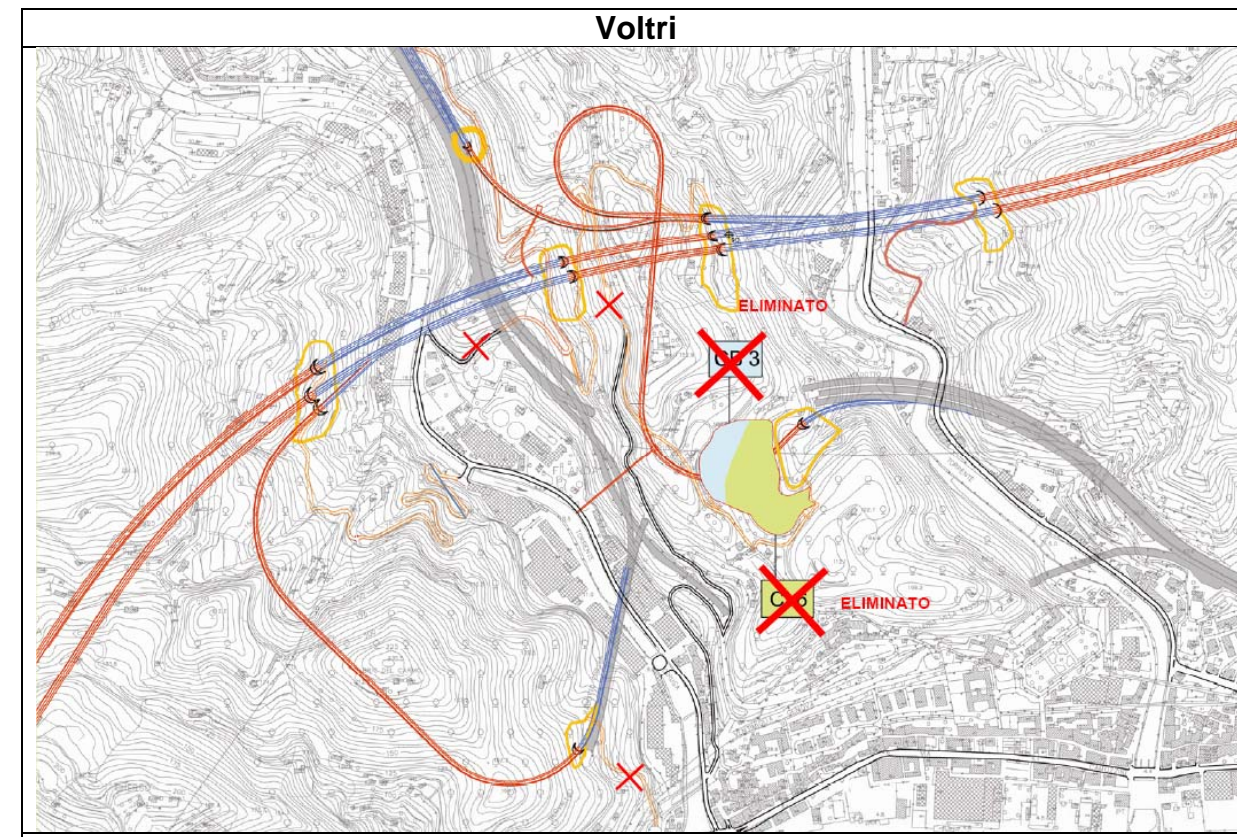
² 21 Marzo 2009 a Villa Spinosa a Cornigliano e 17 Aprile 2009 al Liceo Lanfranconi a Voltri



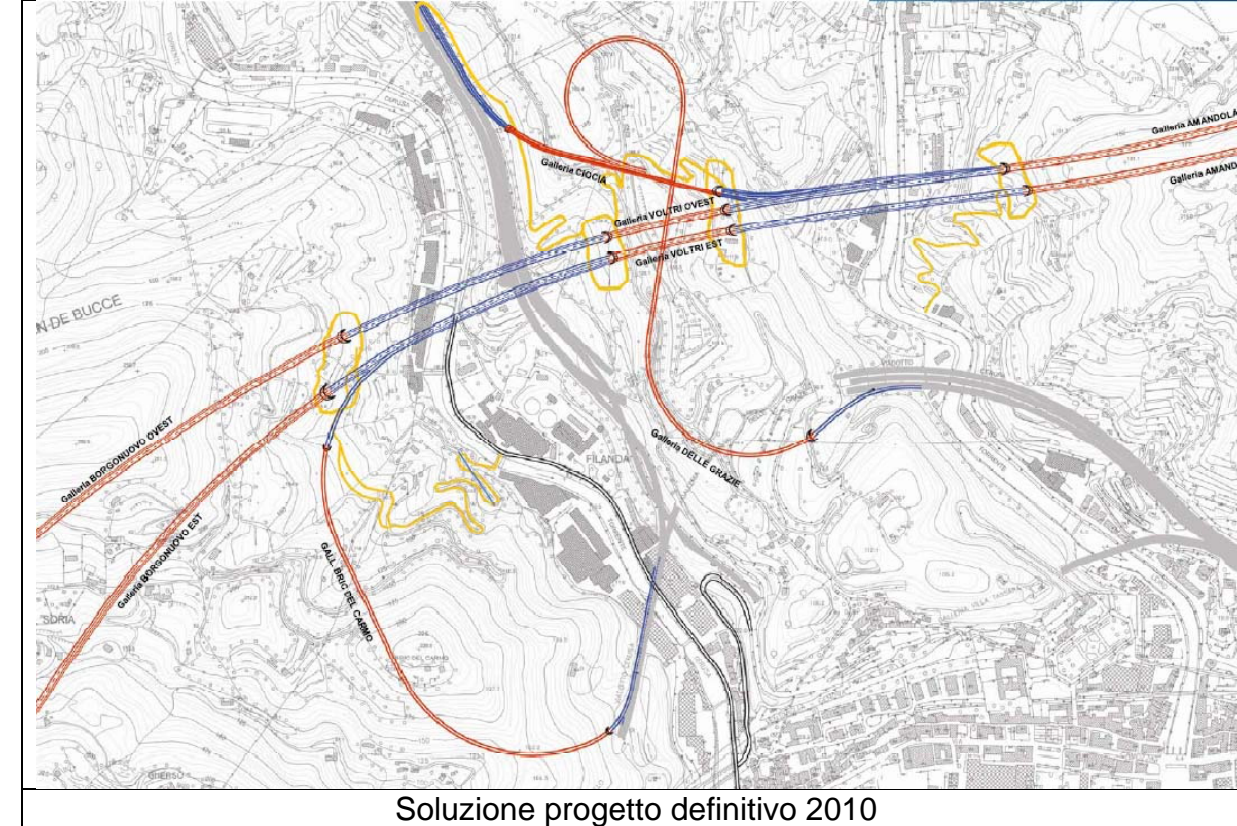
Soluzione dibattito pubblico



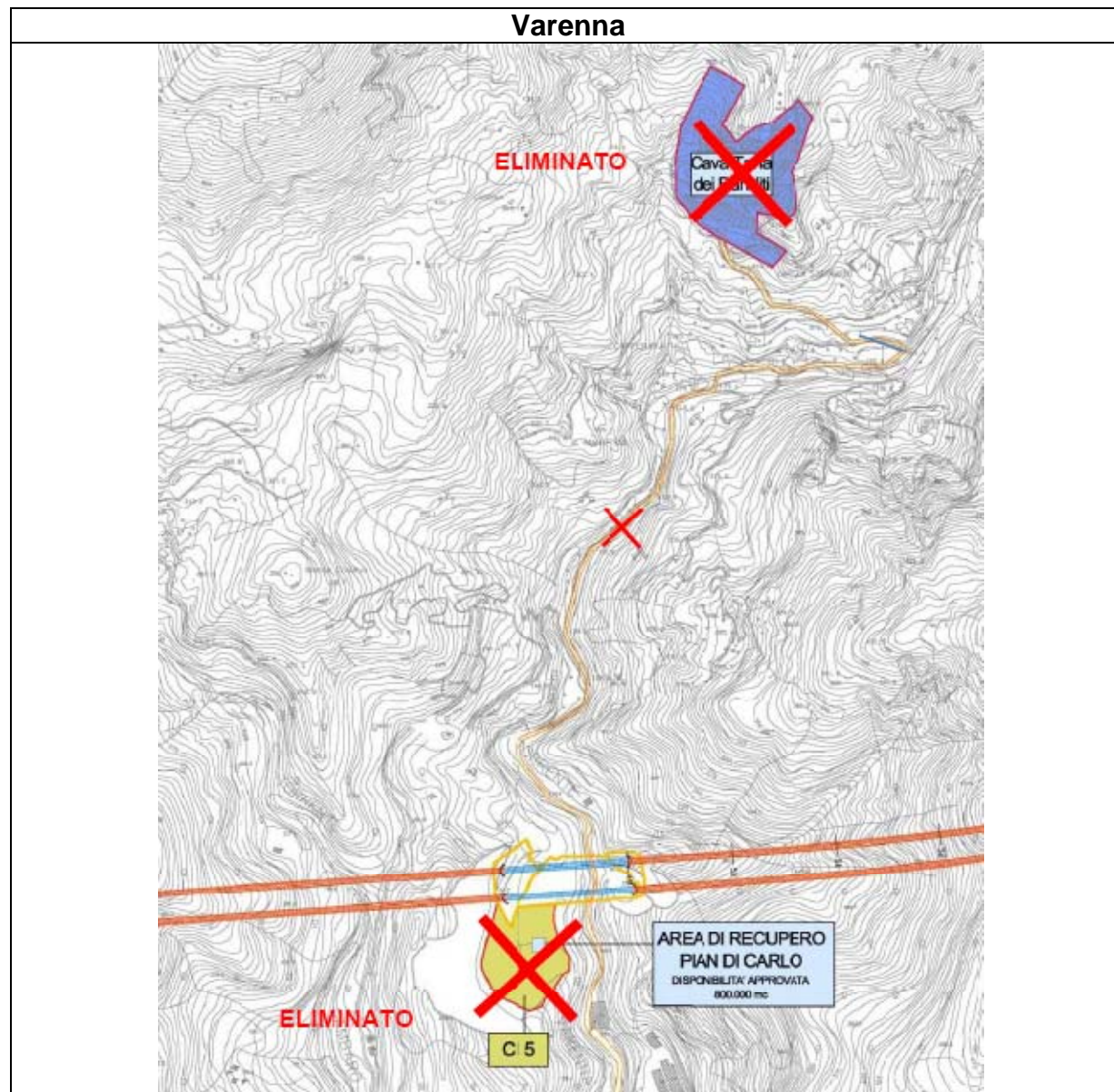
Soluzione progetto definitivo 2010



Soluzione dibattito pubblico



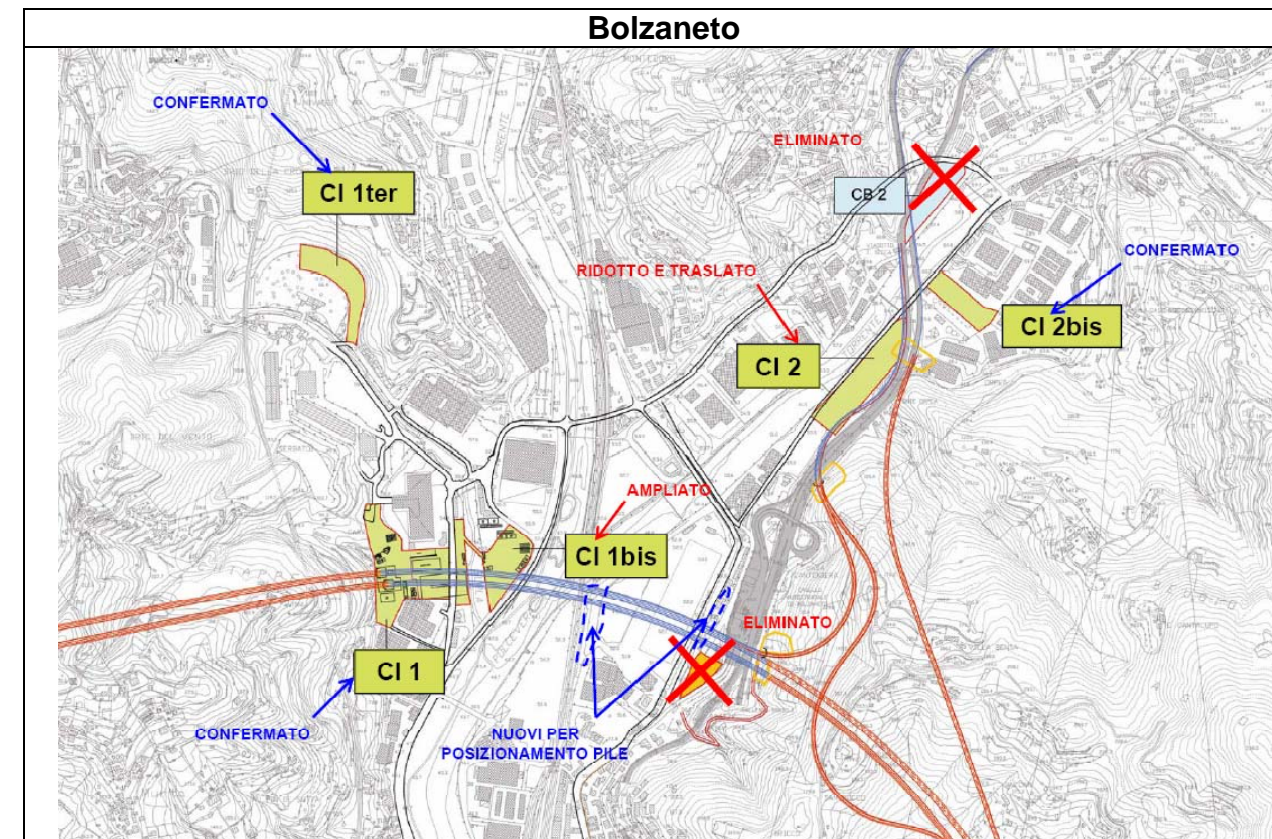
Soluzione progetto definitivo 2010



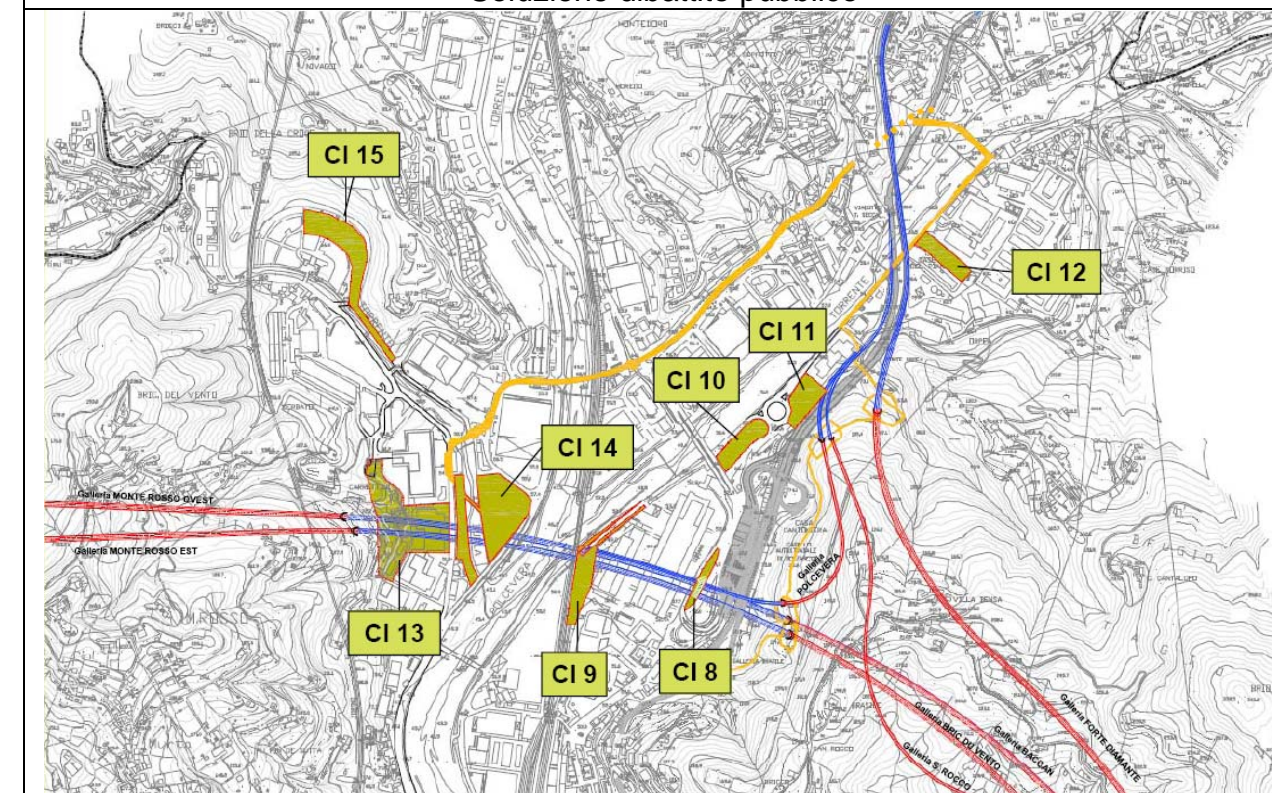
Soluzione dibattito pubblico



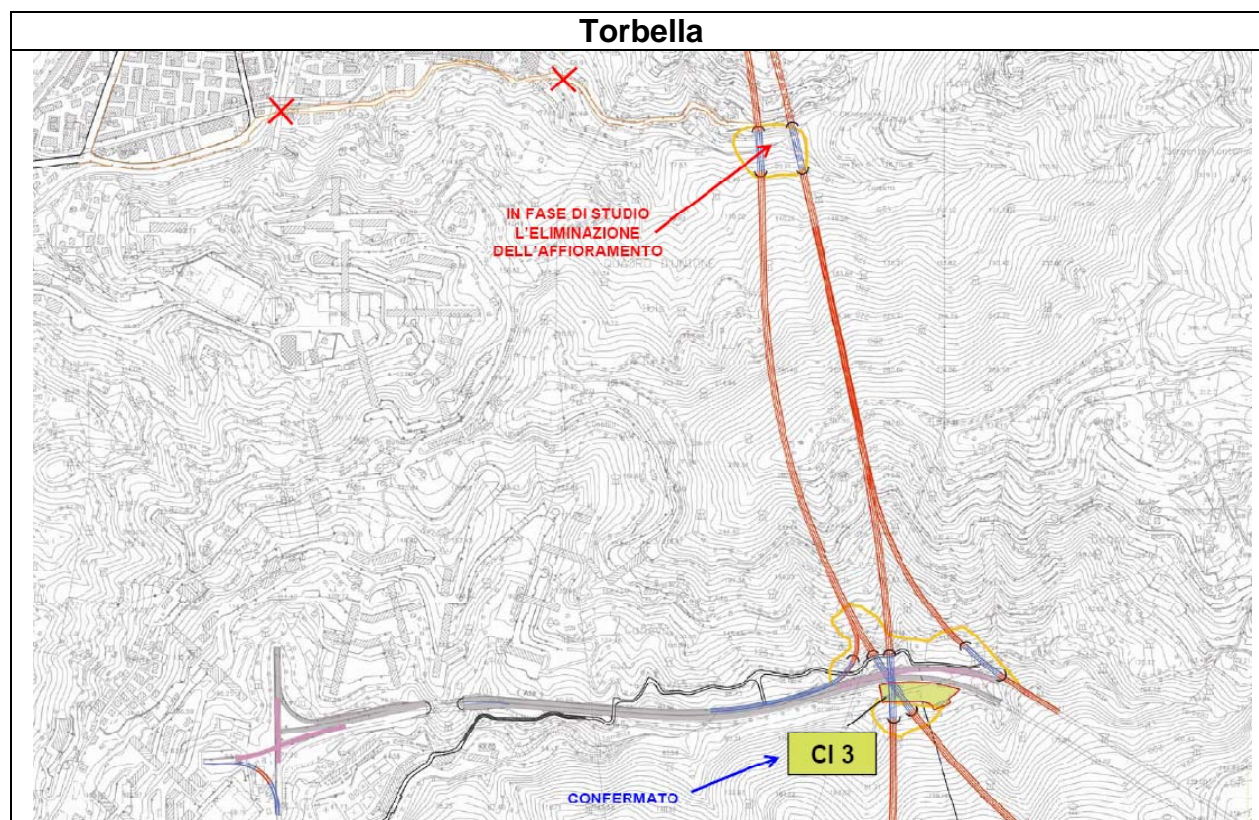
Soluzione progetto definitivo 2010



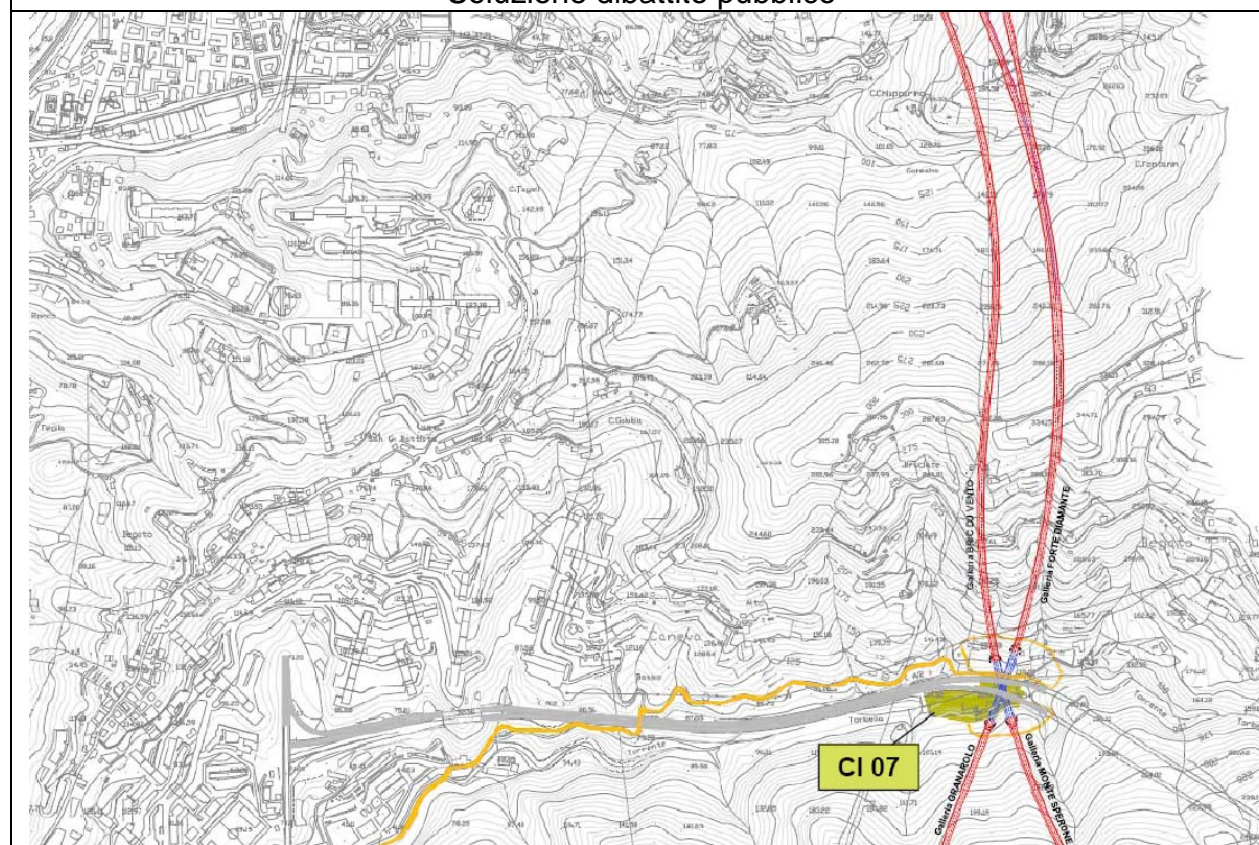
Soluzione dibattito pubblico



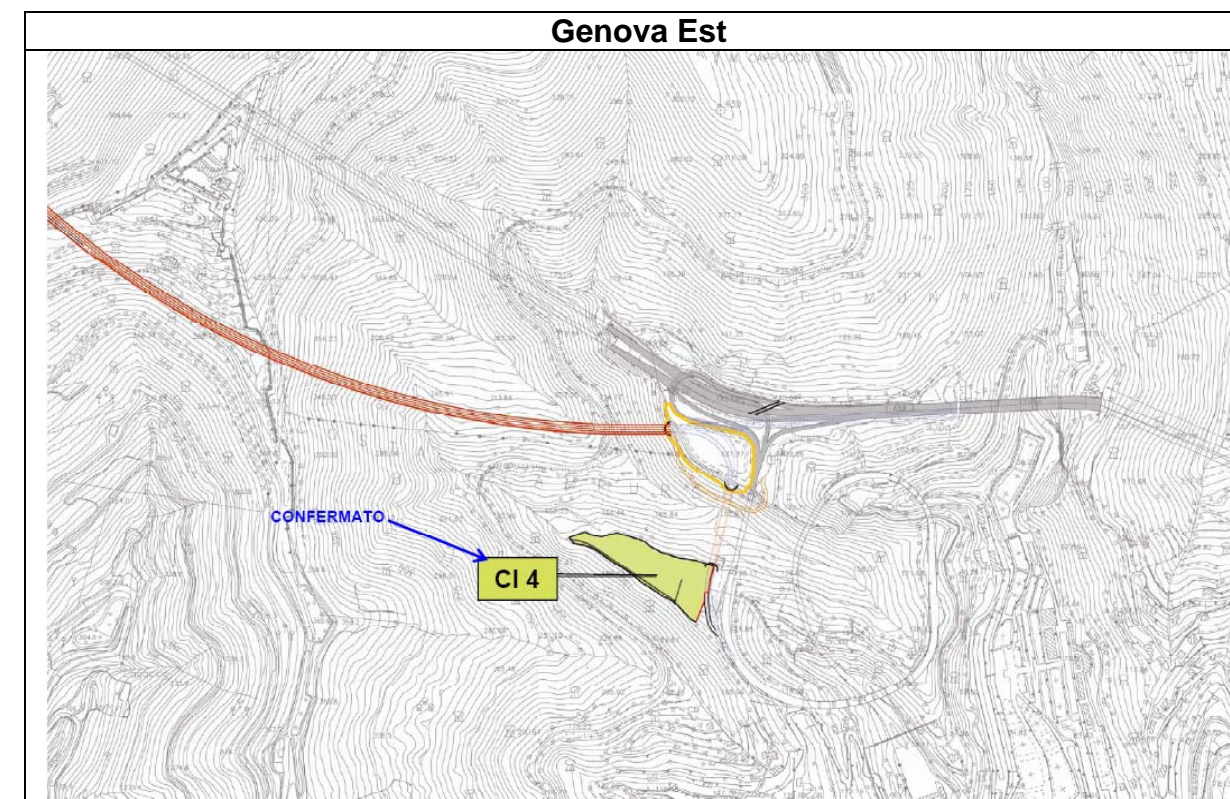
Soluzione progetto definitivo 2010



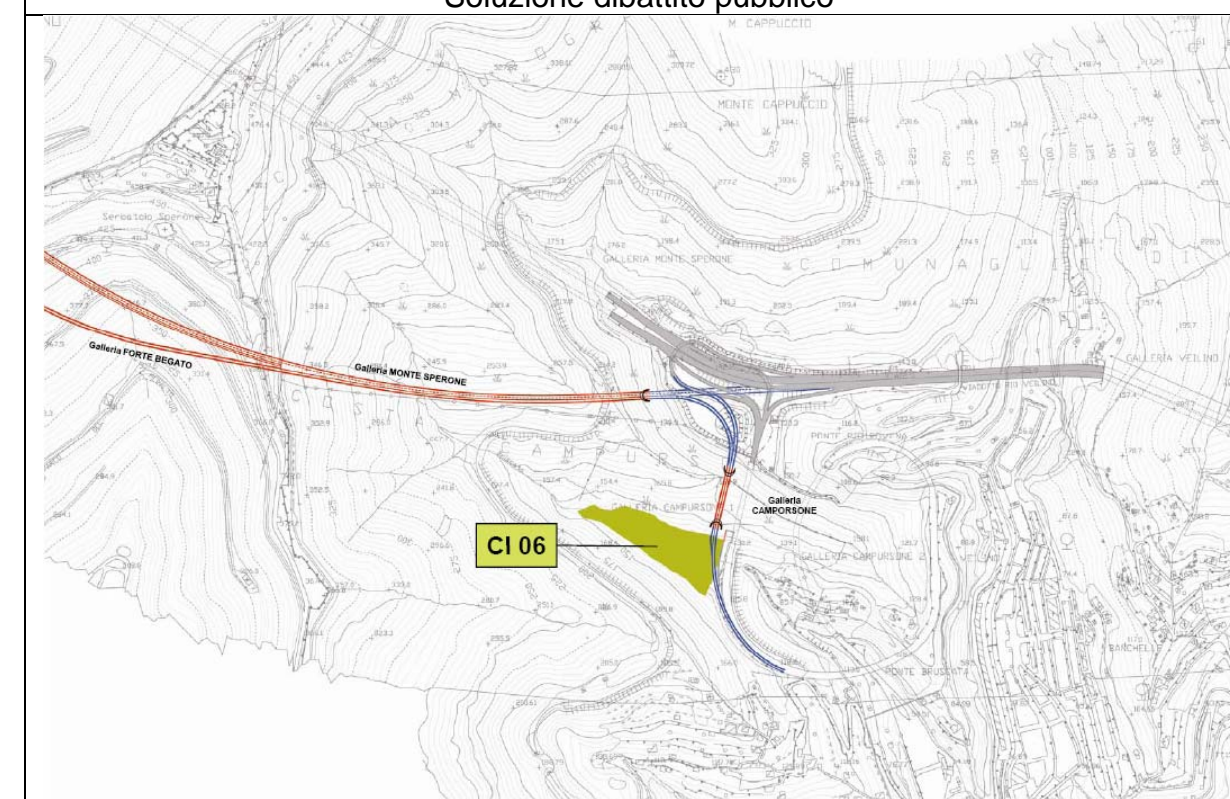
Soluzione dibattito pubblico



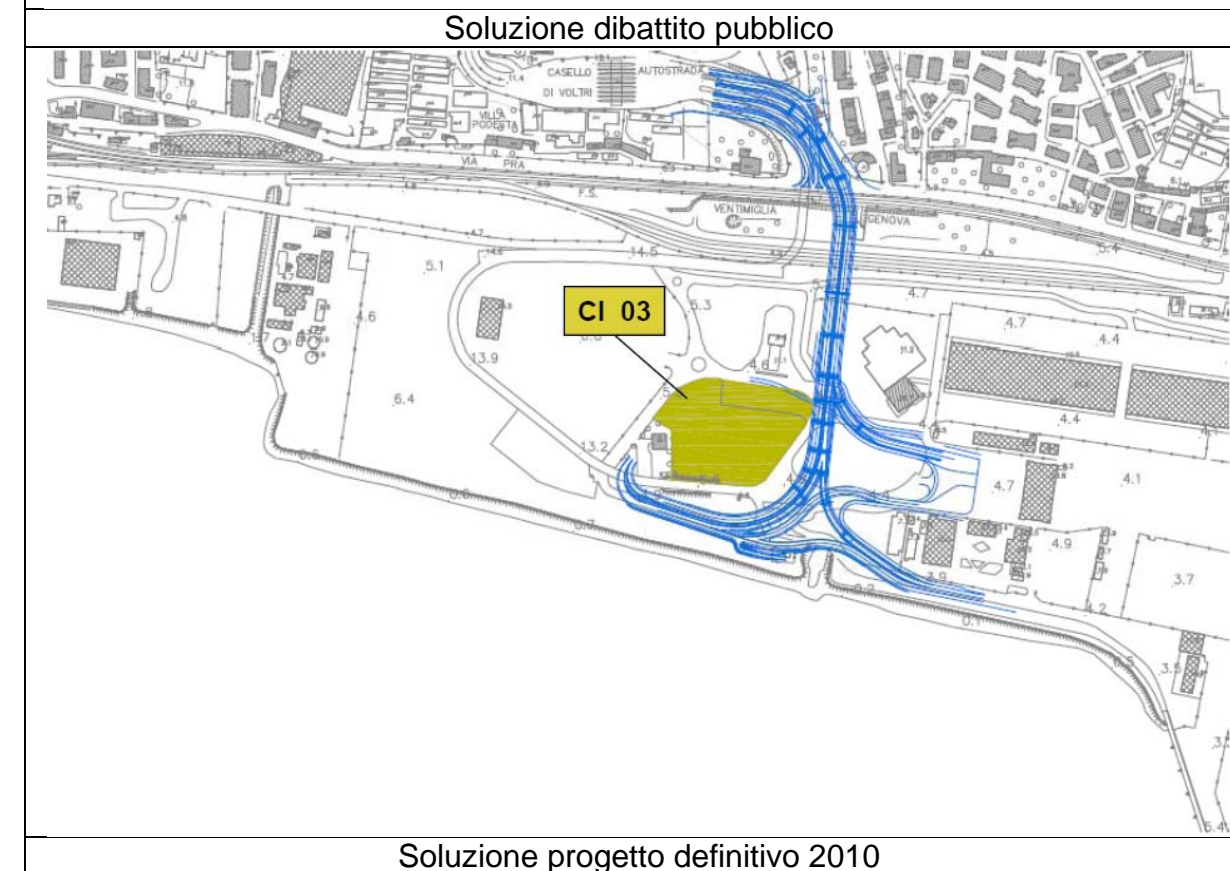
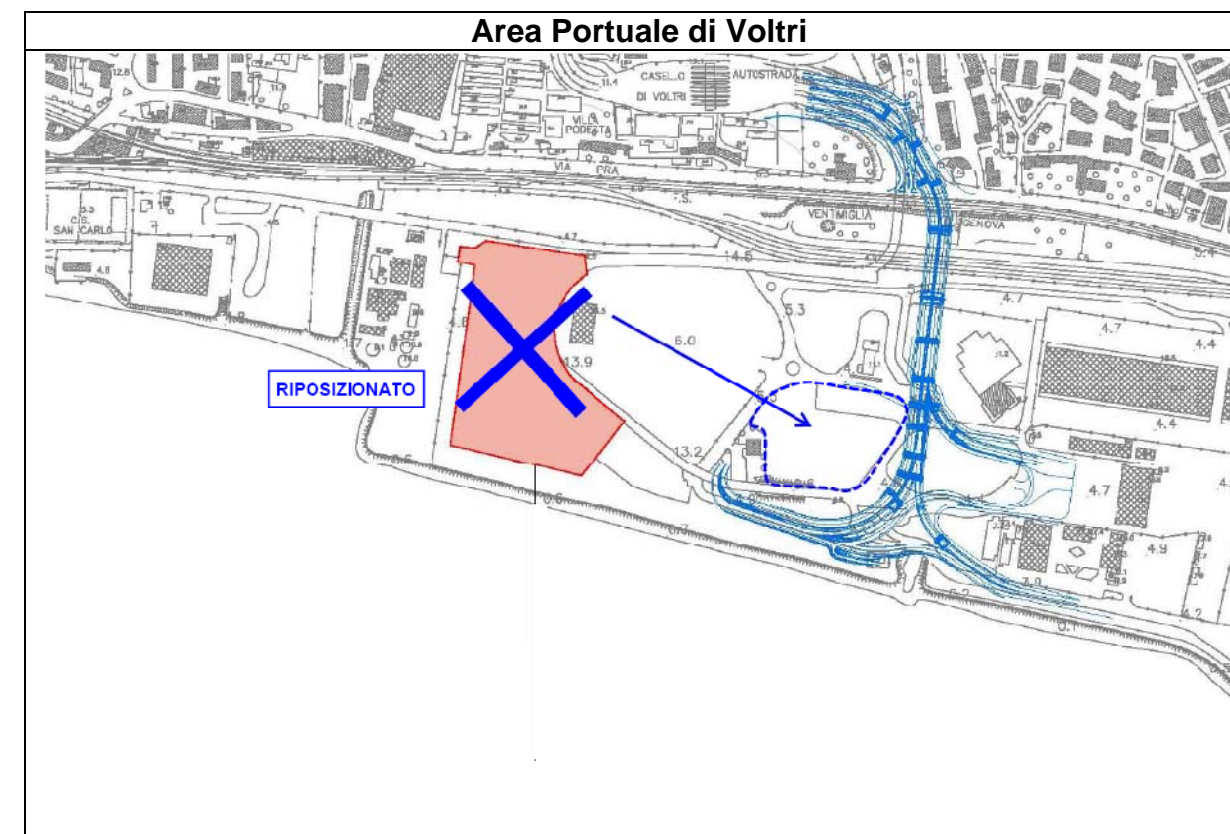
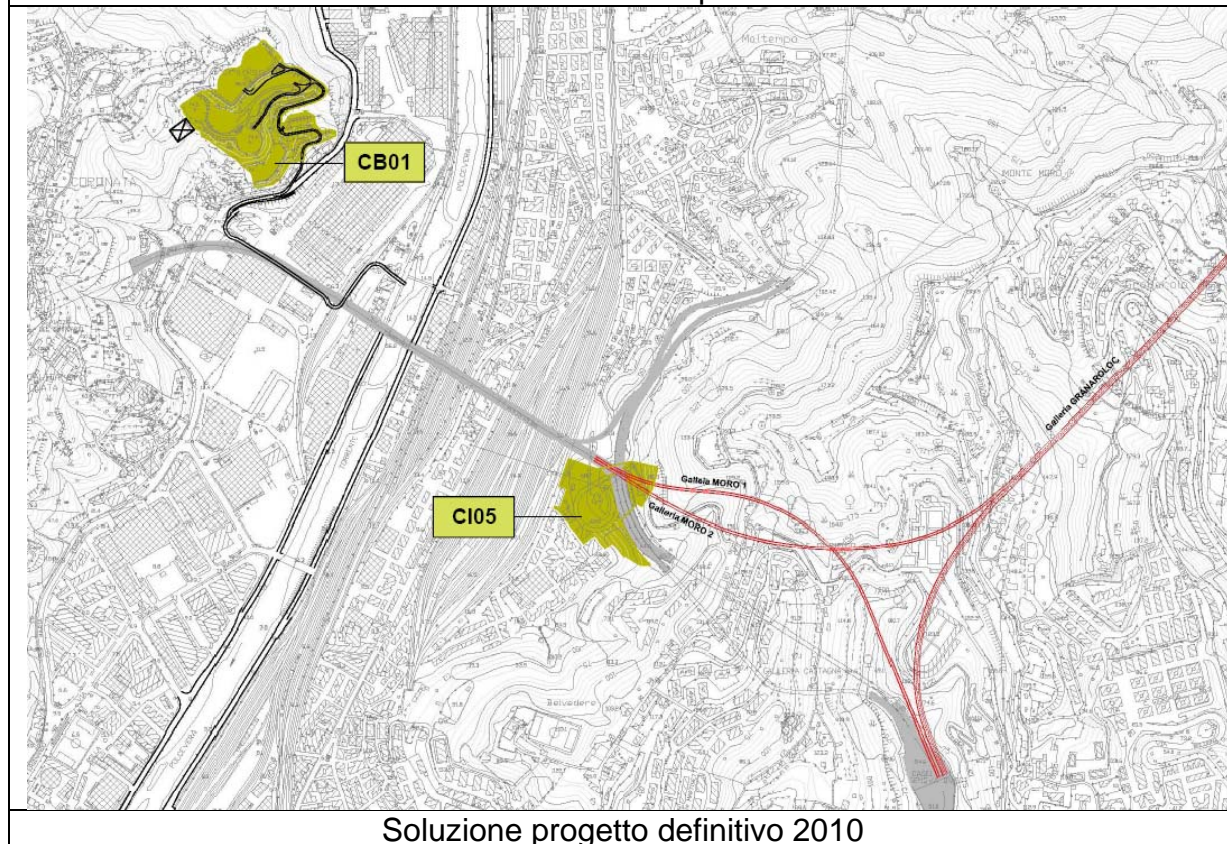
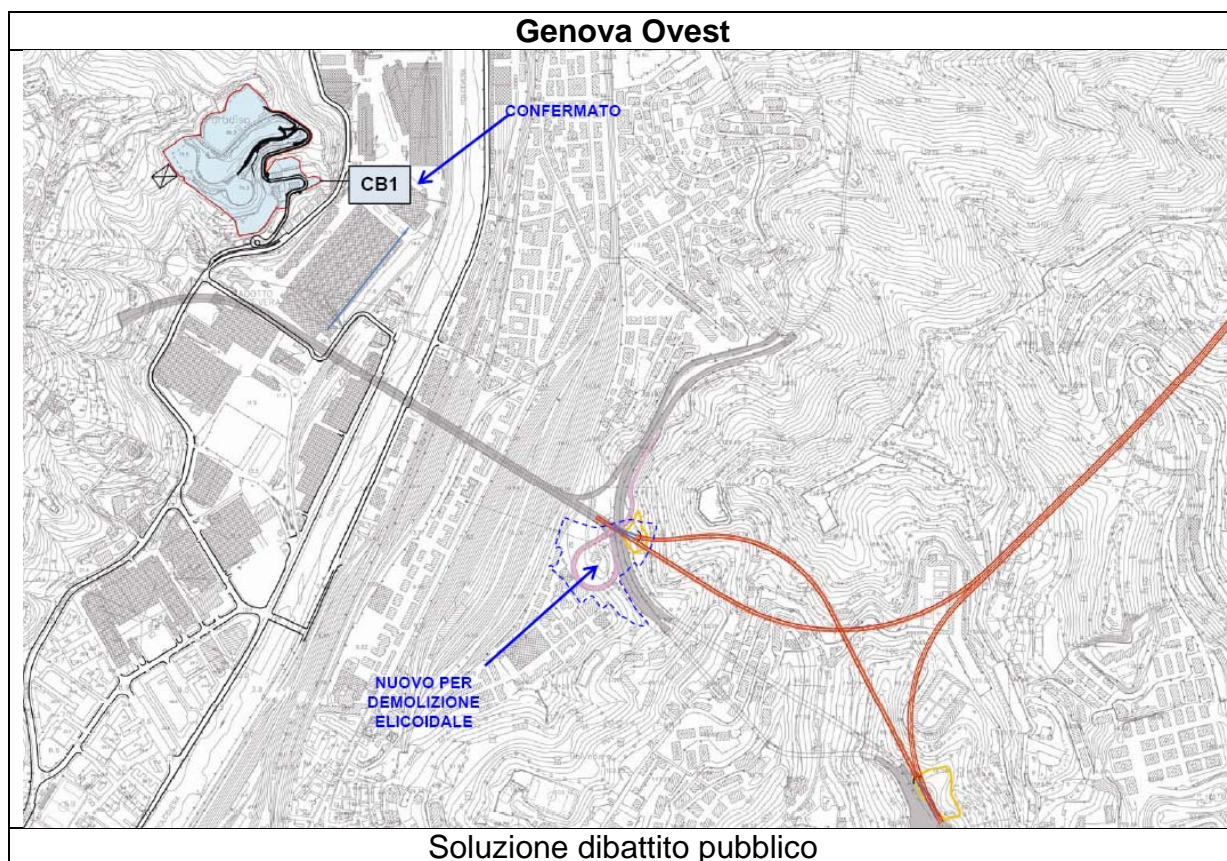
Soluzione progetto definitivo 2010



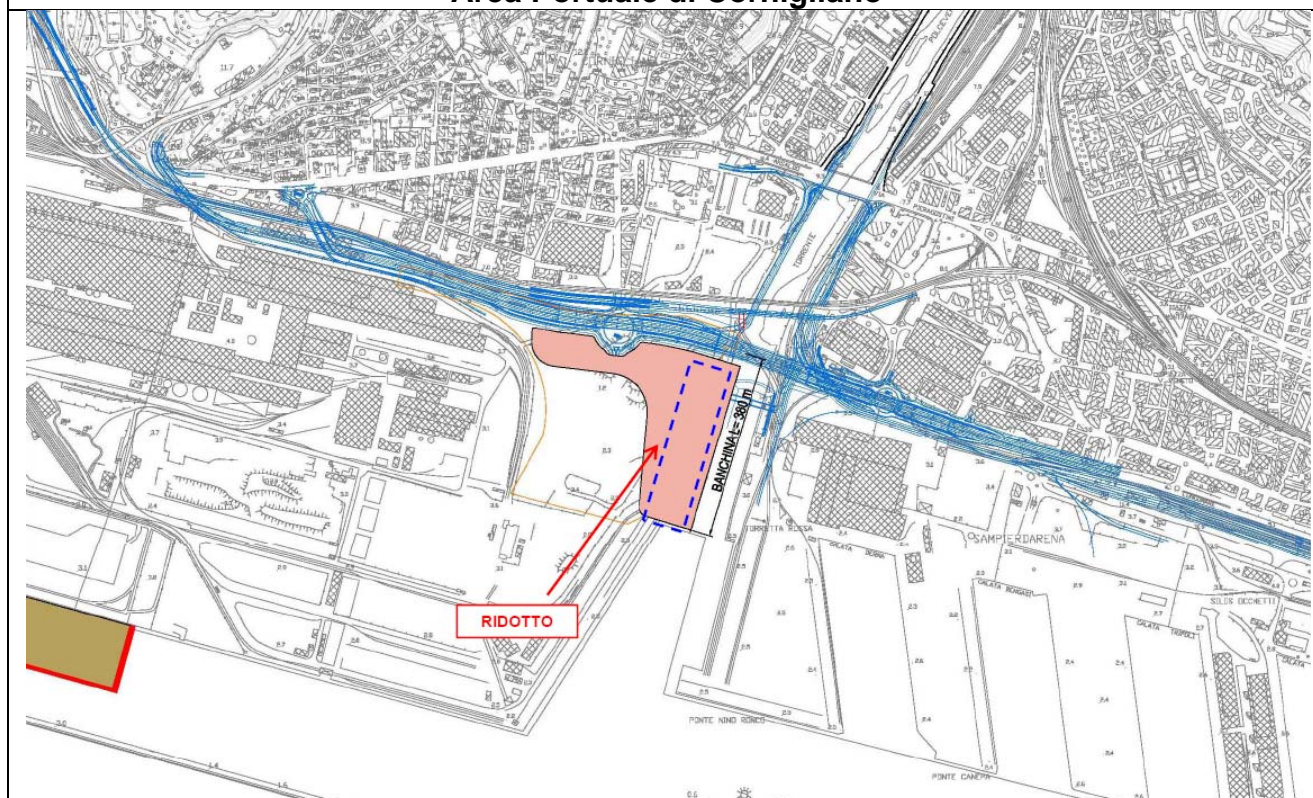
Soluzione dibattito pubblico



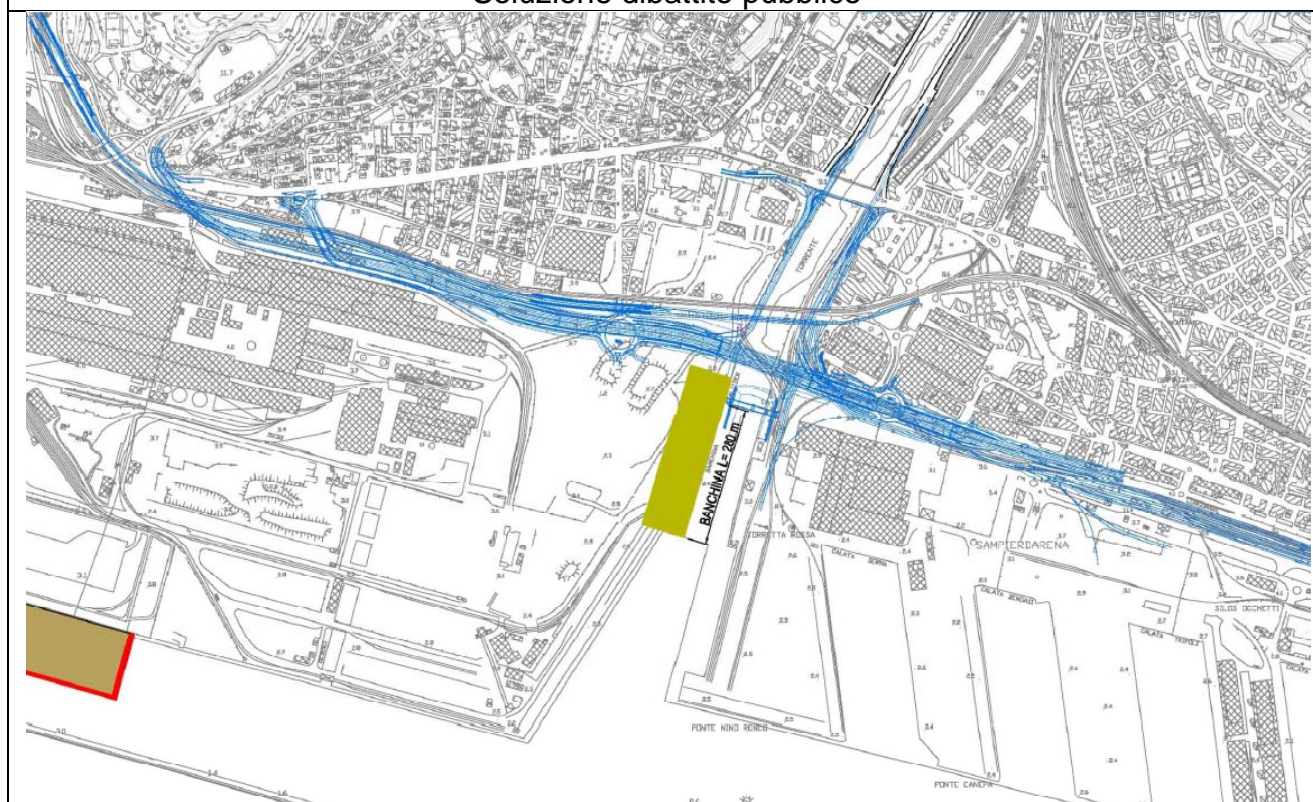
Soluzione progetto definitivo 2010



Area Portuale di Cornigliano

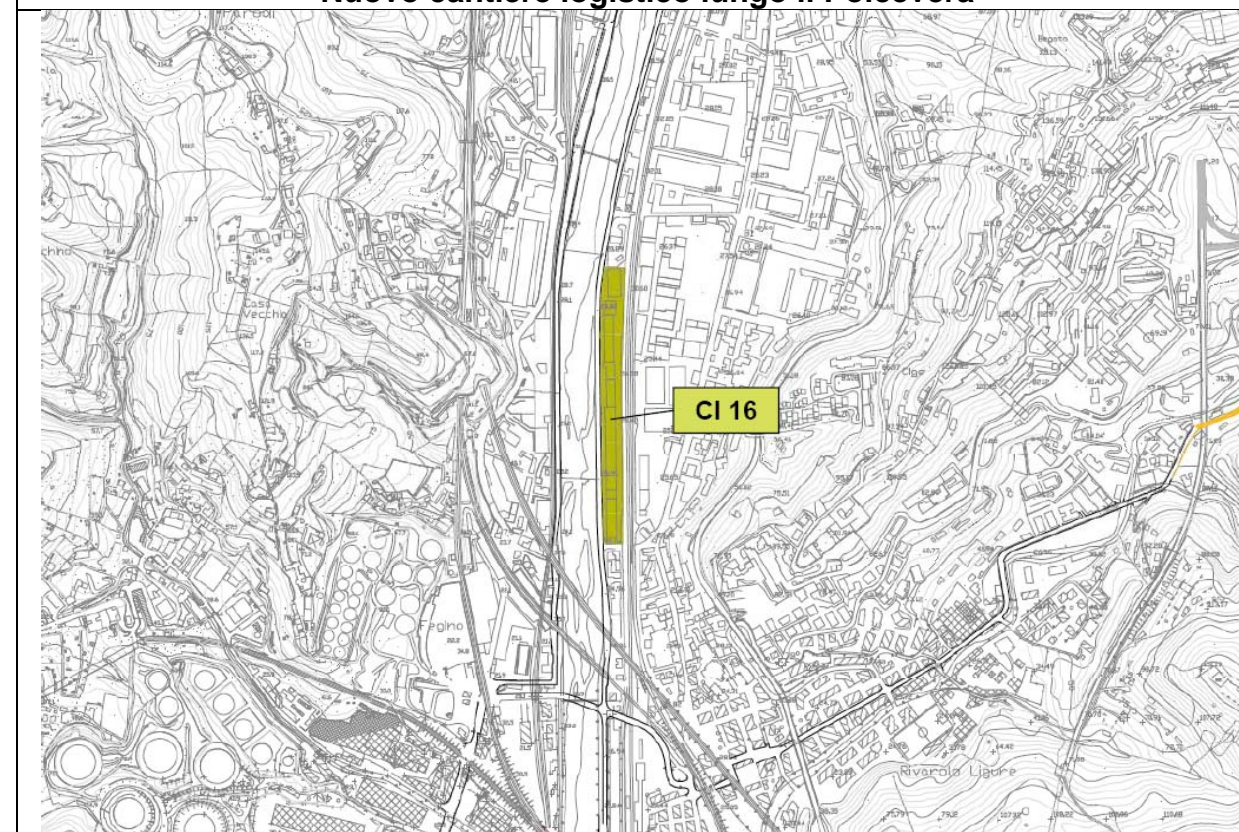


Soluzione dibattito pubblico



Soluzione progetto definitivo 2010

Nuovo cantiere logistico lungo il Polcevera



Soluzione progetto definitivo 2010

Nell'ambito di Voltri, in sede di progettazione definitiva, è stata introdotta un'ulteriore ottimizzazione con riferimento all'area di cantiere per la realizzazione dell'imbocco della galleria Delle Grazie. Tale area, infatti, occuperà una porzione del bosco del Parco Urbano di Villa Duchessa di Galliera, posto in fregio al limite di detto parco e poco distante dagli imbocchi delle attuali carreggiate della A10 ed A26.

Posto che l'intervento in esame non interferisce in alcun modo con il manufatto di interesse storico-architettonico e testimoniale rappresentato dalla Villa Duchessa di Galliera in ragione della rilevante distante intercorrente, la realizzazione dell'imbocco della galleria Delle Grazie comporterà la parziale modifica dell'assetto della Valletta del Leone, interessando il complesso dei manufatti che concorrono a caratterizzarla, quali per l'appunto la Latteria, l'arco di ingresso ed i resti della grotta.

Proprio al fine di non compromettere tali beni e di limitare l'interferenza con il patrimonio vegetazionale interessato, è stata condotta un'attività di ottimizzazione della soluzione progettuale dell'imbocco della galleria, che ha consentito di limitare l'area interferita e di non interessare il citato arco (cfr. Figura 2-3 e Figura 2-4).

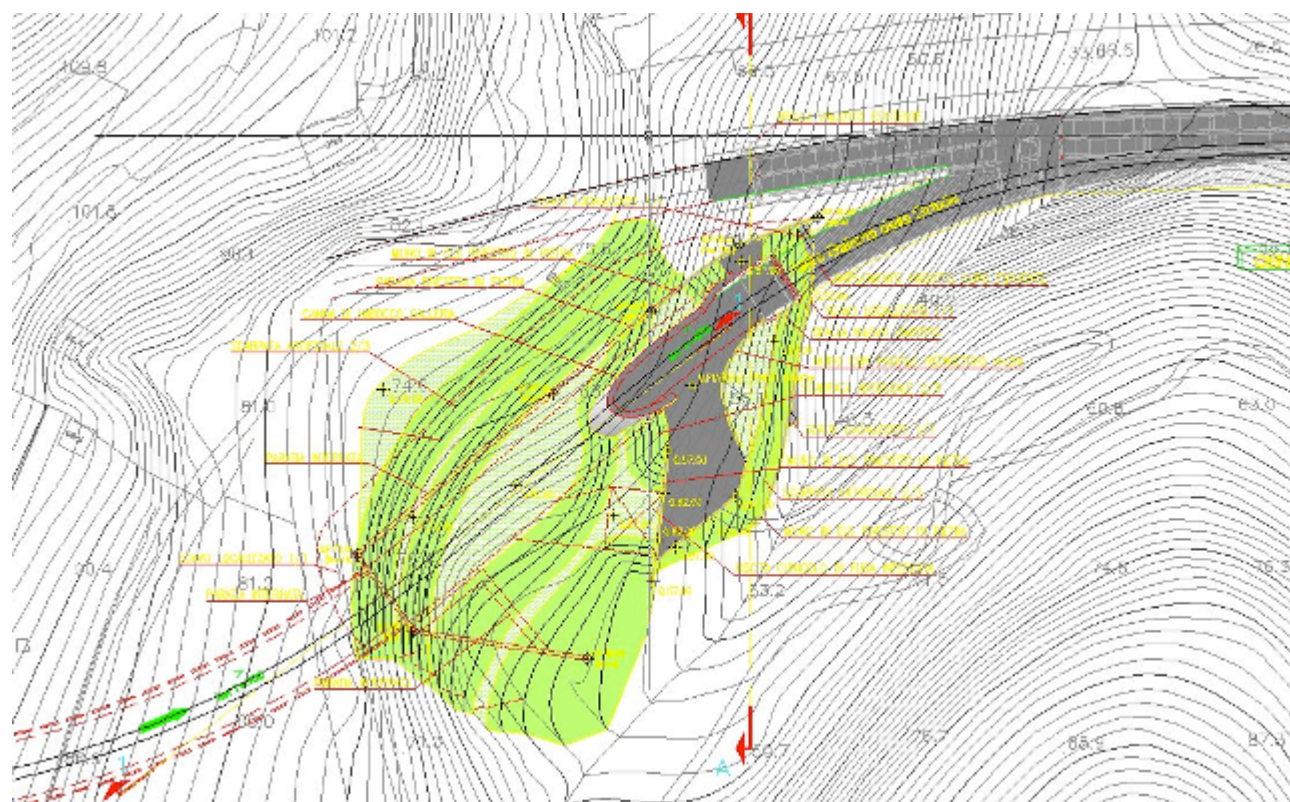


Figura 2-3 Area di cantiere Gallerie delle Grazie - soluzione non ottimizzata

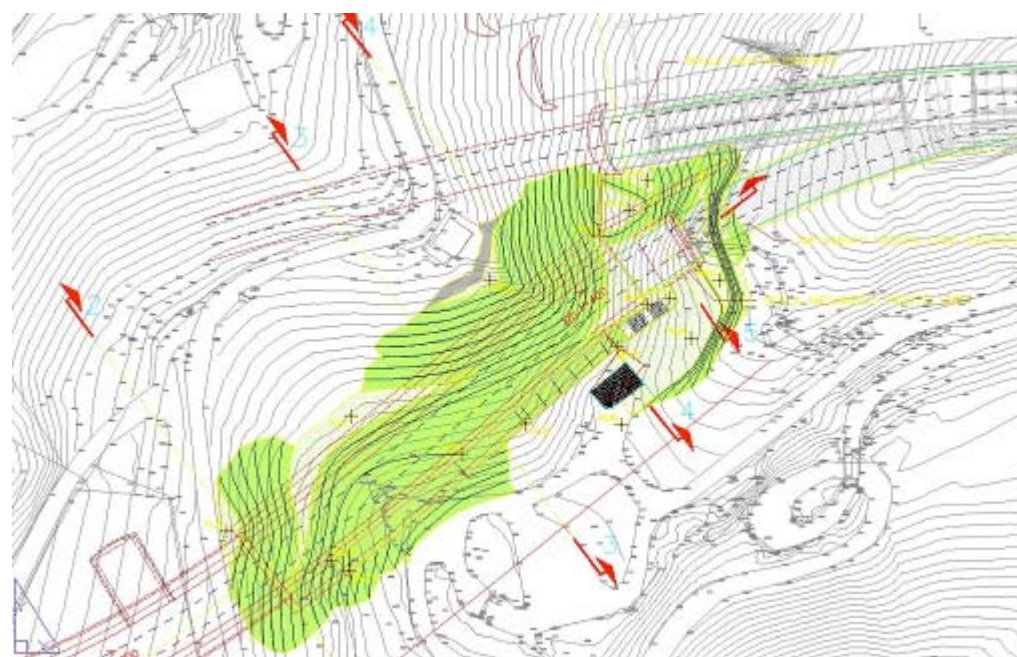


Figura 2-4 Area di cantiere Gallerie delle Grazie - soluzione ottimizzata

Per quanto invece concerne i restanti beni, stante l'impossibilità di modificare ulteriormente la soluzione progettuale, è stata prevista la delocalizzazione della Latteria e l'eventuale ricostruzione della grotta in altro luogo interno al parco.

3 OPERE CONNESSE DI CANTIERIZZAZIONE

3.1 LE OPERE A CARATTERE TEMPORANEO

3.1.1 Lo slurrydotto

3.1.1.1 Le finalità ed i criteri progettuali

Come più diffusamente descritto nel capitolo dedicato al ciclo delle terre, il materiale escavato con una concentrazione di amianto inferiore a 1gr/kg sarà movimentato dal cantiere C114 sino alla sua destinazione finale, ossia l'opera a mare, mediante un sistema di tubazioni denominato slurrydotto. Questo sistema, utilizzato da decenni nell'industria mineraria per il trasferimento a basso costo dei minerali, è costituito da un circuito idraulico (tipicamente una condotta metallica) all'interno del quale il materiale viene pompato dopo essere stato miscelato con acqua.

Nello specifico, il modello di gestione del materiale potenzialmente amiantifero proveniente dallo scavo delle gallerie della Gronda (Monterosso, Amandola, Borgonuovo) prevede che questo, a monte della sua caratterizzazione presso il cantiere C114 ed una volta verificata la rispondenza rispetto ai parametri prima citati, sia avviato ad un impianto di miscelazione volto alla produzione dello slurry e da qui rilanciato all'interno di apposite condotte (slurrydotto) che lo conferiranno a mare. A valle della stazione di rilancio le condotte passano al di sotto del viadotto su Via Romairone e si dispongono all'interno di un ideale corridoio di larghezza pari a 5m posto tra l'argine destro del torrente Polcevera e il ciglio della pista di trasporto illustrata al paragrafo successivo.

Entrando nel merito dei criteri progettuali, al fine di procedere ad un pre-dimensionamento del circuito slurry, si è reso necessario valutare la produttività giornaliera media delle due macchine di scavo. In Figura 3-1 è riportato l'andamento della produzione giornaliera prevista durante la realizzazione dell'opera, dal quale si evince che il valore massimo di produzione sarà pari a 7028 mc/giorno. Si precisa che le valutazioni si basano sul crono programma del Progetto Preliminare.

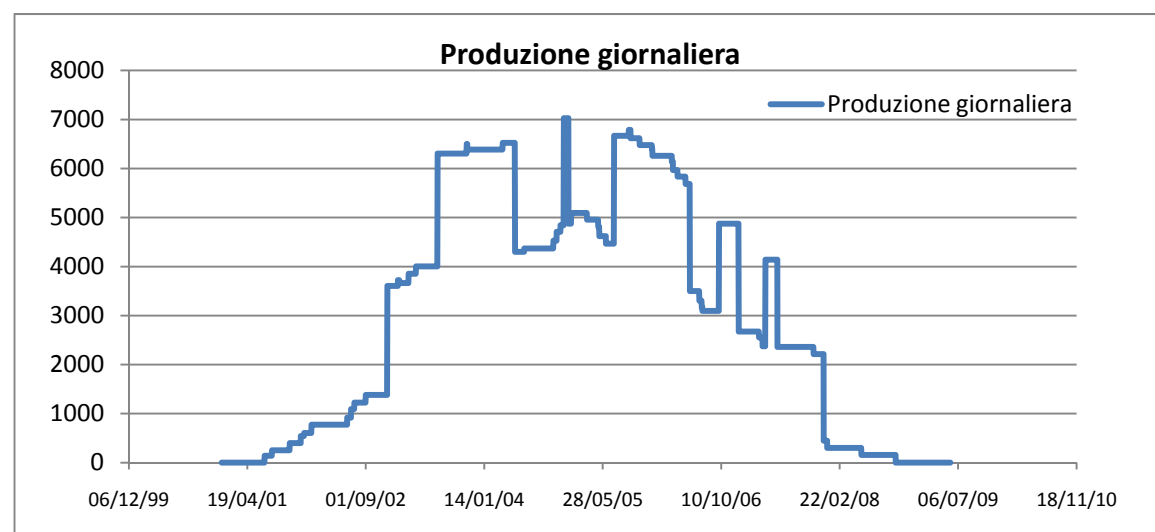


Figura 3-1 - Valutazione della produzione giornaliera (sulla base del crono programma del Progetto Preliminare)

Inoltre, nel grafico in Figura 3-2 viene visualizzato l'andamento cumulativo della produzione attraverso la quale è stato possibile stimare una retta di tendenza per il tratto centrale in termini temporali.

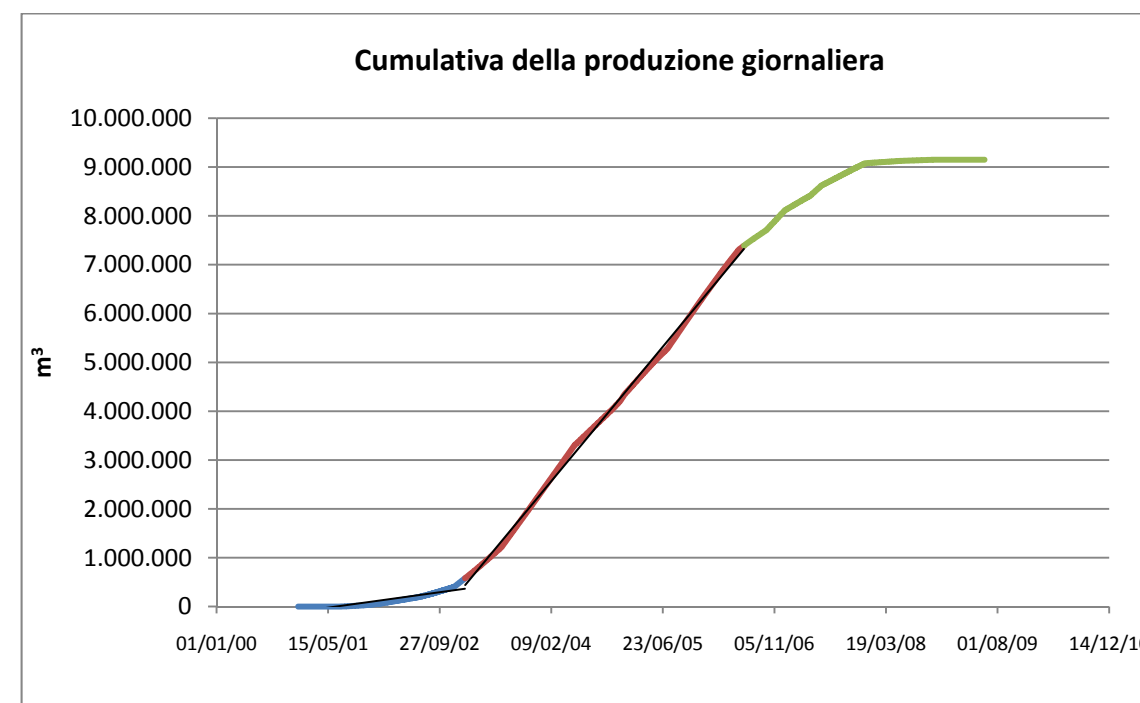


Figura 3-2 - Valutazione cumulativa della produzione giornaliera

Si è deciso, in questa fase preliminare di dimensionamento, di adottare una produzione media massima giornaliera pari a 7.000 mc/giorno come calcolato in precedenza. In fase di affinamento della progettazione si potrà eventualmente procedere alla rettifica del seguente lavoro.

I parametri di calcolo, utilizzati per il pre-dimensionamento del sistema di slurry, sono stati ricavati da una media pesata, in funzione della percentuale di formazione attraversata rispetto alla lunghezza totale, ed è stato valutato un valore dell'unità di volume per la roccia intatta pari a 26.97 kN/m³.

Partendo dal valore della roccia intatta, la valutazione del valore dei parametri da utilizzare per il materiale smarinato è stata fatta, per via della frantumazione, considerando il materiale come una ghiaia per calcestruzzi: il peso specifico è stato assunto pari a $\gamma = 20$ kN/mc, l'angolo di attrito $\phi = 31^\circ$ e il coefficiente di spinta a riposo $K_0 = 0.52$.

Inoltre in funzione delle caratteristiche geomeccaniche del materiale estratto e con l'ausilio delle raccomandazioni fornite in base all'esperienza diretta della società Herrenknecht AG sul calcolo dei circuiti slurry, sono stati utilizzati i seguenti dati con le ipotesi elencate al seguito:

- Lunghezza del circuito, singolo tratto in mandata e in ritorno → 8.800 m;
- Peso specifico dell'acqua di mare → 1.050 kg/mc
- Viscosità dell'acqua di mare → 1.15 cP
- Peso specifico della roccia in posto → 2.697 kg/mc
- Peso specifico dello smarino → 2.000 kg/mc

- Il peso specifico della torbida che si genera a seguito della miscelazione tra smarino e acqua viene fissato pari a 1.250 kg/mc; Valori di densità tra 1.200 kg/mc e 1.300 kg/mc sono stati indicati come ottimali per le miscele di torbida dall'esperienza dei circuiti slurry
- La portata del circuito, essendo legata alla produttività massima giornaliera della fase di escavazione, è valutata in 7.000 mc/giorno ed, ipotizzando il funzionamento dell'impianto in 16 ore giornaliere, si evince la necessità di trasporto di smarino pari a 437,5 mc/h. Dal valore di densità, miscelando il materiale con il giusto quantitativo di acqua, necessario per ottenere la fluidificazione del materiale per il trasporto dello stesso tramite pompaggio, evitando i rischi di bloccaggio del sistema, si ricava il valore di portata di miscela pari a 2.078,1mc/h.

Con questa capacità di smarino, sarà possibile svuotare 2 silos da 1.500 mc in un tempo massimo di 7 ore.

A seguito di queste ipotesi iniziali si è provveduto a dimensionare il circuito di mandata, individuato come trasporto dell'acqua di mare dal porto verso la zona di cantiere Polcevera, con una portata superiore pari a 2000 mc/h, al fine di garantire all'impianto un margine di lavorabilità maggiore. Ipotizzando un diametro della condotta pari a 0,45 m, si è provveduto a calcolare la velocità del fluido nel tubo di mandata pari a 3,5 m/s.

In seguito si sono calcolate le perdite di carico del sistema al fine di valutare la prevalenza massima da vincere con il sistema di pompe lungo il circuito.

Le perdite di carico legate all'attrito nella tubazione di mandata e per caduta di pressione per la dissipazione dell'energia cinetica sono state misurate in 220,0 m.

Tenendo in considerazione la componente geometrica sfavorevole nel circuito di mandata, la totale perdita di carico da vincere risulta pari a 295,0 m.

Osservando i sistemi di pompe WARMAN in funzione della portata oraria e della prevalenza da vincere, è possibile adottare 4 pompe Modello WARMAN 14/12 GGG con una prevalenza massima pari a 90 metri e che supportano la portata oraria richiesta dal sistema.

Essendo richiesto per il circuito appena calcolato una prevalenza pari a 73,8m, si è calcolato il sistema con una prevalenza per pompa pari a 85 m, per ulteriore margine di lavorabilità, considerando un rendimento delle pompe del 70% e ottenendo una potenza necessaria per pompa pari a 695 kW (con 730 g/min).

Per il funzionamento di ogni singola pompa è quindi richiesto l'utilizzo di un motore elettrico con una potenza di 750 kW e una velocità di rotazione pari a 800 giri al minuto.

È stato inoltre dimensionato il circuito di ritorno che porta il materiale miscelato con acqua marina dal cantiere Polcevera al Porto di Cornigliano fino al mare.

Per il dimensionamento di questa parte di circuito si sono introdotti alcuni fattori che caratterizzano la torbida. Il nuovo fluido che attraverserà il circuito ha un peso specifico pari a 1250 kg/mc, e si sono incrementati i parametri plastici.

Dopo aver considerato queste variazioni di fluido è da tener presente che nel circuito di ritorno, le portate da trasportare aumentano a seguito della miscelazione fluido – solido in 2.200 mc/h considerando anche un margine di sicurezza del sistema.

In questo caso si è scelto un diametro pari a 0,45 m (da bibliografia il diametro dovrà essere pari a 2,5 volte la dimensione maggiore dei grani che lo attraversano al fine di evitare intasamento) da cui si evince una velocità di trasporto pari a 3,8 m/s. Questa velocità, trattandosi di trasporto di una torbida, va confrontata con la velocità critica per evitare la sedimentazione dei grani durante il trasporto nella condotta. Dall'esperienza proveniente dal-

lo scavo meccanizzato della Herrenknecht AG non si hanno rischi di sedimentazione quando la velocità del fluido è maggiore di 3,1 m/s. Il flusso risulta quindi verificato nei confronti della sedimentazione.

Come per il circuito di mandata, sono state calcolate le perdite di carico del circuito della torbida e si è ottenuto un valore di perdita di carico per attriti nella tubazione e per caduta di pressione per la dissipazione dell'energia cinetica pari a 378,4m.

Il calcolo delle perdite di carico totali e quindi della prevalenza necessaria alle pompe per vincere il dislivello del sistema sono risultate pari a 323,4 m, considerando l'energia potenziale gravitazionale del materiale che risulta energia utile da spendere per il trasporto.

Come visto prima, per la scelta delle pompe, in questo caso si rende necessario utilizzare le pompe da slurry e in funzione dei risultati ottenuti è possibile utilizzare per il ritorno 4 pompe WARMAN 300 LP T SHG Korn 240mm, in grado cioè di effettuare un trasporto solido fino a pezzature dell'ordine di 240mm, con una prevalenza massima di 87 metri e che supportano la portata oraria richiesta dal sistema.

Essendo richiesto per il circuito appena calcolato una prevalenza pari a 80,9 m si è andato a calcolare il sistema con una prevalenza per pompa pari a 87 m per ulteriore margine di lavorabilità, considerando un rendimento delle pompe del 75% e ottenendo una potenza necessaria per pompa pari a 974 kW (con 700 1/min).

Per il funzionamento di ogni singola pompa è quindi richiesto l'utilizzo di un motore elettrico con una potenza di 1.100 kW e una velocità di rotazione pari a 700 giri al minuto.

I risultati derivano sia dall'applicazione di un modello teorico per un fluido ideale, sia da dati di esperienza ottenuti da circuiti slurry installati per macchine di scavo TBM. Al fine di ottenere un valore in termini di perdite di carico comparabile con dati di esperienza si è reso necessario applicare una perdita di carico per metro lineare più conservativa, data la disomogeneità del fluido. Per questa ragione si è scelto di applicare per le perdite di carico del circuito di mandata con solo acqua di mare un coefficiente 2 mentre per le perdite di carico ottenute sul circuito slurry di ritorno un fattore 3 (pari al rapporto tra le perdite di carico lineari ottenute dall'esperienza e le perdite teoriche calcolate), date le maggiori problematiche di valutazione con una formulazione teorica per la natura non omogenea della torbida che si andrà a generare.

Questi fattori correttivi garantiscono al sistema una maggior conformità rispetto a circuiti slurry realizzati in altri cantieri di scavo con TBM.

I risultati ottenuti corrispondono infatti ad un valore di 2,5m/100m di perdita di carico per il circuito di mandata dell'acqua marina ed un valore di 4,3m/100m di perdita di carico per il circuito di ritorno della torbida. Questi parametri sono comparabili con i risultati ottenuti dall'esperienza.

Il sistema così dimensionato può essere gestito modificando la diluizione in funzione della produzione giornaliera: si mantiene costante il limite di portata del circuito pari a 2.200mc/h. Dato il margine di sicurezza considerato nei calcoli del circuito di mandata, vi sarà la possibilità di aumentare la diluizione del materiale nell'eventualità che il circuito possa presentare problematiche di sedimentazione all'interno della tubazione di ritorno.

Nella tabella successiva viene riportato uno stralcio della tabella delle velocità consigliate dalla Herrenknecht per il trasporto solido in circuito slurry.

Tabella 3-1 Stralcio tabella delle velocità Herrenknecht

| Q [m ³ /h] | Diametro [m] | | |
|-----------------------|--------------|------|-----|
| | 0.4 | 0.45 | 0.5 |
| 1700 | 3.8 | 3.0 | 2.4 |
| 1800 | 4.0 | 3.1 | 2.5 |
| 1900 | 4.2 | 3.3 | 2.7 |
| 2000 | 4.4 | 3.5 | 2.8 |
| 2100 | 4.6 | 3.7 | 3.0 |
| 2200 | 4.9 | 3.8 | 3.1 |
| 2300 | 5.1 | 4.0 | 3.3 |
| 2400 | 5.3 | 4.2 | 3.4 |
| 2500 | 5.5 | 4.4 | 3.5 |
| 2600 | 5.7 | 4.5 | 3.7 |
| 2700 | 6.0 | 4.7 | 3.8 |

| |
|-------------------------|
| Velocità troppo elevata |
| Velocità ottimale |
| Velocità sconsigliata |

Nelle seguenti tabelle sono riassunti risultati ottenuti per il circuito di mandata e di ritorno.

Mandata: acqua marina

| Diametro Tubazione | Portata acqua: | Velocità mandata (acqua) | Perdita di carico Totale | Potenza efficace per pompa (h=0.7) |
|--------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| d [m] | Q [m ³ /h] | [m/s] | H _t [m] | [kW] |
| 0.45 | 2000 | 3.5 | 295 | 695 |

Ritorno: miscela di acqua e smarino

| Diametro Tubazione | Portata torbida: | Velocità mandata (acqua) | Perdita di carico Totale | Potenza efficace per pompa (h=0.75) |
|--------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| d [m] | Q [mc/h] | [m/s] | H _t [m] | [kW] |
| 0.45 | 2200 | 3.8 | 323,4 | 974 |

3.1.1.2 Le caratteristiche fisiche e dimensionali

Il tracciato dello slurrydotto, la cui estensione complessiva è pari a circa 8.500 metri (cfr. MAM-C-QPGT-004 e MAM-C-QPGT-005), si articola in due tratte distinte:

- la prima, di estensione pari a circa 6.660 metri, corre parallelamente alla pista di trasporto per le frese ed il tracciato ha uno sviluppo aereo, essendo le condotte appoggiate su una apposita struttura costituita da travi metalliche su montanti tubolari disposti ad interasse di 12 metri (cfr. Figura 3-3);
- la seconda, di lunghezza di circa 1.900 metri, è prevista sulla banchina portuale. In questo tratta le condotte sono appoggiate direttamente a terra a quota del terreno ed il tracciato è stato previsto in modo da minimizzare le possibili interferenze con le attività già in essere su tale area.

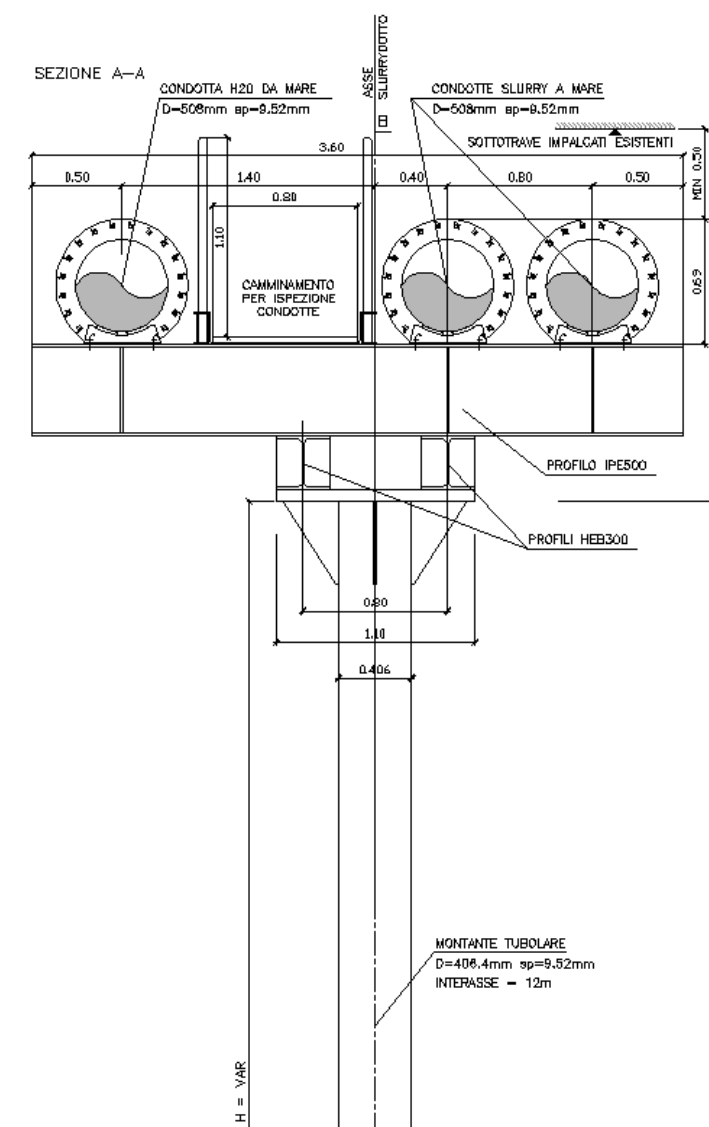


Figura 3-3 Sezione tipo slurrydotto su montanti

Dal punto di vista altimetrico il tracciato dello slurrydotto è stato definito ipotizzando di far passare le condotte al di sotto degli impalcati esistenti con idoneo franco (> 0.50m), ciò al fine di mantenere la pendenza sempre verso valle e di eliminare le interferenze con i viadotti (cfr. Figura 3-5). Fa eccezione l'ultimo ponte lato monte prima del cantiere CI13 (ponte Ratto) dove le ridotte altezze dell'impalcato rispetto all'alveo obbligano a portare le condotte al di sopra dello stesso.

Lo slurrydotto risulta composto da n.2 condotte metalliche DN508mm – sp. 9.52mm adibite al trasporto dello slurry da CI13 a mare, di cui una in esercizio e una di riserva, e n.1 condotta adibita al trasporto di acqua da mare a CI13.

Per l'ispezione e la manutenzione delle condotte si prevede inoltre la realizzazione di un apposito camminamento di ispezione posto tra le condotte per lo slurry e la condotta per l'acqua; complessivamente la larghezza dello slurrydotto risulta pari a 3.60m.

Lungo il tracciato sono inoltre state previste stazioni di rilancio, allocate in appositi fabbricati a livello delle condotte e collegati alla viabilità esistente mediante una scaletta di servizio.

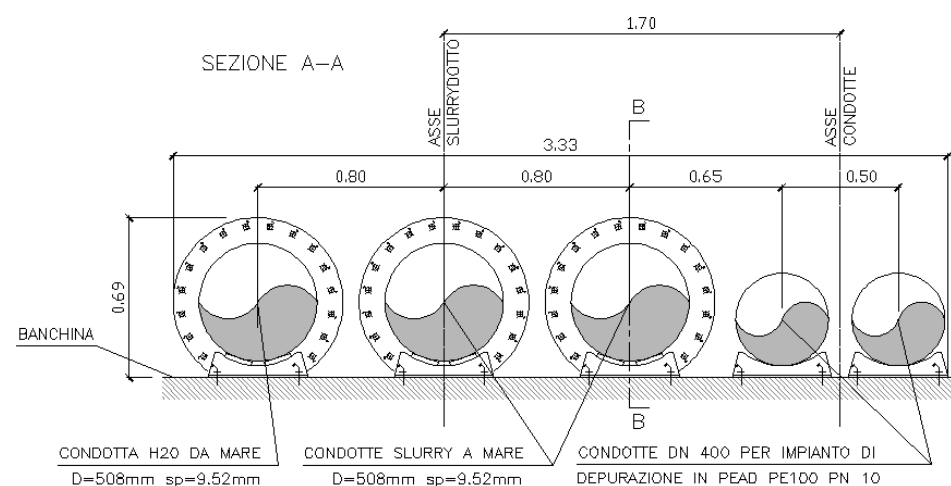


Figura 3-4 Sezione tipo slurrydotto in banchina

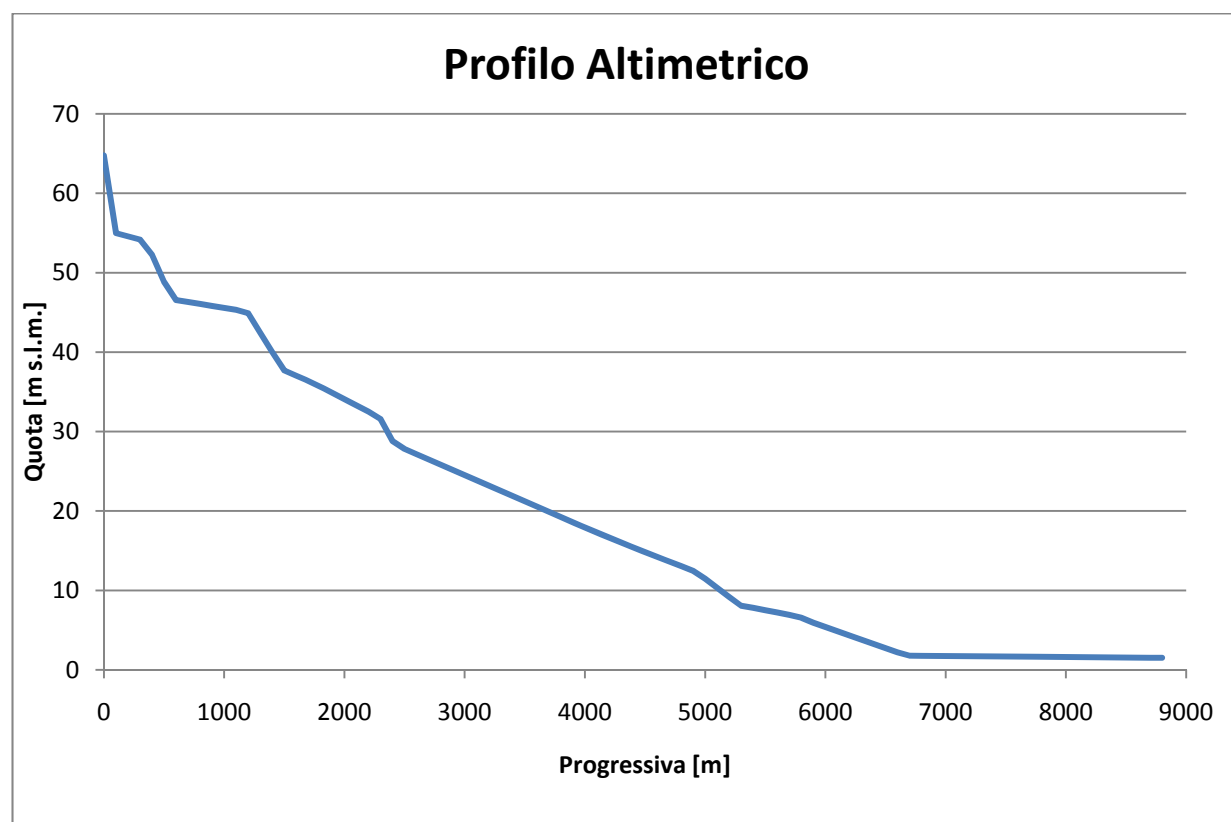


Figura 3-5 Profilo altimetrico tracciato circuito slurry

3.1.2 La pista di trasporto frese

3.1.2.1 Le finalità ed i criteri progettuali

Come precisato nel paragrafo dedicato alla realizzazione delle gallerie, lo scavo delle gallerie della Gronda (Monterosso, Amandola, Borgonuovo) sarà realizzato mediante 2 frese TBM che saranno assemblate sul piazzale di imbocco C113 posto a Bolzaneto immediatamente a monte della confluenza del torrente Burla nel torrente Polcevera.

Considerando che per il trasporto dei componenti delle frese sono necessari appositi carro ad assi multipli e che l'ingombro di numerosi componenti delle frese non è compatibile con le caratteristiche della rete viaria esistente, per il trasporto dei componenti stessi si prevede di realizzare una apposita pista di cantiere situata lungo l'alveo del torrente Polcevera in destra idrografica.

I fattori che hanno informato la progettazione del tracciato della pista sono stati i seguenti:

1. **Presenza di ponti in attraversamento del fiume:** Il tratto di alveo del torrente Polcevera in ambito urbano è caratterizzato dalla presenza di numerosi ponti e viadotti stradali, ferroviari e passerelle pedonali di diversa tipologia. Il vincolo imposto da tali elementi è dato principalmente dalla quota del sottotrave dell'impalcato rispetto al fondo alveo e (ove presenti) dalle dimensioni delle arcate.
2. **Ingombro dei colli trasportati:** Si prevede che il massimo ingombro planimetrico dei colli trasportati sia pari a 8.70m mentre l'ingombro altimetrico massimo sia pari a 5.55m al lordo del mezzo di trasporto.
3. **Pendenza longitudinale massima compatibile con i carri di trasporto:** Come già accennato per il trasporto dei componenti delle frese si prevede di ricorrere a mezzi di trasporto eccezionali composti da doppia motrice e rimorchio ad assi multipli. La pendenza longitudinale massima compatibile con tali mezzi risulta pari al 7%.

Nel rispetto dei vincoli sopra esposti, l'andamento plano-altimetrico della pista è stato quindi definito in modo tale da garantire i franchi orizzontale e verticale minimi per il transito sotto ai ponti esistenti e mantenendo la pendenza longitudinale entro i valori ammissibili.

Sempre nel rispetto di tali condizionamenti si sono prospettate le seguenti scelte progettuali:

- “staccare”, in alcuni punti, il tracciato dall'argine destro del fiume e portarlo localmente verso la parte centrale dell'alveo.
- articolare il tracciato, rispetto alla quota di fondo alveo, in rilevato o a raso.

3.1.2.2 Le caratteristiche fisiche e dimensionali

Entrando nel merito del tracciato della pista, la cui estensione complessiva è di circa 6.600 metri (cfr. MAM-C-QPGT-004 e MAM-C-QPGT-005) con un dislivello tra la partenza e l'arrivo pari a circa 47 metri, questo si sviluppa a partire dalla zona portuale, sulla sponda sinistra del Polcevera immediatamente a Sud del nuovo viadotto ferroviario, e, come detto, risale lungo l'alveo del fiume fino alla confluenza del torrente Burla dove, passando sotto il viadotto su via Romairone, si innesta sul piazzale del cantiere C114.

Il tratto in rilevato ha un'estensione pari a circa 4.500 metri, mentre quello in trincea, ammontante a circa 2.100 metri, è concentrato principalmente nel tratto finale della pista, do-

ve il piano viario (e di conseguenza gli impalcati dei ponti) presentano un'altezza più ridotta rispetto alla quota di fondo alveo.

La sezione tipo della pista ha una larghezza complessiva pari a 15 metri, di cui 10 dedicati al transito dei mezzi per il trasporto dei componenti della fresa e 5 dedicati al transito dello slurrydotto.

La pista non sarà asfaltata ed inoltre, al fine di presidiarne la sede dai normali deflussi lungo l'alveo durante le fasi di cantiere, sarà corredata di un'arginatura. A tale riguardo si sottolinea infatti che, costituendo un'opera del tutto provvisoria, è stata concepita come erodibile in caso di eventi di piena.

Tale arginatura si sviluppa a partire dal ciglio della pista con pendenza 3:2, presenta un tratto sommitale piano di larghezza pari a 0.50m, mentre la scarpata lato fiume presenta pendenza pari a 1:1 ed è rivestita in massi reperiti in loco; all'interno del corpo dell'argine si prevede inoltre la posa di geotessili e geomembrane aventi la funzione di abbattere i fenomeni di filtrazione verso la pista, mentre a difesa dai fenomeni di scalzamento è stato previsto un piede all'interno dell'alveo di altezza pari a 1.5m.

Complessivamente tale geometria consente (assumendo un franco idraulico minimo pari a 0.50m) la gestione di battenti massimi dell'ordine di 1.5m.

3.2 LE OPERE A CARATTERE DEFINITIVO: L'OPERA A MARE

3.2.1 Criteri progettuali

3.2.1.1 Vantaggi e opportunità

Il ricollocamento dei milioni di metri cubi di smarino avrebbe costituito una difficoltà quasi insormontabile nel contesto genovese, caratterizzato da un territorio o fortemente urbanizzato o di alto pregio ambientale. Il problema è stato risolto progettando, in accordo all'iter tecnico/autorizzativo sviluppato presso gli enti locali e governativi, il parziale riempimento del Canale di Calma, con la costruzione di una colmata, come ampliamento verso mare dell'attuale banchina aeroportuale, avente lunghezza complessiva pari a 3612 m ed una larghezza pari a 180 m.

Si rimanda al paragrafo 6.4 per un'analisi dettagliata di fabbisogni e produzioni.

La realizzazione della nuova opera si propone di assolvere ai seguenti obiettivi tecnico funzionali:

- **Adeguamento della Runway strip** dell'Aeroporto di Genova (fascia di rispetto laterale alla pista aeroportuale, Figura 3-6) alle prescrizioni dell'Annesso 14 ICAO. L'Aeroporto di Genova è operativo sulla base della certificazione rilasciata da E-NAC che contiene, tra le altre, una "non conformità" dovuta alla ridotta dimensione della Runway strip. In particolare la strip si dovrebbe estendere simmetricamente da ambo i lati della pista e la sua larghezza è fissata dal Regolamento ENAC in 150 m per lato dall'asse pista. Nel caso di Genova l'attuale runway strip presenta una lunghezza pari a 105 m. Con la realizzazione dell'opera a progetto si otterrebbero i 45 m necessari per il completamento della runway strip lato mare;



Figura 3-6 Il riempimento in affiancamento all'Aeroporto

- **Realizzazione di una strada perimetrale** per l'accesso al lato della pista e alla stessa runway strip;
- **Protezione dell'infrastruttura aeroportuale** da eventi meteomarinari significativi. Attualmente in occasione di determinati eventi meteomarinari (quali ad esempio le mareggiate verificatesi nel 2010) le onde trascinanti la diga foranea esistente hanno interessato direttamente la pista aeroportuale, causando l'interruzione del servizio ed arrecando danni alle strutture esistenti. La realizzazione di una nuova banchina dotata di muro paraonde e l'aumento della distanza tra lo specchio acqueo e la pista aeroportuale assolve l'obiettivo di garantire una maggiore protezione;
- **Adeguamento della rete di drenaggio** della piattaforma aeroportuale. L'attuale rete di drenaggio della pista aeroportuale presenta scarichi con quota sul livello medio mare, con conseguente criticità legate al funzionamento in presenza di determinate condizioni meteo marine. La nuova rete garantisce una capacità di accumulo all'interno delle strutture tale da ottenere un tirante di invaso massimo che non comporti rigurgito all'interno delle condotte di scarico esistenti (quota massima +0.20 m s.m.m.). Inoltre la rete di drenaggio esistente può scaricare sempre a "bocca libera", evitando quindi che i rialzi mareali possano mandarla "sottobattente" con conseguenti problemi di scarico ed esondazioni a monte.

Ciò premesso, il riempimento parziale del Canale di Calma – realizzando una cassa di colmata in continuità con l'attuale sedime aeroportuale e con superfici trattate in modo idoneo - si configura come un'opera in grado di configurare l'uso dello smarino come "sottoprodotto", ai sensi del D.Lgs 152/06.

3.2.1.2 Caratteristiche statico-funzionali

Configurandosi l'opera come una struttura a completamento e a servizio dell'infrastruttura aeroportuale esistente e facendo riferimento al D.M. 14 gennaio 2008, riguardante le "Norme tecniche per le costruzioni" (nel seguito DM 14/01/2008) si individuano le seguenti caratteristiche di progetto:

- Vita utile dell'opera pari a 100 anni (Tipo di Costruzione 3, ai sensi della Tabella 2.4.I del DM 14/01/2008);
- Classe d'uso: Classe IV. Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.

Questa scelta, ha comportato la scelta:

- dei tempi di ritorno per le azioni di tipo sismico, ambientale, meteomarinario;

- delle caratteristiche dei materiali e degli stati limite di esercizio (fessurazione ad esempio) utilizzati nel progetto.

Nel seguito di questa relazione e nelle relazioni tematiche specialistiche sono riportati nel dettaglio i criteri statici derivati, nelle varie situazioni, dalla sopraccitata normativa, considerata come la base per il dimensionamento statico dell'opera, assieme alle "Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe frangiflutti" edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (1996).

3.2.1.3 Criteri di navigabilità nel Canale di Calma e di operatività alla banchina dell'ILVA

Il nuovo deposito di materiali a mare consente da un lato l'ampliamento dell'area aeroportuale e dall'altro comporta la riduzione della larghezza del Canale di Calma, per il quale si è proceduto a verificare la compatibilità con le funzioni antropiche esistenti.

In tal senso è stato assunto alla base del dimensionamento del nuovo Canale di Calma, il criterio fondamentale di mantenere l'attività di navigazione secondo le modalità oggi esistenti. A riguardo si evidenzia che il Canale di Calma oggi non è utilizzato abitualmente per la libera navigazione, salvo autorizzazioni speciali tra cui quella della motonave per trasporto pubblico e dei mezzi di soccorso ed emergenza.

In Tabella 3-2 si riportano le caratteristiche delle imbarcazioni ammesse a circolare all'interno del canale di navigazione antistante l'aeroporto di Genova.

Tabella 3-2 - Caratteristiche delle navi che transitano nel canale di navigazione

| Flotta | Lunghezza L _{OA} (m) | Larghezza (m) | Pescaggio D (m) | Dislocamento / Stazza (t) |
|---------------------------------|----------------------------------|------------------|--------------------|------------------------------|
| Guardia Costiera | 29.5 | 6.7 | 1.80 | 136 |
| Vigili del Fuoco | 28.7 | 7.0 | 1.85 | 144 |
| Motonave per trasporto pubblico | 29.9 | 7.2 | 2.50 | 97 |

Per queste tipologie d'imbarcazione va verificato che, in condizioni meteomarine ricorrenti (tempi di ritorno 1-5 anni), vengano garantite le condizioni di navigazione in sicurezza. Va peraltro assunto che il Canale di Calma possa essere utilizzato a doppio senso di circolazione. Con riferimento a tali criteri si è proceduto al dimensionamento del nuovo Canale di Calma riguardo alle sue dimensioni caratteristiche: larghezza e profondità.

Si precisa poi che vanno tenuti in debito conto anche gli effetti idrodinamici indotti nel canale dalla navigazione (in termini di onde, correnti di ritorno e livello idrico) e a sua volta dei loro eventuali effetti per il dimensionamento della nuova conterminazione.

Infine si fa cenno al criterio da considerare per il mantenimento delle condizioni di operatività/funzionalità alla banchina dell'ILVA, ubicata sul lato est della nuova opera a mare. A riguardo si ritiene indispensabile studiare una configurazione/tipologia delle nuove opere, in grado di garantire le condizioni di operatività alla banchina. Si fa riferimento in particolare agli effetti delle onde che si propagano attraverso l'imboccatura all'estremità est della diga foranea esistente. Le condizioni meteomarine di riferimento per la funzionalità della banchina sono evidentemente quelle ricorrenti, relative a periodi di ritorno dell'onda di 1 anno.

3.2.1.4 Criteri meteomarini

Il periodo di ritorno dell'onda di progetto è stato definito in conformità alle Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe frangiflutti, edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (1996). Il periodo di ritorno dipende dalla vita tecnica dell'opera e dalla massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo di vita operativa dell'opera.

La durata minima di vita per le opere è definita nella seguente tabella.

Tabella 3-3 - Durata minima di vita (Tv) per opere o strutture di carattere definitivo

| Tipo dell'opera | Livello di sicurezza richiesto | | |
|---------------------------------|--------------------------------|----|-----|
| | 1 | 2 | 3 |
| | Vita di progetto (anni) | | |
| Infrastrutture di uso generale | 25 | 50 | 100 |
| Infrastrutture ad uso specifico | 15 | 25 | 50 |

Per infrastrutture di uso generale si intendono opere di difesa, di complessi civili o industriali, che non siano destinati ad uno specifico scopo e per i quali non è chiaramente identificabile il termine della vita funzionale dell'opera. Per infrastrutture ad uso specifico si intendono le opere di difesa di singole installazioni industriali, di porti industriali, di depositi o piattaforme di carico e scarico, di piattaforme petrolifere, ecc..

Il livello di sicurezza 1 si riferisce ad opere o installazioni di interesse locale ed ausiliario, comportanti un rischio minimo di perdita di vite umane o di danni ambientali in caso di collasso della stessa (difese costiere, opere in porti minori o marina, scarichi a mare, strade litoranee ecc.). Il livello di sicurezza 2 si riferisce ad opere e installazioni di interesse generale, comportanti un moderato rischio di perdita di vite umane o di danni ambientali in caso di collasso dell'opera (opere di grandi porti, scarichi a mare di grandi città, ecc.). Il livello di sicurezza 3 si riferisce ad opere o installazioni per la protezione dall'inondazione o di interesse sopranazionale, comportanti un elevato rischio di perdita di vite umane o di danno ambientale in caso di collasso della stessa (difese di centri urbani o industriali, ecc.).

Nel caso dell'opera in esame è stato adottato un livello di sicurezza pari a 3, su raccomandazione delle Autorità dell'Aeroporto di Genova; quindi la vita utile dell'opera è pari a 100 anni.

Per quanto riguarda la probabilità di occorrenza delle condizioni meteomarine di progetto, si assumeranno le probabilità corrispondenti al danneggiamento incipiente o alla distruzione totale in relazione alle deformazioni-modificazioni subite dall'opera in caso di danneggiamento ed alla difficoltà di riparare il danno subito (vedi Tabella 3-4).

Nel caso in esame si assume la probabilità corrispondente al danneggiamento incipiente, inteso come il livello di danneggiamento predefinito in relazione al tipo di struttura, al di sopra del quale il danno è apprezzabile e risulta necessario intervenire con lavori di manutenzione.

Tabella 3-4 - Massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo di vita operativa dell'opera P_f

| Danneggiamento incipiente | | |
|---------------------------|---------------------------|---------|
| Ripercussione economica | Rischio per la vita umana | |
| | Limitato | Elevato |
| Bassa | 0.50 | 0.30 |
| Media | 0.30 | 0.20 |
| Alta | 0.25 | 0.15 |
| Distruzione totale | | |
| Ripercussione economica | Rischio per la vita umana | |
| | Limitato | Elevato |
| Bassa | 0.20 | 0.15 |
| Media | 0.15 | 0.10 |
| Alta | 0.10 | 0.05 |

Per rischio limitato per la vita umana si intendono i casi in cui a seguito del danneggiamento non è prevista alcuna perdita di vite umane. Quando queste perdite sono preventivabili, il rischio è elevato. Per ripercussione economica bassa, media e alta s'intendono casi in cui il rapporto fra i costi diretti del danneggiamento (sommati a quelli indiretti dovuti alla perdita di funzionalità delle opere protette) ed il costo totale per la realizzazione dell'opera (quando questa sia minore di 5) è compreso fra 5 e 20 o è maggiore di 20.

Nel caso in esame, il rischio per la vita umana viene ritenuto basso; per quanto riguarda la massima probabilità di danneggiamento ammissibile nel periodo operativo dell'opera, relativamente allo scenario di danneggiamento incipiente, si assume una ripercussione economica medio bassa e quindi una probabilità di 0.4.

La combinazione del tempo di vita dell'opera T_v e della probabilità di danneggiamento P_f determina il tempo di ritorno dell'evento di progetto T_{rp} :

$$T_{rp} = T_v / [-\ln(1 - P_f)]$$

Per un danno classificabile come "danneggiamento incipiente", si è assunto:

- $T_v = 100$ anni
- $P_f = 0,4$

che comporta un T_{rp} teorico pari a 196 anni, trasformato in un valore adottato di 200 anni. In definitiva, per il dimensionamento delle opere di progetto, si considerano condizioni meteomarine (ed in particolare un'onda significativa) corrispondente ad un periodo di ritorno di 200 anni.

Un ulteriore criterio è stato quello di garantire condizioni di sicurezza nei confronti della tracimazione, a seguito di condizioni estreme nel canale di calma; sono state considerate due condizioni:

- la propagazione del moto ondoso attraverso le imboccature alle estremità della diga foranea esistente;

- la generazione e propagazione del moto ondoso all'interno del Canale di Calma per effetto della lama tracimante sopra la diga foranea esistente.

A tal fine sulla base delle condizioni meteomarine all'interno del Canale di Calma, lungo tutto lo sviluppo della nuova opera di conterminazione sono state stimate le portate medie di tracimazione al variare del tempo di ritorno, verificando che l'entità di tali portate fosse compatibile con i limiti consentiti in base alle caratteristiche strutturali e alle diverse funzionalità delle opere. Più precisamente, si è fatto riferimento al criterio di verifica delle condizioni di tracimazione della nuova opera, in grado di garantire da una parte le condizioni di operatività/esercizio a tergo in situazioni meteomarine ricorrenti e dall'altra la sicurezza strutturale in situazioni meteomarine estreme.

Per la definizione dei limiti di accettabilità, si è fatto riferimento all'EurOtop Manual (2007)³. In particolare, i limiti di tollerabilità delle portate di tracimazione sono stati definiti come segue, in relazione alle condizioni critiche per il normale esercizio e la sicurezza strutturale delle opere:

- $q_{max}(T_r=1, 5 \text{ anni}) = 1-10 \text{ l/s/m}$, per l'azione in sicurezza del personale dell'aeroporto;
- $q_{max}(T_r=200 \text{ anni}) = 50-200 \text{ l/s/m}$, per la sicurezza strutturale.

In particolare, per quanto riguarda la sicurezza del personale, si è verificato che i limiti di accettabilità vengano rispettati, con riferimento all'estremo inferiore dell'intervallo per tempi di ritorno di 1 anno e, con riferimento all'estremo superiore dell'intervallo, per tempi di ritorno di 5 anni.

Per la sicurezza strutturale, in relazione a eventi con tempo di ritorno di 200 anni, si è fatto riferimento all'estremo superiore dell'intervallo indicato.

Pertanto sulla base dei limiti delle portate massime di tracimazione è stata definita la quota ed in generale le caratteristiche del muro paraonde per garantire le funzioni sopra evidenziate.

3.2.1.5 Criteri ambientali

Vista la possibile presenza di concentrazioni di amianto, comunque inferiori ai limiti posti dal D.Lgs 152/06, nei materiali di smarino che saranno utilizzati per realizzare la colmata, dal punto di vista ambientale il principale obiettivo del progetto è stato quello di evitare ogni rilascio di fibre di amianto verso l'ambiente circostante (sia in atmosfera che nelle acque marine) durante tutte le operazioni di realizzazione della colmata e, sul lungo periodo, dopo l'ultimazione della colmata stessa.

Non essendo nota l'esatta quantità di fibre che saranno presenti nelle acque dello slurrydotto, si è cautelativamente ipotizzato che la loro presenza nelle acque sia significativa.

È nota in letteratura la pericolosità delle fibre di amianto in atmosfera per la salute pubblica, legata principalmente alla loro cancerogenicità se inalate in concentrazioni elevate o per lunghi periodi, meno nota è la pericolosità delle fibre in ambiente acquatico. Tuttavia, la possibile presenza di fibre libere nelle acque della colmata e la necessità di scaricare le stesse nelle acque circostanti comportano la necessità di adottare opportune misure progettuali, per evitare impatti ambientali significativi.

³ EA, ENW, KFKI EUROTOP (2007), Wave overtopping of sea defences and related structures: assessment manual. 178 p.p.

Per quanto riguarda il potenziale rilascio di fibre in atmosfera, aspetto di particolare rilevanza non solo ambientale ma anche per la valutazione del rischio per la salute umana, i principali criteri ambientali alla base della progettazione sono stati:

- prevedere che le fibre siano sempre mantenute in ambiente acquatico durante tutte le operazioni di versamento del materiale scavato e che non possano mai arrivare all'interfaccia acqua/aria;
- prevedere che le fibre siano sempre mantenute in ambiente acquatico durante le fasi di trattamento, nell'impianto di depurazione appositamente realizzato;
- prevedere che le fibre si mantengano sempre in ambiente saturo, a lungo termine, una volta completata l'opera.

Per quanto riguarda, invece, la minimizzazione del rischio di rilascio di fibre di amianto verso l'ambiente marino esterno al sito di progetto, i principali criteri adottati sono stati:

- mantenere le terre e rocce da scavo, con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs. 152/06, sempre in ambiente confinato, realizzando la struttura di contenimento della colmata in modo da garantire una costante di permeabilità non superiore a 10^{-6} m/s, ritenuta adeguata a bloccare le fibre presenti in sospensione acquosa⁴;
- prevedere che il materiale sia conferito nella colmata solo dopo che il perimetro della stessa sia stato completato;
- contemporaneamente al deposito del materiale all'interno della colmata, inviare, tramite una tubazione dedicata, le acque in eccesso ad un impianto di trattamento prima dello scarico in mare, in modo da garantire il rispetto dei limiti fissati dall'autorità di controllo⁵.

Un ulteriore aspetto rilevante è rappresentato dai sedimenti presenti nel canale di calma, i quali presentano concentrazioni significative di alcuni analiti. Ciò ha richiesto l'adozione di specifiche misure durante la costruzione della colmata e di versamento dei materiali, per evitare fenomeni di risospensione tali da provocare un rilascio significativo di sostanze verso l'esterno della colmata.

3.2.1.6 Criteri costruttivi

I criteri costruttivi utilizzati per la scelta della soluzione progettuale dell'opera nel canale di Calma riguardano in sostanza:

- la vicinanza con l'aeroporto e la conseguente necessità di minimizzare le operazioni in cantiere che possono avere ripercussioni sulle attività dell'aeroporto;
- la correlazione della "Gronda di Ponente" ed in particolare con l'escavo delle gallerie destinate a produrre lo smarino utilizzato per il riempimento.

Per quanto riguarda il primo aspetto è stata prescelta la soluzione che potesse consentire la massima prefabbricazione delle opere di conterminazione.

È stato pertanto prescelto l'utilizzo di cassoni cellulari in conglomerato cementizio armato, prefabbricati in un cantiere esterno all'area di intervento, trasportati quindi in navigazione all'interno del Canale di Calma, affondati con l'utilizzo di acqua di mare e quindi appesanti-

ti, per la stabilità a lungo termine, con lo smarino privo di contenuto di amianto derivato dalle gallerie in sponda sinistra o dalla porzione non amiantifera delle gallerie in sponda destra. Con questa soluzione la presenza in cantiere è ridotta alla fase finale del trasporto ed all'affondamento, utilizzando rimorchiatori e pontoni dotati di gru e mezzi di movimentazione comunque compatibili per altezza con i coni di sicurezza previsti dall'aeroporto.

Per quanto riguarda la correlazione temporale con l'escavo delle gallerie della Gronda di Ponente, si rimanda al paragrafo 5.1.1 di questa relazione, nel quale, tramite un cronoprogramma, è ben individuato il rapporto temporale reciproco tra le attività di escavo delle gallerie, la relativa produzione di materiale di smarino, e le fasi di realizzazione dell'opera a mare.

3.2.2 Le alternative considerate nella conterminazione del Canale di Calma

L'opera di conterminazione deve assolvere a due compiti fondamentali:

- garantire la stabilità strutturale e la durabilità della cassa di colmata per il periodo previsto (100 anni) ed in relazione al suo uso futuro come zona aeroportuale;
- garantire la sicurezza dell'ambiente circostante, impedendo il rilascio di inquinanti all'esterno per tutta la vita utile dell'opera.

Tenendo conto di questi due obiettivi principali dell'opera, nella fase iniziale del progetto sono state studiate tre soluzioni alternative che sono illustrate nelle figure seguenti:

- soluzione 1 in cassoni (cfr. Figura 3-7);
- soluzione 2 in cassoni di piccole dimensioni, posati su scanno di imbasamento (cfr. Figura 3-8);
- soluzione 3 in scogliera (cfr. Figura 3-9).

La prima soluzione prevede la realizzazione di uno scanno di imbasamento con materiale selezionato, su cui posare un cassone di altezza sufficiente a raggiungere la +2 m s.l.m.m., sovrastato da un muro paraonde fino alla +4 m s.l.m.m..

La seconda soluzione, concettualmente simile alla precedente, prevede la costruzione di uno scanno di imbasamento più elevato del precedente, difeso sul lato esterno da una scogliera, su cui posare un cassone di dimensioni ridotte (7 m di altezza), anch'esso sovrastato dal muro paraonde.

⁴ Si ricorda che l'amianto non è presente in acqua in fase disciolta ma come fibra in sospensione e quindi non è necessaria l'adozione di uno standard di tenuta più restrittiva, come nel caso di colmate realizzate con materiali contaminati da elementi che possono essere presenti in fase disciolta

⁵ La legislazione vigente (DLgs.152/06) non prevede un limite per l'amianto nelle acque di scarico, ma solo un valore guida per le acque di falda (7 milioni di fibre /l) che deve essere ulteriormente definito. La legislazione specifica per l'amianto (DL 114/95) prevede anche un limite di 30 mg/l come materia totale in sospensione per gli effluenti liquidi provenienti dalle attività industriali o di bonifica, tale limite non sembra però applicabile al caso in esame.

SOLUZIONE 1: opere di conterminazione del deposito in cassoni

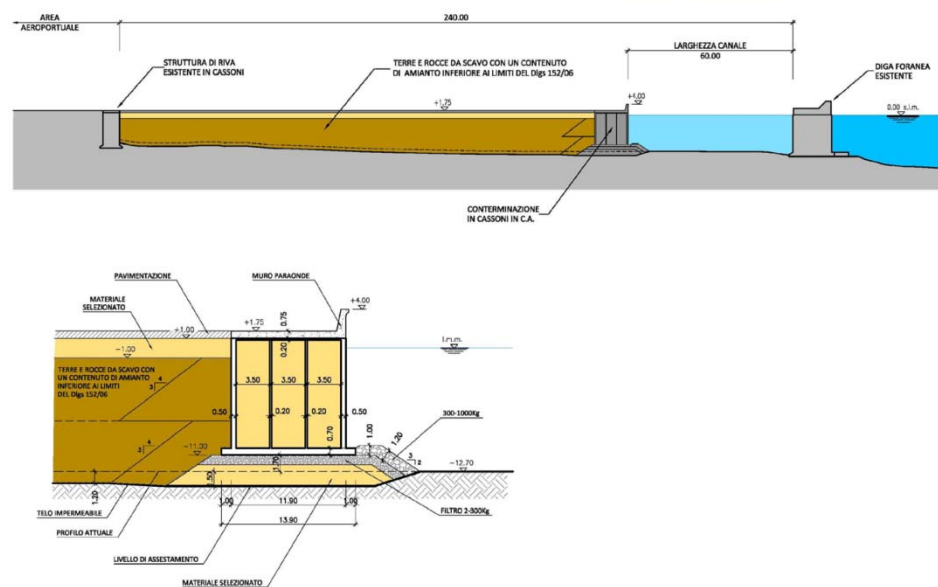


Figura 3-7 Opere di conterminazione - Soluzione 1: cassoni

SOLUZIONE 3: opere di conterminazione del deposito in scogliera

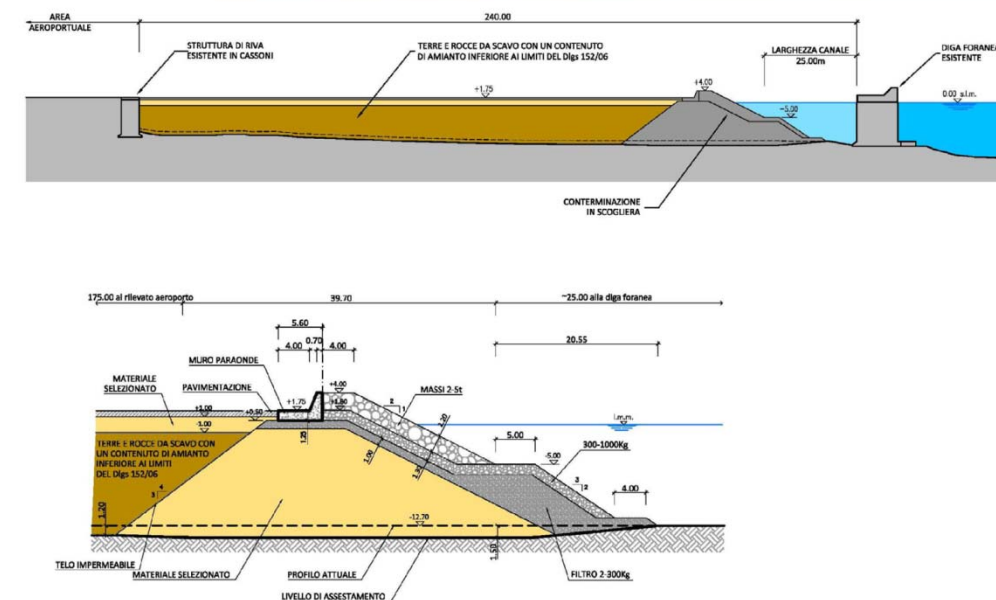


Figura 3-9 Opere di conterminazione - Soluzione 3: scogliera

SOLUZIONE 2: opere di conterminazione in cassoncini su scanno

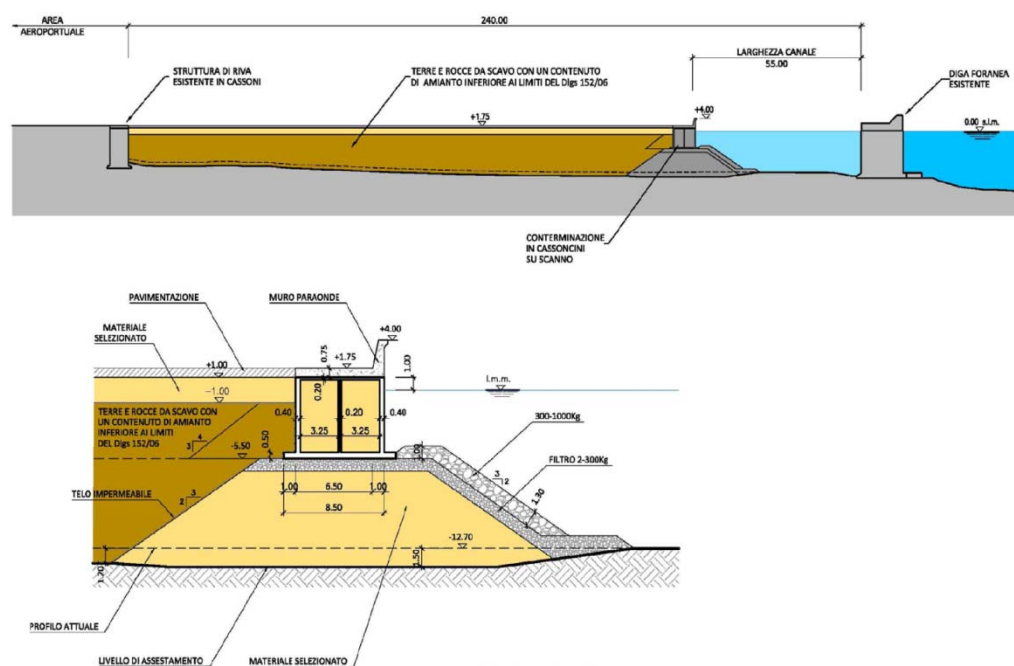


Figura 3-8 Opere di conterminazione - Soluzione 2: cassoncini su scanno

Infine la terza soluzione prevede la realizzazione di un argine fino alla quota + 1 m s.l.m.m., protetta dal moto ondoso da una berma rivestita in massi e da un muro paraonde in sommità.

Tutte e tre le alternative soddisfano i requisiti di affidabilità dal punto di vista strutturale e sia la soluzione 1 che la soluzione 2 consentono di utilizzare elementi prefabbricati e quindi limitare le operazioni costruttive in prossimità dell'aeroporto.

Tuttavia, due ordini di motivi hanno portato a preferire la soluzione in cassoni (Soluzione 1):

- in primo luogo, a parità di perimetro viene garantita una maggiore capacità della colmata;
- in secondo luogo, perché si riduce l'ampiezza delle superfici realizzate in materiali granulari, e quindi ad elevata permeabilità (essenzialmente lo scanno di imbasamento), che occorre proteggere per impedire il flusso di sostanze inquinanti all'esterno della vasca stessa.

3.2.3 Le caratteristiche fisiche e tecniche

3.2.3.1 Descrizione generale

L'opera a mare è costituita da un'area rettangolare situata nel canale di calma, in adiacenza all'aeroporto di Genova. L'opera ha una lunghezza di circa 3600 m ed una larghezza di 180 m, per una superficie complessiva di circa 65 ha (cfr. MAM-C-QPGT-004).

L'area della colmata, interna alle opere di conterminazione, può essere sostanzialmente divisa in due parti (Figura 3-10):

- la prima parte, sul lato est, per una lunghezza di circa 550 m denominata piarda (vasca A1 + vasca W1), è dedicata in un primo momento alla realizzazione di una piarda, destinata a ricevere i primi apporti di materiale, non amiantifero, provenienti dall'escavo delle gallerie con TBM;
- la seconda parte, a completamento della colmata, è destinata ad accogliere le vasche per il deposito del materiale con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs 152/06 (denominate A2 e A3) e la vasca di captazione dell'acqua di ricircolo/esubero (vasca W2).

Il motivo di questa prima suddivisione della colmata deriva sostanzialmente dalla necessità di ospitare, all'interno dello spazio disponibile, i materiali di smarino con la cadenza temporale con cui essi sono prodotti durante le operazioni di escavo delle gallerie.

Dunque la prima parte della colmata sul lato est, in grado di ricevere circa 1.150.000 m³ di materiale non amiantifero, sarà realizzata predisponendo inizialmente un rilevato in materiale granulare, di conterminazione dell'area della piarda, impermeabilizzato sul lato ovest con un telo in HDPE, ad evitare eventuali contaminazioni del materiale depositato nella piarda da parte del materiale con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs 152/06 o dell'acqua in cui esso si trova immerso, che sarà depositato nella vasca A2 adiacente. L'argine ha dimensioni in sommità di 5 m, al fine di consentire il transito di mezzi di cantiere e scarpate di pendenza 4/3.

Prima del deposito del materiale della piarda, al fine di garantire la separazione tra il materiale in sito ed il materiale depositato, sarà posto in opera un geotessuto di grammatura 400 g/m².

Il materiale depositato all'interno della piarda, una volta completato il deposito del materiale con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs 152/06 nelle vasche adiacenti A2 e A3, e dopo che sarà posta in opera la impermeabilizzazione alla quota -1,00 m s.m.m. su detto materiale, sarà quindi riscavato ed utilizzato per formare il capping delle vasche adiacenti.

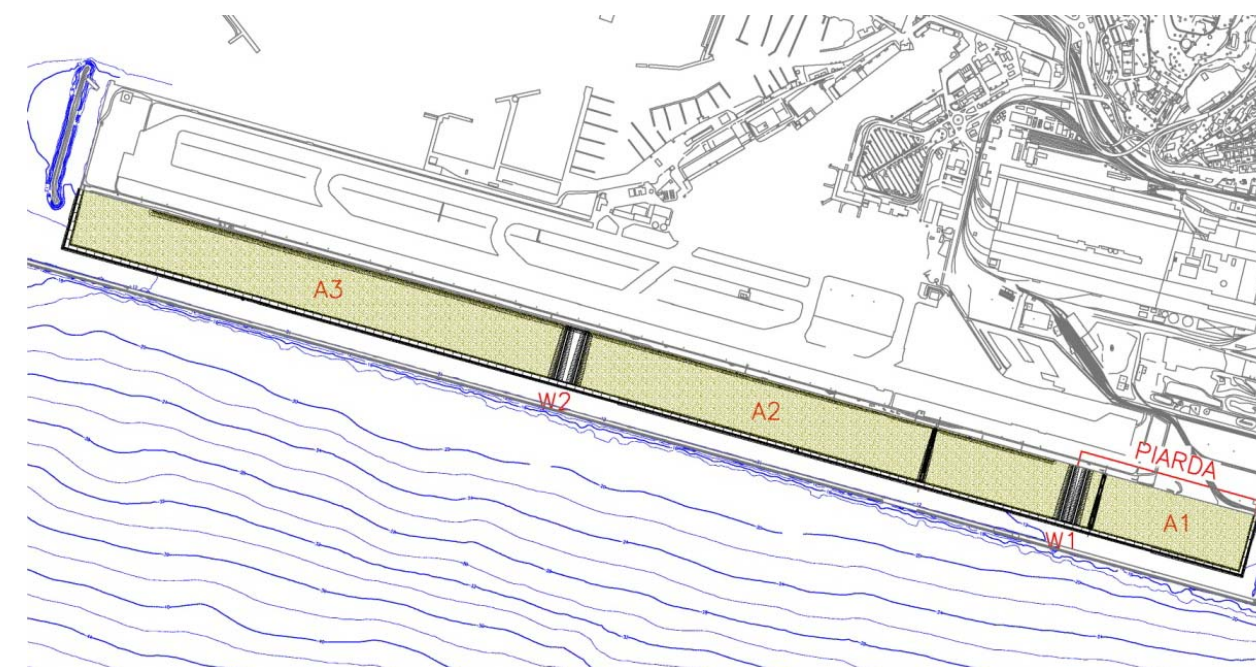


Figura 3-10 Opera a mare nel Canale di Calma - Utilizzo dello spazio all'interno delle opere di conterminazione

Lo scavo è previsto fino a 50 cm al di sopra del fondale esistente, al fine di lasciare con certezza in opera un filtro di una certa consistenza che assicuri che durante l'escavo nella piarda non sia prelevato anche il materiale oggi esistente sul fondale, non idoneo dal punto di vista fisico/chimico alla formazione del capping.

A questo punto il volume scavato sarà disponibile per la posa del materiale con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs 152/06 entro la vasca denominata A1, che sarà depositato dopo la formazione di una vasca per la captazione delle acque, denominata W1, ottenuta con la costruzione di un secondo argine, dalle stesse caratteristiche geometriche del primo, e dopo la predisposizione della impermeabilizzazione dello scanno dei cassoni.

Al termine del deposito delle rocce da scavo provenienti dalle formazioni amiantifere, alla quota -1,00 m s.m.m., si predisporrà l'impermeabilizzazione superficiale e quindi il capping, che conterrà il sistema di captazione delle acque superficiali; per il dettaglio relativo si rimanda il lettore ai successivi paragrafi di questa relazione.

La seconda parte della colmata, sul lato ovest, di lunghezza 3000 m circa, è deputata a ricevere da subito il materiale proveniente dalle formazioni amiantifere.

Essa (Figura 3-10) è a sua volta divisa in tre vasche; le due vasche laterali, denominate A2 e A3, di lunghezza rispettivamente 1.484 m e 1.485 m, sono deputate a ricevere lo smarino proveniente dalle formazioni amiantifere; la parte centrale, di lunghezza 50 m, costituirà invece la vasca W2 dalla quale sarà prelevata l'acqua, nella misura di cinque parti per il ricircolo nel circuito dello slurry, ed una parte per il depuratore; quest'ultima è la porzione di acqua "eccedente", corrispondente al volume "solido" depositato.

Una volta completato il riempimento alla quota -1,0 m s.m.m., scelto al fine di assicurare che il materiale depositato proveniente dalle formazioni amiantifere sia sempre sott'acqua, si procederà alla posa di 1,30 m di materiale non contenente amianto, a raggiungere la quota +0,30 m s.m.m. e quindi del sandwich formato da geotessile, geogriglia di captazio-

ne dell'acqua, membrana di impermeabilizzazione; si procederà quindi alla posa del capping con materiale da scavo proveniente dalle formazioni non amiantifere, che conterrà anche il sistema dei drenaggi superficiali; per maggiori dettagli su questo argomento si rimanda ai paragrafi seguenti di questa relazione.

Il layout finale della colmata (Figura 3-11) prevede una sistemazione a verde, a raso, per l'intera area; al suo interno sono previste due strade di servizio, di larghezza 3,50 m; la prima corre appena oltre il limitare della "runway strip", la seconda al limite esterno dell'area al di sopra dei cassoni cellulari di marginamento; ogni 480 m circa è stata prevista una viabilità trasversale di collegamento; la strada sui cassoni è illuminata con fanali di altezza massima 9 m e con emissione verso il basso, ad evitare ogni interferenza con le attività dell'aeroporto; la parte interna, lato aeroporto, rispetto alla strada che delimita la nuova "runway strip" sarà compattata con le caratteristiche di portanza previste dai regolamenti aeroportuali.

All'interno dell'area sono ricavati anche:

- la gronda di captazione delle acque meteoriche provenienti dall'aeroporto, per la quale si rimanda ai paragrafi seguenti di questa relazione;
- il sistema di captazione delle acque meteoriche, pure descritto nel seguito;
- un cunicolo a disposizione dei sottoservizi, richiesto dall'aeroporto, ubicato internamente ai cassoni cellulari di conterminazione. Si tratta di un cunicolo ispezionabile, in conglomerato cementizio armato, di dimensioni interne nette di 1,15 m x 1,80 m, oggi destinato ad ospitare i cavi di alimentazione dell'illuminazione stradale ed in futuro a disposizione per la posa di altri sottoservizi da parte dell'aeroporto.

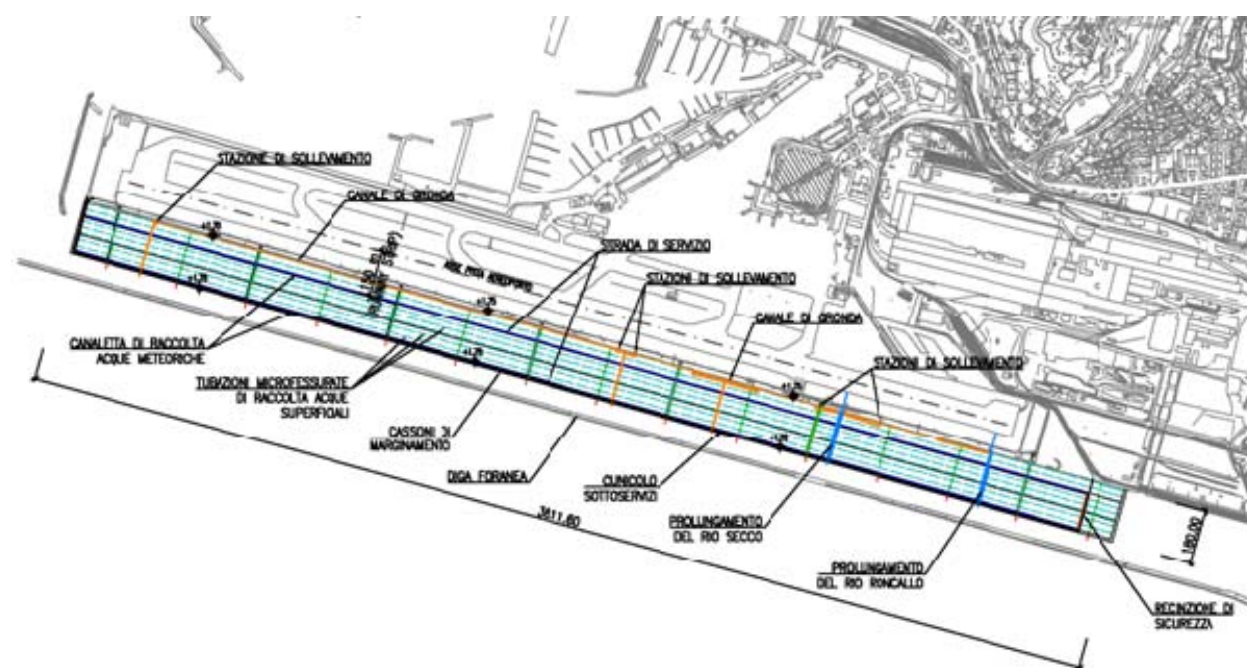


Figura 3-11 Opera a mare nel Canale di Calma - Layout finale della colmata - Planimetria

3.2.3.2 Le opere di conterminazione

La conterminazione dell'opera a mare è prevista tramite 148 cassoni cellulari in conglomerato cementizio armato; di essi, 14 sono posti nel senso ortogonale all'attuale marginamento dell'aeroporto, a formare il marginamento, sui lati ovest ed est della colmata; i rimanenti 134 sono posti parallelamente all'attuale marginamento a formare la nuova conterminazione del Canale di Calma; le dimensioni totali della colmata sono 180 m ortogonalmente all'attuale marginamento; 3.612 m nella direzione del Canale di Calma (vedi Figura 3-12).

Sul lato ovest i cassoni cellulari continuano il filo esistente dell'area aeroportuale; sul lato est la colmata si estende per circa 125 m oltre all'attuale limite dell'area aeroportuale, nella zona antistante la concessione ILVA, fino a circa 40 m dal canale scolmatore interno alla concessione ILVA; qualora fosse di interesse del concessionario, la nuova banchina di lunghezza 180 m ottenuta ortogonalmente al marginamento attuale sul lato est, potrà essere affidata in concessione compensando in tal modo la sottrazione del tratto di riva ad ovest del canale scolmatore interno, che pure non pare efficacemente utilizzabile né frequentemente utilizzato.

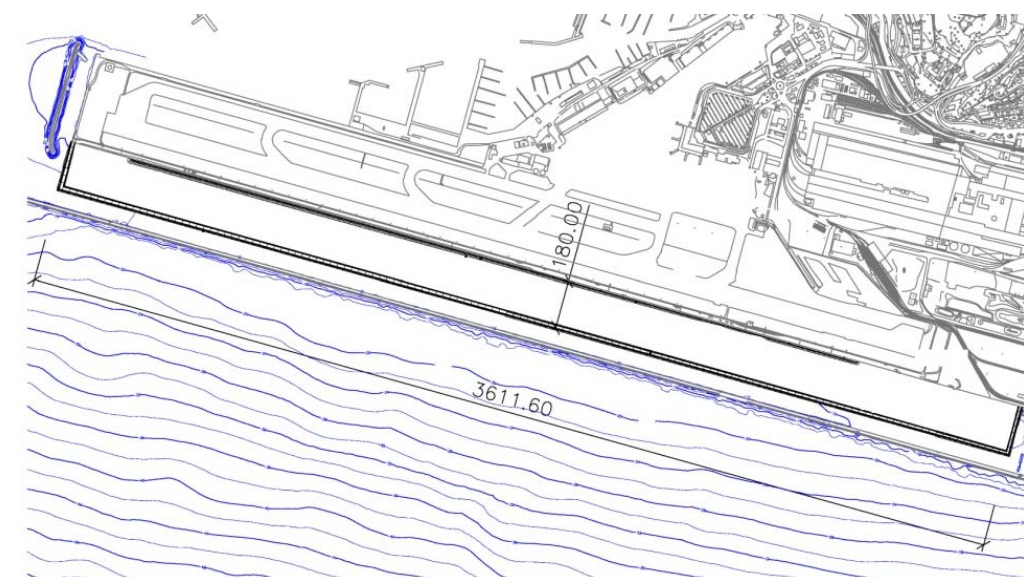


Figura 3-12 Opera a mare nel Canale di Calma - Dimensioni in pianta dell'estensione del marginamento

La tipologia della sezione è rappresentata nella Figura 3-13. L'imbasamento dei cassoni è previsto, a quote variabili in funzione della batimetria presente, su uno strato granulare di pezzatura 2-300 kg a sua volta posato su un geotessuto di grammatura 400 g/m² avente lo scopo di separare il materiale presente sul fondale dal pietrame di imbasamento; all'esterno dell'imbasamento è prevista una mantellata di protezione in scogliera, di pezzatura 300÷1000 kg.

I cassoni prefabbricati raggiungono la quota +1,0 m s.m.m.; al di sopra di questa quota è prevista la soletta di finitura, di spessore 0,75 m, a raggiungere la quota finita di +1,75 m s.m.m.; sul lato esterno, lungo i lati ovest e sud della colmata, è previsto un muro paraonde, con sommità alla quota +3,50 m s.m.m.; sul lato est della colmata, ove l'altezza d'onda è inferiore, non è previsto il muro paraonde.

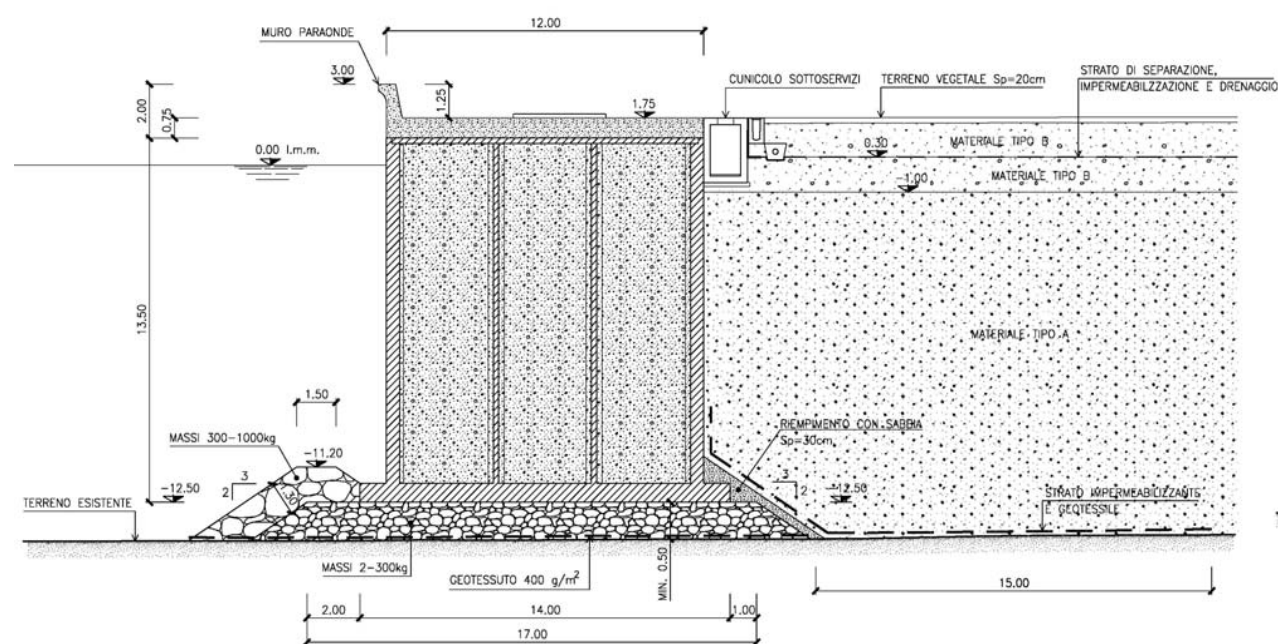


Figura 3-13 Opera a mare nel Canale di Calma - Sezione tipo

Lungo il filo esterno del marginamento, le batimetrie variano tra la quota -14,50 m s.m.m. e la quota -10,00 m s.m.m.; al fine di ottimizzare il costo della soluzione, al contempo minimizzando le operazioni in sito, si è previsto, lungo lo sviluppo del marginamento, di realizzare imbasamenti in pietrame di spessore massimo 2,5 m. A tal fine, lungo lo sviluppo del marginamento, sono state impostate tre diverse quote di sommità dell'imbasamento: procedendo da ovest, dove sono presenti le maggiori batimetrie, verso est, dove il fondale esistente è più alto, le quote sommitali dell'imbasamento sono -12,50 m s.m.m., -10,50 m s.m.m. e -8,50 m s.m.m..

Nelle tre zone sono state quindi previste diverse tipologie di cassoni:

- i cassoni di tipo A, che sono in totale 66, di altezza 13,50 m, occupano 80,40 m del voltatesta sul lato ovest e 1.700,40 m di marginamento lungo il Canale di Calma;
- i cassoni di tipo B, che sono in totale 65, hanno un'altezza di 11,50 m, ed occupano 96,20 m del voltatesta sul lato ovest, oltre ad un tratto di marginamento lungo il Canale di Calma di 1.635,20 m;
- i cassoni di tipo C, che sono in totale 10, hanno un'altezza di 9,50 m ed occupano il tratto orientale del marginamento lungo il Canale di Calma per una lunghezza di 276,4 m;
- il voltatesta sul lato est dell'opera a mare è realizzato con 7 cassoni di tipo D, che hanno un'altezza di 9,50 m, non sono dotati del muro paraonde e, per limitare l'agitazione ondosa in corrispondenza alla banchina ILVA (secondo i risultati della modellazione matematica che sarà esposta nel seguito di questa relazione, oltre che descritta per esteso nella Relazione Meteoromarina allegata al progetto), sono dotati di celle antiriflettenti.

Nel novero dei cassoni di ciascuna delle tipologie "correnti" sopra citate, sono previsti cassoni "speciali", che contengono le opere di scarico della gronda dell'aeroporto o dei rii

Roncallo e Secco, che oggi scaricano nel Canale di Calma e sarebbero quindi intercettati dall'opera a mare, descritte nel dettaglio nel seguito di questa relazione.

Si veda nella Figura 3-15 una pianta in cui sono individuati i cassoni delle diverse tipologie e, al loro interno, il numero e la posizione dei cassoni "speciali" che contengono le opere di scarico idraulico.

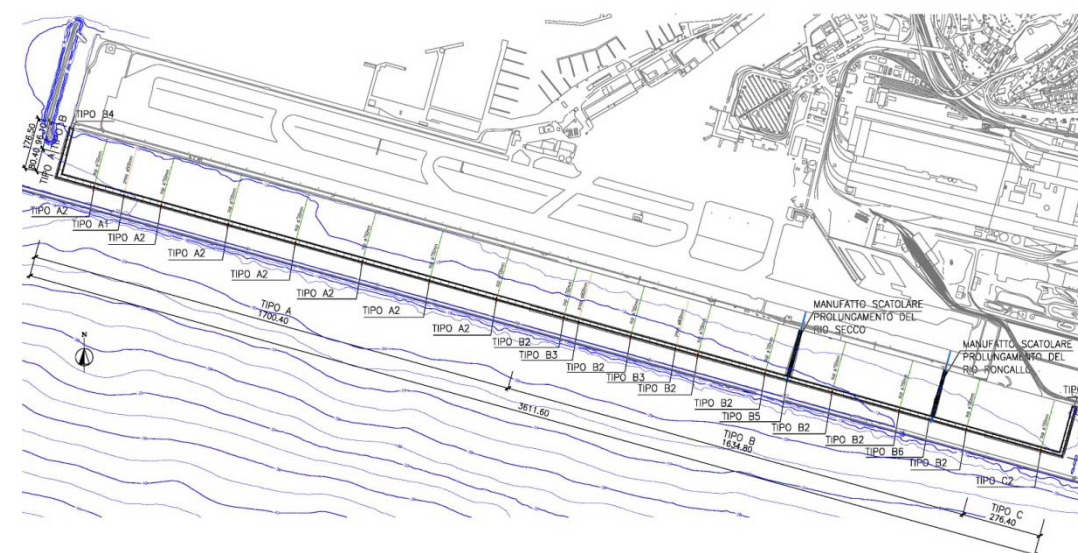


Figura 3-14 Opera a mare nel Canale di Calma - Conterminazione - Tipologia dei cassoni

I cassoni tipo A sono caratterizzati da un'altezza di 13,50 m; essi (vedi Figura 3-15) hanno dimensioni in pianta di 14,00 m x 26,70 m; sono costituiti da 21 celle di dimensioni interne nette di 3,50 m x 3,55 m (3,50 m le celle centrali); i muri perimetrali hanno uno spessore di 50 cm; le pareti interne che compartimentano le celle hanno spessore di 20 cm; la soletta di fondo ha uno spessore di 70 cm.

Lungo le pareti laterali, destinate ad essere affiancate al cassone adiacente, due incavi trapezoidali sono preparati durante la fase di getto per poter poi realizzare in opera le calze di sigillatura idraulica del giunto tra i cassoni, previsto dell'ordine di 10 cm.

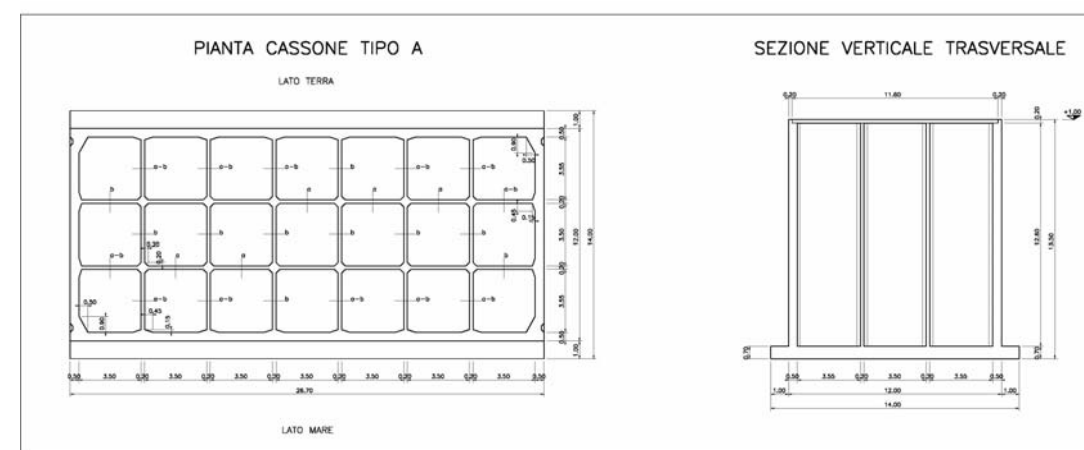


Figura 3-15 Opera a mare nel Canale di Calma - Conterminazione - Cassoni tipo A

I cassoni tipo B hanno un'altezza di 11,50 m; essi (Figura 3-16) hanno dimensioni in pianta di 12,00 m x 26,70 m; sono costituiti da 21 celle di dimensioni 3,50 m x 3,55 m (1,50 m le celle centrali); i muri perimetrali, i setti interni e la soletta di fondo hanno spessori del tutto identici a quelli del cassone tipo A; anche gli incavi per le calze sono presenti, realizzati con il medesimo criterio.

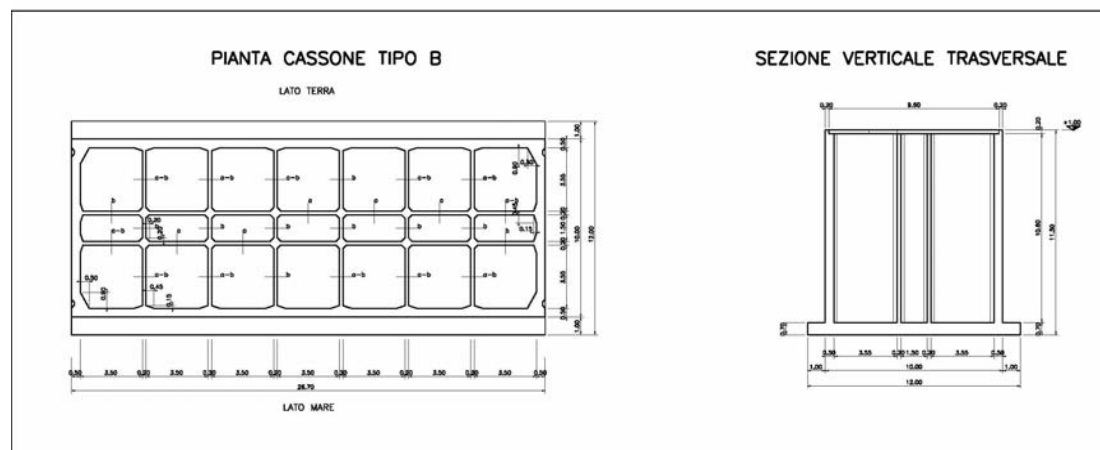


Figura 3-16 Opera a mare nel Canale di Calma - Conterminazione - Cassoni tipo B

I cassoni tipo C hanno un'altezza di 9,50 m; essi (Figura 3-17) hanno dimensioni in pianta di 10,30 m x 26,70 m; sono costituiti da 14 celle di dimensioni 3,50 m x 3,55 m; i muri perimetrali hanno spessore di 50 cm; i setti interni di 20 cm; la soletta di fondo di 70 cm. Anch'essi riportano lungo il lato corto le tasche che consentiranno la posa delle calze di sigillatura dei giunti tra cassone e cassone.

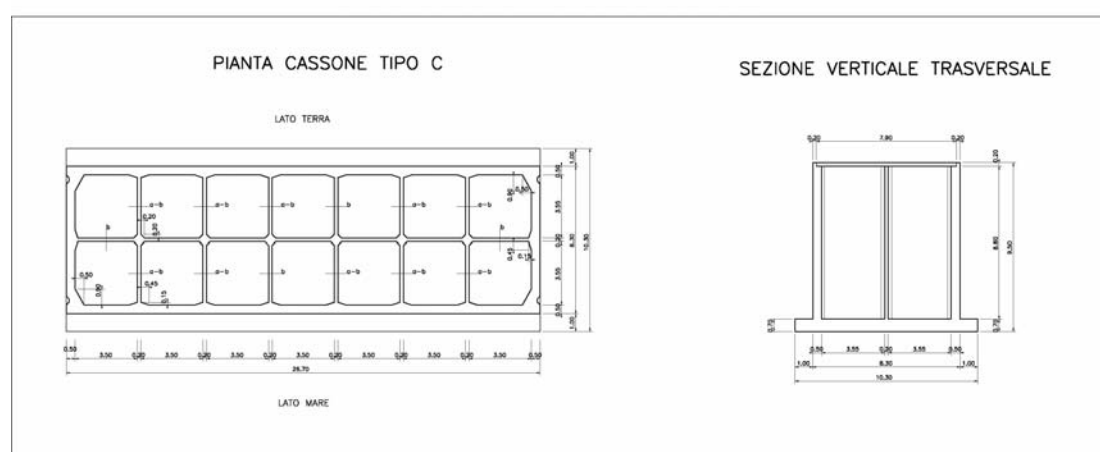


Figura 3-17 Opera a mare nel Canale di Calma - Conterminazione - Cassoni tipo C

I cassoni tipo D, (Figura 3-18), come detto in precedenza, hanno dimensioni del tutto analoghe ai cassoni tipo C. Sul lato esterno, a partire dalla quota -2,50 m s.m.m., le celle sono forate; il riempimento interno è stato previsto a scarpata, con pendenza 2/1; la scarpata è protetta con massi di

pezzatura 300÷1000 kg; come già citato in precedenza, detti cassoni hanno la funzione antiriflettente e sono deputati alla riduzione dell'agitazione ondosa in corrispondenza della banchina ILVA ad essi adiacente.

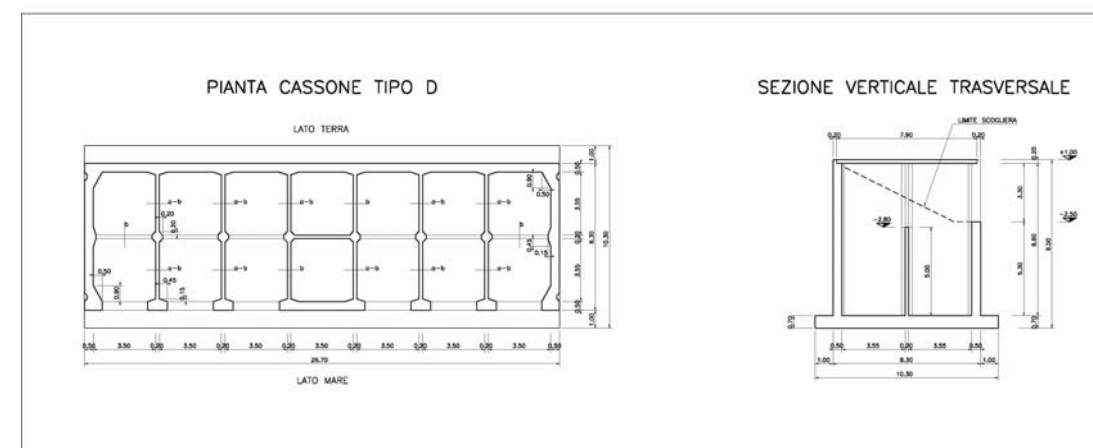


Figura 3-18 Opera a mare nel Canale di Calma - Conterminazione - Cassoni tipo D

3.2.3.3 Il sistema di impermeabilizzazione

Il marginamento dell'opera a mare deve assolvere non solo le funzioni statiche di sostegno del materiale versato internamente alla colmata, ma anche quella di chiusura idraulica, secondo i criteri ambientali esposti in precedenza.

A tal fine sono in sostanza previsti due diversi interventi.

Il primo intervento garantisce la chiusura dello strato di imbasamento del cassone, peraltro particolarmente permeabile; si tratta in sostanza di un telo di HDPE di spessore 2 mm posato sulla scarpata dell'imbasamento; è prevista l'interposizione di uno strato di sabbia di circa 30 cm di spessore, che impedisce il contatto diretto telo/pietrame che potrebbe causare la rottura del telo; il telo è quindi esteso per 4 metri verticalmente lungo la parete interna dei cassoni e per circa 10 m sul fondale, al fine di soddisfare i criteri di impermeabilità ai fini ambientali sopracitati.

Il secondo intervento riguarda la chiusura dei giunti verticali tra i cassoni; esso, come già anticipato in questo paragrafo, consisterà in calze di materiale tessuto calato nelle tasche lasciate per questo scopo sul fianco dei cassoni, riempite quindi con una miscela di acqua/cemento/bentonite che porterà le calze ad aderire perfettamente all'incavo lasciato nei getti dei cassoni in fase di prefabbricazione, assicurando in tal modo la sigillatura del giunto.

3.2.3.4 Gli argini interni alla colmata

Gli argini di delimitazione della "cella di gestione delle acque" presentano molteplici funzionalità:

- delimitano la cella dalla restante parte della colmata;
- garantiscono il trasferimento delle acque dalle celle di conferimento del materiale con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs 152/06 alla cella di gestione stessa;
- consentono il transito dei mezzi di cantiere verso i cassoni di conterminazione.

La portata di acqua pari a 2.078,1 m³/h pari a quella di conferimento del materiale semi-fluido (*slurry*) entro la cella di colmata, defluirà verso la “cella di gestione delle acque” attraverso l’inserimento di 6+1 tubazioni all’interno dell’argine stesso. L’acqua verrà poi prelevata dalle pompe di ricircolo e dalle pompe a servizio dell’impianto di depurazione mantenendo, il più possibile, costante il dislivello tra le due vasche con il fine di limitare le variazioni della portata in ingresso.

Per limitare l’apporto di solidi sospesi all’interno della suddetta cella e quindi preservare le pompe di aspirazione, lungo lo sviluppo di ciascuna tubazione, come riportato in Figura 3-19, sarà inserita una griglia a maglia fine (1 mm) in un pozzetto ispezionabile dedicato: l’accessibilità a tale pozzetto, dotato di gargami per panconatura dell’immissione, garantisce una agevole manutenzione e/o pulizia delle griglie una volta che queste risultino intasate. L’impiego della tubazione di riserva prevista garantisce la continua funzionalità del sistema a 6 tubazioni anche in fase di manutenzione, quando cioè una tubazione viene sezionata.

Tali tubazioni, previste in PEAD corrugato DN/ID 400 mm, saranno interessate da una portata di circa 122 l/s cadauna ed, essendo posate a quota +0.50 m s.m.m. rispetto al centro tubo, il loro funzionamento risulterà sempre sotto battente.

La verifica di funzionamento del sistema si basa sulla valutazione del dislivello idrico che si instaura in occasione del deflusso della portata totale di 2.078,1 m³/h tra monte e valle di ciascun condotto: considerando le perdite di carico distribuite e localizzate (imbocchi, apparato filtrante e sbocchi), risulta un $\Delta H = 0,142$ m, compatibile con il lay-out arginale che prevede una quota di sommità pari a +1.00 m s.m.m..

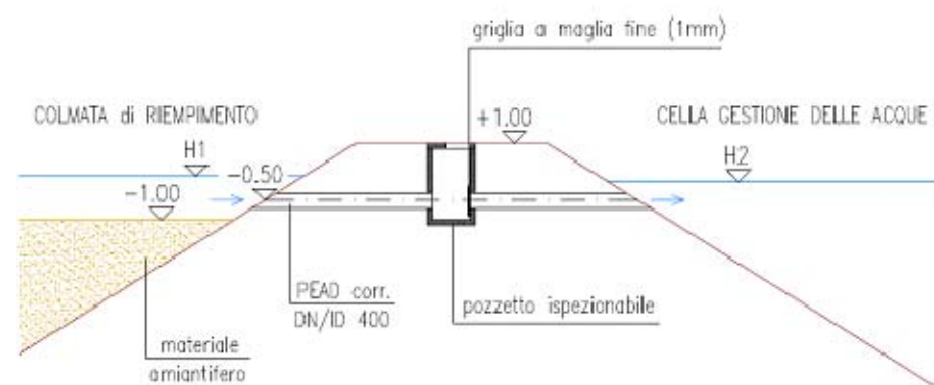


Figura 3-19 Tubazioni di attraversamento dell’argine verso la “cella gestione delle acque”

Durante le fasi iniziali della costruzione, quando la conterminazione non è ancora completata, l’argine esterno delle vasche W1 e W2 svolge la funzione di opera di conterminazione temporanea e costituisce il limite effettivo della vasca. Per garantirne temporaneamente l’impermeabilità, come per le restanti parti della barriera, sul rilevato verrà stesa una membrana impermeabile in HDPE, che sarà poi rimossa una volta completata la conterminazione della colmata, per consentire il passaggio delle acque dalle vasche di accumulo A2 e A3.

3.2.3.5 Lo strato di copertura

Una volta ultimato il conferimento delle terre e rocce da scavo con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs. 152/06 fino al raggiungimento della quota -1.00 m s.m.m., risulta fondamentale procedere con una sua copertura, denominata capping, avente funzione di intercettazione delle acque di risalita attraverso le terre e rocce da scavo con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs. 152/06, fenomeno causato dalla consolidazione, e di impermeabilizzazione del materiale sottostante.

Al fine di consentire un risparmio in termini economici, si è scelto di posare il pacchetto di “capping” fuori acqua dalla quota +0,30 m s.m.m.; il risparmio è evidentemente dovuto alla possibilità dell’utilizzo di mezzi di terra per la stesura di tali strati; per raggiungere questo obiettivo, dalla quota -1,00 m s.m.m. alla quota +0,30 m s.m.m. sarà disposto materiale non contenente amianto, sempre provenienti dagli scavi con TBM.

Per garantire entrambe le funzionalità sopra citate, il capping previsto risulta essere un pacchetto di copertura costituito da un primo strato di separazione, un secondo strato di drenaggio ed uno finale impermeabilizzante, come in seguito descritto.

In corrispondenza della quota di progetto +0,30 m s.m.m. si prevede la posa di un geotessile tessuto in polipropilene del tipo PROPEX 7100; tale geotessile ha la funzione sia di separare il terreno contenente amianto dal sovrastante capping di copertura, che di rinforzo grazie alle sue elevate prestazioni meccaniche. Il geotessile dovrà avere una permeabilità ortogonale al piano di circa 13 mm/s, parametro questo da tenere in considerazione relativamente ai flussi idrici verticali che si verranno a creare per il costipamento dei materiali stoccati.

Sopra al geotessile tessuto precedentemente descritto, verrà posato il geocomposito con funzione di dreno del tipo INTERDRAIN GMG 612. Tale geocomposito dovrà essere posato con adeguate pendenze (1%) verso il perimetro dove si prevede la posa dei tubi microfessurati drenanti. Quest’ultimi dovranno essere rivestiti con del geotessile non tessuto che eviti l’intasamento.

Al di sopra del geocomposito drenante precedentemente descritto sarà posta una geomembrana in HDPE tipo GSE HD, con spessore di 2 mm, che costituisce la parte impermeabilizzante del “capping”. Tale guaina dovrà essere accoppiata ad un geotessile non tessuto in polipropilene attraverso punti di saldatura con riporto di materiale fuso.

Il geotessile non tessuto finale (tipo GEODREN PPST 500) sarà posato sopra alla guaina impermeabile (eventualmente accoppiato tramite punti di saldatura) al fine di proteggere la stessa da eventuali rotture o lacerazioni per punzonamento data la presenza di materiali granulari di riempimento.

Sopra il pacchetto di capping sarà posato materiale granulare consistente in terre e rocce da scavo senza contenuto di amianto, derivante dallo scavo delle gallerie, fino al raggiungimento della quota di progetto. Su questo sarà poi posto lo strato di terreno vegetale che verrà poi inerbito e lo strato di fondo delle strade asfaltate.

3.2.3.6 Il sistema di drenaggio

Con la realizzazione della colmata di progetto, si va a costituire un corpo emerso di superficie complessiva superiore a 65 ha (3.630 x 180 m), per il quale dovrà essere previsto un adeguato sistema di captazione e drenaggio delle acque meteoriche in relazione alla sua sistemazione superficiale finale.

La superficie della colmata di progetto presenterà una sistemazione superficiale finale prevalentemente “a verde”, con l’inserimento di strade di servizio interne, poste in una po-

sizione intermedia della colmata stessa (a 150 m dall'asse pista di decollo ed atterraggio, come richiesto da Regolamento ENAC) ed in corrispondenza dei cassoni di conterminazione. Tale sistemazione, come per la strada "intermedia", risulta conforme con quanto previsto dal Regolamento ENAC: i primi 40 m in accosto alla struttura aeroportuale stessa ricadranno infatti all'interno dell'area denominata *runway strip* e quindi dovranno presentare determinate caratteristiche quali la completa assenza di elementi sporgenti dal piano campagna (+ 1.75 m s.m.m.).

Tutte le superfici, sia aventi destinazione "a verde" che "viabilità interna", avranno pendenze trasversali tali da garantire un deflusso delle acque meteoriche verso il sistema di captazione superficiale, in seguito illustrato.

L'assegnazione delle dimensioni alle opere che costituiscono un sistema di drenaggio è stata sviluppata considerando un tempo di ritorno di dimensionamento pari a 50 anni.

L'acqua meteorica viene raccolta, a livello superficiale dai canali grigliati posti lungo la strada centrale ed il bordo interno del cassone di conterminazione e a livello sub-superficiale dai dreni microfessurati. L'acqua confluirà quindi all'interno dei collettori interrati in corrispondenza dei relativi pozzetti: le tubazioni, poste trasversalmente allo sviluppo della colmata, giungeranno interrate fino ai cassoni di conterminazione, al cui interno verranno realizzate aperture di sbocco (Figura 3-20).

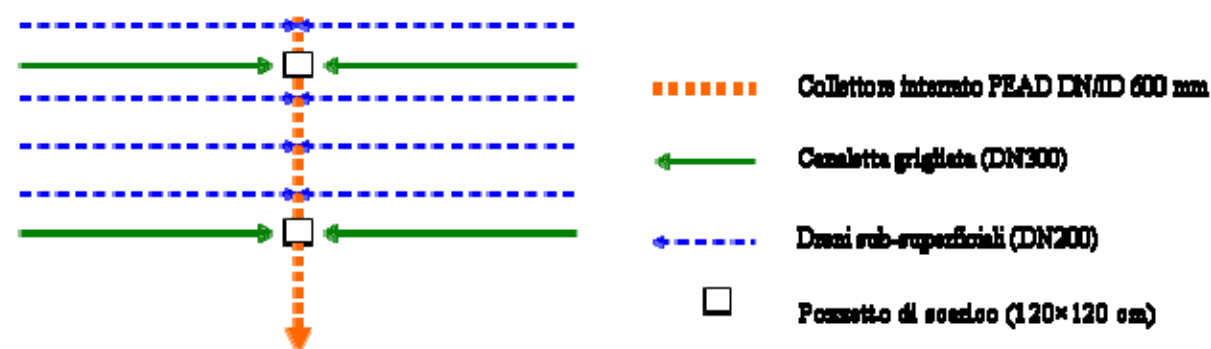


Figura 3-20 Schema sistema raccolta e collettamento acque meteoriche

Essendo lo scarico posto al di sotto della quota del medio mare, per evitare fenomeni di reflusso all'interno del sistema di condotte è prevista, per ogni scarico a mare della rete di drenaggio, l'installazione di valvole antireflusso a "becco d'anatra", necessitanti di limitati rialzi a monte per la loro apertura. Tali apprestamenti saranno inseriti agli sbocchi delle condotte entro i cassoni, posti entro pozzetti che ne garantiscono l'ispezione e l'eventuale manutenzione. Da tale cameretta, lo scarico attraverserà il cassone fino al bordo esterno, in corrispondenza del quale sarà fissata una griglia metallica.

Il numero e le dimensioni dei collettori interrati sono stati stabiliti affinché il numero di scarichi, ovvero di cassoni dotati di aperture, fosse il minore possibile, assumendo come dimensione massima delle tubazioni di scarico un diametro esterno pari a 700 mm.

L'intera superficie è stata quindi suddivisa in sotto-bacini aventi ugual dimensione e quindi ugual sistema di raccolta e collettamento delle acque di dilavamento.

La portata cinquantennale derivante da ciascun sotto-bacino risulta pari a 0,479 m³/s; tale valore è stato impiegato per il dimensionamento delle condotte di collegamento e scarico a mare interrate, imponendo che lo scarico avvenga unicamente con relativo sovrizzo del tirante a monte.

La caratteristica peculiare della rete di raccolta delle acque meteoriche della colmata è dettata dal fatto che tale colmata deve essere un elemento completamente impermeabile verso l'esterno, in relazione al contenuto dei materiali con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs 152/06. Sulla base di questo, anche le acque di infiltrazione devono essere captate per limitare l'imbibimento superficiale e quindi il ristagno dell'acqua.

Il sistema di drenaggio provvisorio è stato sviluppato in base a precipitazioni caratterizzate da un tempo di ritorno pari a $T_R = 5$ anni; tale scelta risulta coerente con i tempi di lavoro previsti per l'ultimazione della colmata stessa.

Per tale sistema si prevede l'impiego di canali in calcestruzzo posti lungo le future linee di posa delle canalette grigliate (dorsale "strada" e dorsale "cassone"), scaricanti l'acqua raccolta all'interno della tubazione interrata, posata nelle prime fasi di riempimento finale della colmata stessa attraverso i pozzetti.

3.2.3.7 Le tubazioni di mandata e ritorno della miscela (slurry)

La portata di slurry derivante dallo smarino è interessante il circuito di mandata, pari a 2.078,1 m³/h, dovrà essere rilanciata dall'area di cantiere prevista "in destra" Polcevera fino alle vasche di colmata per il suo scarico finale mediante diffusore. Considerando la massima distanza da realizzare mediante le tubazioni dello slurrydotto (2x Ø 475 mm in acciaio) pari alla lunghezza della colmata cui si deve sommare il tratto di collegamento con l'area di cantiere in destra Polcevera, si ottiene una lunghezza complessiva di circa 4800 m.

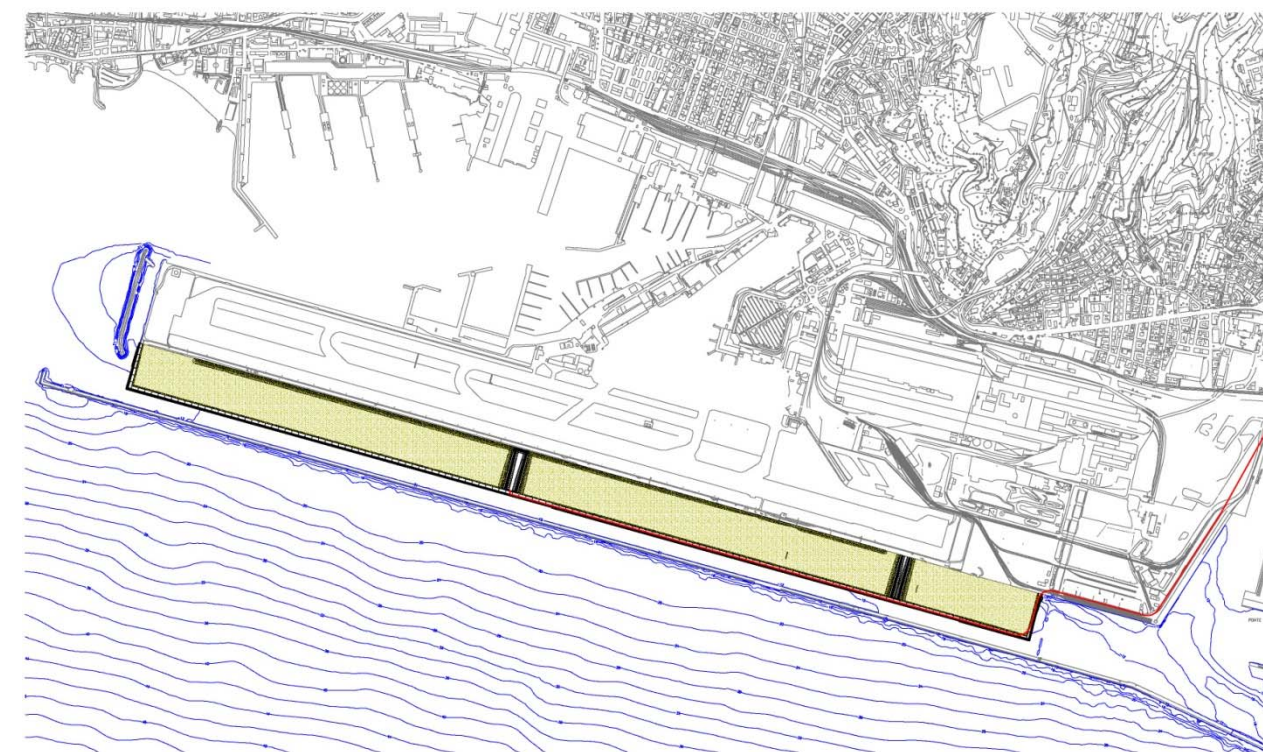


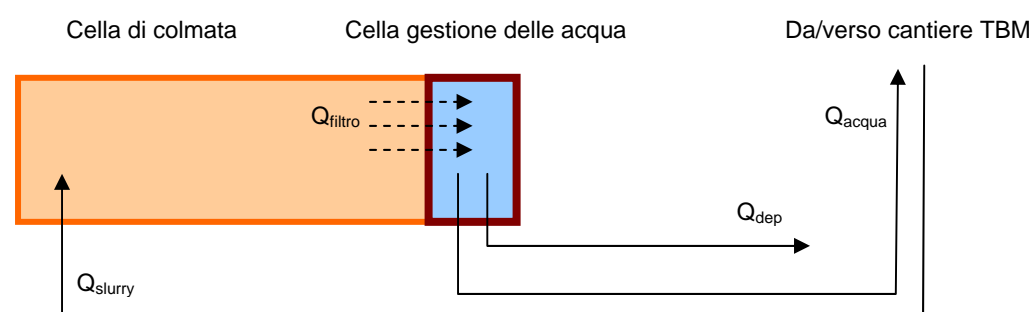
Figura 3-21 Tracciato delle tubazioni di rilancio dalla vasca di colmata al cantiere di Cornigliano, in destra Polcevera

La tubazioni di mandata (1+1 Ø500 mm) e ritorno (1xØ500 mm) costituenti il circuito slurry/acqua saranno posizionate, unitamente alle due tubazioni di mandata delle pompe a servizio dell'impianto di depurazione (1+1 Ø400 mm) su idonea struttura, e in corrispondenza delle stazioni di sollevamento fissate sulla copertura delle medesime.

Queste saranno posizionate, a partire dallo spigolo sud-est dei cassoni di conterminazione della colmata, ad interasse di 1210 m ciascuna, al di sopra dei cassoni stessi.

Il conferimento dello slurry contenente terre e rocce da scavo con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs. 152/06 all'interno delle celle di colmata (2.078,1 m³/h) causa un conseguente deflusso di acqua pari a quello scaricato, dalle stesse celle verso una cella intermedia e delimitata da argini, denominata "cella di gestione delle acque" (vedi Figura 3-22).

Tale elemento risulta di fondamentale importanza all'interno del presente progetto in quanto è attraverso tale cella che si regola l'intero ciclo dell'acqua: da questa infatti verrà prelevata sia la portata di acqua necessaria alla miscelazione dello slurry (2000 m³/h) che quella in surplus da scaricare a mare, previo trattamento (437,5 m³/h).



| | | TUBAZIONI | | |
|---------------------|-------------------------|-----------|------------|---------------|
| | | q.tà | materiale | Diametro [mm] |
| Q _{slurry} | 2.078 m ³ /h | 1+1 | Acciaio | 500 |
| Q _{filtro} | 2.078 m ³ /h | 6+1 | PEAD corr. | DN/ID 400 |
| Q _{acqua} | 2.000 m ³ /h | 1 | Acciaio | 500 |
| Q _{dep} | 437,5 m ³ /h | 1 | PEAD PE100 | 400 |

Figura 3-22 Schema e portate (su base 16 ore) del ciclo delle acque

La portata di acqua da inviare al cantiere TBM, necessaria alla miscelazione del materiale con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs 152/06 (secondo il rapporto 5:1) e pari a 2.000 m³/h, sarà prelevata dalla suddetta cella mediante apposite pompe e pompata fino all'area di cantiere. Da qui l'acqua verrà pompata verso il cantiere TBM mediante batterie di pompe in serie.

La quota parte di acqua inviata alla cella di gestione delle acque, corrispondente alla portata di materiale "solido" scaricato (437,5 m³/h nelle 16 ore di attività), sarà prelevata da 1+1 pompa sommergibile (una attiva e una di riserva), con installazione "a secco" su idoneo skid, collocato sui cassoni di conterminazione in corrispondenza della cella di gestione delle acque. La portata alimenterà l'impianto di depurazione situato nell'area di cantiere di Cornigliano. L'impianto avrà un funzionamento continuo nelle 24 ore e quindi la portata di alimentazione, valutata su una durata giornaliera, risulta pari a 292 m³/h (circa 81 l/s).

La tubazione di aspirazione in materiale plastico (PEAD PE100 PN10 DN300, l_e 5,00 m) sarà fissata al bordo del cassone e avrà la bocca di pescaggio ad una quota pari a circa -1.00 m s.m.m.; lo sviluppo delle condotte di mandata seguirà quello delle tubazioni verso le stazioni di rilancio, che rimandano la portata di acqua prelevata dalla "cella di gestione delle acque" al cantiere stradale, per la realizzazione della miscela (slurry).

3.2.3.8 L'impianto di trattamento delle acque di scarico

Il progetto prevede che tutte le acque contenute nella colmata e venute a contatto con i materiali versati siano soggette a trattamento depurativo prima dello scarico in mare; tale decisione è stata presa cautelativamente, in assenza di una esatta valutazione dei rilasci di inquinanti dai materiali versati e quindi delle concentrazioni attese.

Per questo l'impianto di trattamento sarà realizzato prima di cominciare i versamenti e verrà dismesso solo valle del completamento della colmata. La zona prescelta per la sua realizzazione è l'area di cantiere di Cornigliano, situata in destra Polcevera. La foce del Polcevera costituirà anche il recapito finale delle acque trattate.

La selezione del tipo di processo depurativo cui sottoporre le acque è stata effettuata ipotizzando quali tipi di sostanze potrebbero essere rilasciate dai materiali scavati:

- metalli pesanti, con possibile prevalenza di alcuni elementi (ad es. cobalto, cromo ecc.) presenti in concentrazioni elevate nelle rocce attraversate dalle gallerie;
- fibre di amianto;
- BOD.

In considerazione della natura dei materiali si è optato per un impianto di tipo chimico fisico, in cui però si è introdotta una fase di filtrazione molto più spinta a seguito della possibile presenza di fibre di amianto.

Sia il tipo di processo che il dimensionamento dell'impianto sono stati definiti con l'obiettivo di garantire che l'effluente rispetti i limiti per lo scarico in acque marine (e di transizione) ai sensi della legislazione vigente (D.Lgs. 152/06 e s.m.i.); inoltre, come già ricordato, in mancanza di un limite per lo scarico di fibre di amianto, tale valore sarà concordato con l'autorità competente.

3.2.3.8.1 Dati di progetto

L'impianto è stato dimensionato per il trattamento di una portata di acque di scarico pari a 450 m³/h per 16 h/g, che corrisponde ad un quantitativo giornaliero di 7.200 m³.

Tale valore corrisponde alla quantità di solidi che viene giornalmente scaricata all'interno della colmata.

In relazione alla particolare lavorazione di perforazione per la realizzazione dei tunnel mediante TBM, qualitativamente le acque reflue prodotte contengono solidi sospesi, metalli, e sostanze organiche di sintesi derivanti dagli additivi utilizzati per ottimizzare il lavoro delle frese. Saranno presenti inoltre fibre di amianto di dimensioni intorno a 8-10 µm di lunghezza.

za e 1-2 µm di larghezza, in quanto nella perforazione della galleria da cui origina il materiale scaricato, saranno interessate delle vene amiantifere.

L'acqua in ingresso all'impianto viene prelevata dalle vasche W1 e W2 situate all'interno della colmata, che si andrà a realizzare a fianco dell'aeroporto di Genova; l'acqua è decantata e prefiltrata per attraversamento degli argini di contenimento.

3.2.3.8.2 Schema di processo

Il processo depurativo prevede un trattamento iniziale di tipo chimico-fisico, di chiariflocculazione, seguito da una serie di filtrazioni delle acque in uscita ed infine da un passaggio attraverso un filtro a carboni attivi per il finissaggio finale.

Per le acque in ingresso sono previsti i seguenti passaggi:

- Chiariflocculazione attraverso il dosaggio di reattivi chimici (cloruro ferrico, idrossido di sodio, polielettrolita);
- Separazione acqua/fanghi in decantatori lamellari;
- Ultrafiltrazione delle acque surnatanti;
- Finissaggio su carboni attivi.

In parallelo allo schema acque è previsto una linea fanghi che prevede il trattamento dei fanghi di origine chimico-fisica prima del loro smaltimento definitivo.

3.2.3.8.3 Descrizione dell'impianto

L'impianto si estende per una superficie di circa 1600 metri quadri e si compone di diverse unità nel seguito descritte. L'impianto sarà realizzato su una platea di calcestruzzo ed in parte sarà dotato di copertura, con altezza utile pari a 5 m.

La parte coperta comprende il sistema di vasche costituenti l'unità di chiariflocculazione, la sezione di ultrafiltrazione e i locali servizi ove sono situati anche i quadri elettrici per il controllo dell'esercizio dell'impianto.

Lo schema planimetrico dell'impianto è riportato nella Figura 3-23.

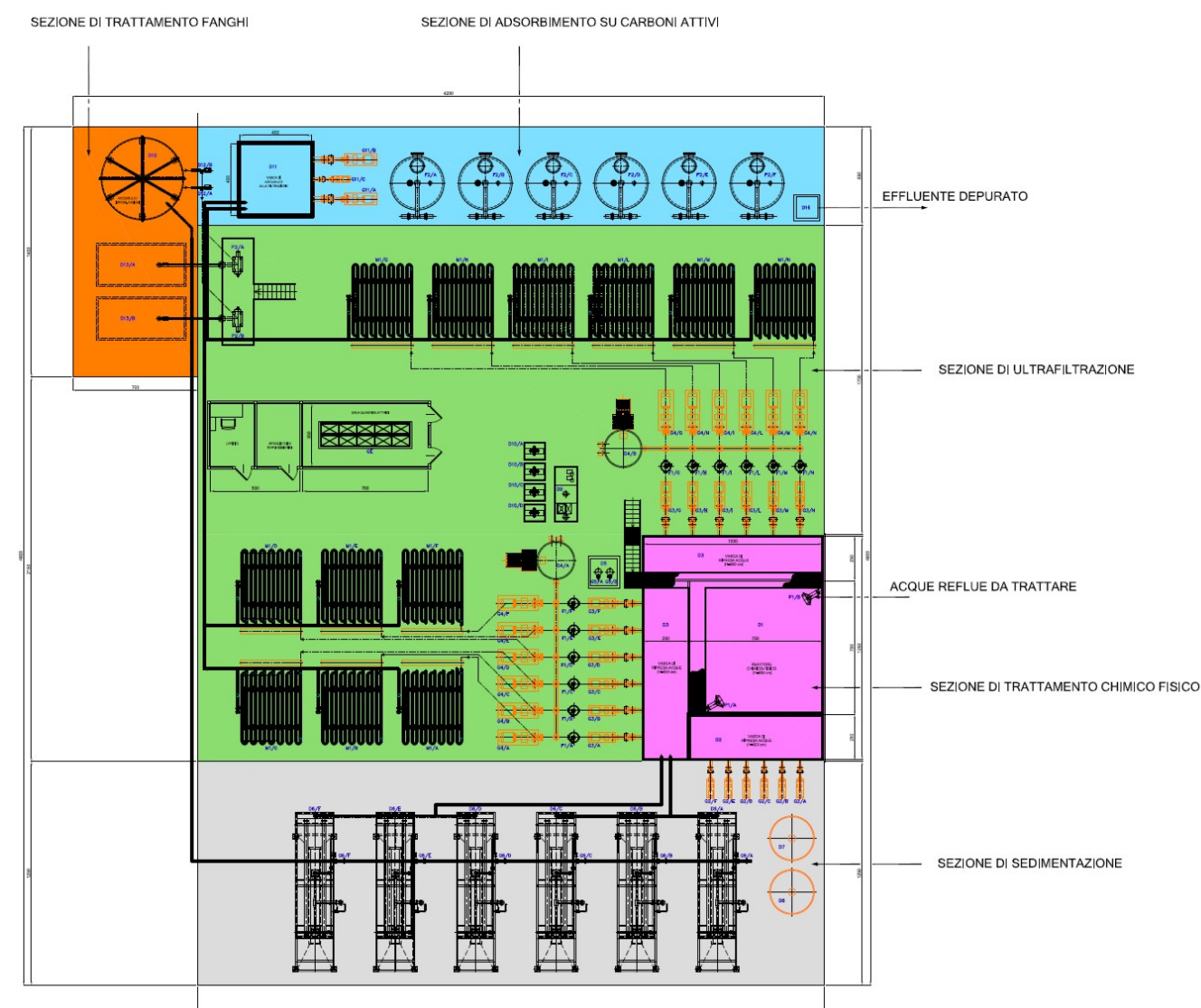


Figura 3-23 Schema planimetrico dell'impianto di trattamento; sono evidenziate le principali unità

Sezione di trattamento chimico-fisico (chiariflocculazione)

Le acque da trattare vengono pompate all'impianto in una prima vasca (D1), delle dimensioni di 7,5 x 7,5 x H3,0 m, che funge da reattore chimico-fisico.

La capacità utile del reattore di 140 m³ permette di avere un tempo di ritenzione idraulico, con il riciclo del concentrato proveniente dalla successiva sezione di ultrafiltrazione, di circa 12 minuti.

Nel reattore vengono dosati i seguenti reattivi:

- cloruro ferrico, quale reagente coagulante nella destabilizzazione dei colloidi;
- idrossido di sodio (soda caustica), quale reagente neutralizzante-alcalinizzante per la precipitazione di metalli pesanti (ferro, zinco, nichel, rame, ecc.) e altri microinquinanti.

Il cloruro ferrico è stoccato in un serbatoio da 50 m³ provvisto di camicia di contenimento e viene dosato in vasca, in parallelo al funzionamento della pompa di sollevamento, mediante n. 2 pompe dosatrici, una di riserva all'altra, con interscambio di lavoro.

L'idrossido di sodio è stoccato in un serbatoio 50 m³ provvisto di camicia di contenimento e viene dosato in vasca tramite n. 2 pompe dosatrici, una di riserva all'altra, con interscambio di lavoro. Il dosaggio in questo caso è proporzionale al valore di pH misurato in vasca da una apposita sonda, comunque non superiore ad un quantitativo predeterminato che verrà ottimizzato durante le fasi operative di esercizio.

I reattivi vengono adeguatamente dispersi nell'acqua tramite agitazione, effettuata da n. 2 miscelatori sommergibili.

Attraverso uno stramazzone di troppo pieno terminale, le acque passano quindi in una seconda vasca di presa (D2), dalla quale n. 6 elettropompe centrifughe provvedono al loro prelievo ed invio ad altrettanti sedimentatori lamellari.

Nelle tubazioni di trasferimento ai decantatori viene dosata una soluzione acquosa di polielettrolita anionico quale reagente che ingrossa le dimensioni dei fiocchi di fango, aumentandone la velocità di sedimentazione. Il polielettrolita viene adeguatamente preparato in una stazione automatica di dissoluzione/preparazione, della potenzialità di 2 m³/h, e dosato in linea tramite pompe a diaframmi.

Sezione di sedimentazione

I n. 6 sedimentatori lamellari, in vasca monoblocco in carpenteria metallica, sono costruttivamente identici e possono garantire il trattamento della portata in ingresso complessiva di 450 m³/h anche nel caso di by-pass di una unità nel caso di pulizia/manutenzione.

La modularità e l'esecuzione prefabbricata permettono rapidità nei montaggi/smontaggi e possibile successivo riutilizzo a fine cantiere.

I pacchi lamellari sono del tipo a condotti tubolari in polistirene rigido additivato con carbon-black a protezione dai raggi U.V., completi di telaio di contenimento in AISI 304.

Nei sedimentatori i fanghi prodotti dal trattamento di chiariflocculazione si depositano sul fondo tronco-conico e vengono prelevati in continuo da elettropompe per l'invio alla sezione di disidratazione.

Le acque chiarificate scivolano sulla superficie in una canalina con profilo Thompson e, attraverso apposite condotte aeree a gravità, vengono convogliate alla successiva sezione di ultrafiltrazione.

Sezione di ultrafiltrazione

Le acque dai sedimentatori pervengono in una vasca di ripresa (D3) in carpenteria metallica, avente una configurazione ad L con superficie complessiva di 50 m² e altezza 3 m.

Lungo il perimetro della vasca, dal fondo pescano n. 12 elettropompe centrifughe che alimentano altrettante linee di ultrafiltrazione delle acque.

Funzione della sezione di ultrafiltrazione è quella di separare i solidi sospesi e le fibre di amianto ancora disperse nella massa d'acqua. Le dimensioni dei pori delle membrane, dell'ordine di 0,1 µm, sono tali da trattenere nell'impianto le fibre di amianto, che presentano dimensioni di un ordine di grandezza superiore; tramite il riciclo in testa nel reattore chimico-fisico del concentrato ottenuto in uscita dalle membrane, si provvede poi a rimuovere le fibre per chiariflocculazione.

L'utilizzo di membrane esterne al reattore (configurazione side-stream) consente poi di minimizzare il fouling, e quindi le operazioni di lavaggio, e limitare al massimo eventuali in-

tasamenti, cosa che le membrane di micro e ultrafiltrazione sommerse non sono in grado di garantire.

Le 12 linee di ultrafiltrazione, costruttivamente identiche, sono composte ciascuna da:

- n. 1 pompa centrifuga di prealimentazione
- n. 1 filtro a cestello automatico
- n. 1 pompa di alimentazione/lavaggio membrane
- n. 84 membrane di ultrafiltrazione di tipo tubolare in materiale polimerico, collegate in serie ed in parallelo
- n. 1 linea di scarico concentrato
- n. 1 linea di scarico permeato
- strumentazione di controllo dei parametri di pressione e portata volumetrica

Sono inoltre presenti n. 2 linee di lavaggio membrane in ciclo chiuso, ognuna asservente una singola linea, dotate di automatismi per:

- la preparazione in automatico delle soluzioni di lavaggio con il dosaggio di reattivi da cisternette da 1 m³, riempimento di acqua di rete, riscaldamento della miscela di lavaggio tramite resistenze elettriche. I tre reattivi di lavaggio (reattivo ossidante, reattivo basico, reattivo acido) vengono dosati tramite pompe specifiche;
- l'esecuzione in automatico dei cicli di lavaggio con sezionamento della linea di membrane da lavare, lavaggio, scarico soluzione esausta.

L'acqua in uscita, ultrafiltrata (permeato), viene raccolta in una vasca di rilancio per essere quindi inviata al trattamento finale di adsorbimento su carbone attivato.

Sezione di adsorbimento su carbone attivato

Per la rimozione delle sostanze organiche disciolte residue (es. tensioattivi presenti negli additivi utilizzati per lo scavo con la fresa meccanica scudata) si prevede una sezione di finissaggio mediante adsorbimento su carboni attivati.

Dalla vasca di ripresa (D11), le acque ultrafiltrate vengono prelevate da n. 2 elettropompe ed alimentate in n. 6 filtri a carbone attivato in carpenteria metallica da 3 m di diametro, collegati in parallelo.

La carica complessiva di carbone attivato permette di avere un tempo di contatto di circa 10 minuti; nel caso in cui un filtro sia in by-pass per la sostituzione della carica o per controlavaggio con acqua l'impianto può lavorare con n. 5 filtri ed un tempo di contratto di circa 8 minuti.

I filtri sono dotati di trasduttore per la misura delle perdite di carico e di valvole per l'effettuazione delle fasi di lavoro e di controlavaggio. Se nel singolo filtro non aumenterà la pressione fino al massimo valore non sarà necessario effettuare il controlavaggio, garantendo così un'autonomia maggiore in quanto non si avrà il mescolamento degli strati di carbone differentemente esauriti.

L'eventuale controlavaggio si effettua con acqua, prelevata dalla vasca di rilancio delle acque ultrafiltrate in testa mediante una pompa specifica; gli eluati di controlavaggio vengono inviati nel reattore chimico-fisico in testa all'impianto.

L'esaurimento del carbone attivo verrà stabilito in base alle analisi effettuate nei campioni in ingresso ed in uscita delle colonne di adsorbimento.

Le acque filtrate vengono quindi inviate allo scarico in acque superficiali nel rispetto dei limiti richiesti dalla Tabella 3 dell'Allegato 5 alla Parte Terza del Decreto Legislativo 152/2006 e s.m.i..

Sezione di trattamento dei fanghi

Il fango prodotto dal trattamento di chiariflocculazione delle acque, situato in ingresso all'impianto, è prelevato dal fondo dei sedimentatori lamellari e pompato in un serbatoio di accumulo/ispessimento in carpenteria, di forma cilindrica con fondo tronco-conico, avente diametro di 4,5 m e volume di ca 50 m³.

Le acque surnatanti vengono raccolte su una canalina perimetrale e riciclate in testa all'impianto chimico-fisico. I fanghi ispessiti sul fondo vengono prelevati da n. 2 elettropompe monovite ed alimentati in altrettanti estrattori centrifughi per ottenere la concentrazione (disidratazione) e quindi una notevole riduzione del volume con abbattimento dei costi di smaltimento.

Nella linea di alimentazione alle centrifughe viene dosata una soluzione acquosa di poliettilita allo scopo di aumentare la drenabilità del fango.

Le 2 macchine sono installate sopra una struttura in carpenteria metallica; il fango solido prodotto da ogni macchina esce da un bocchello di fondo e per caduta alimenta una colea che provvede al trasferimento all'interno di un cassone scarrabile.

Da qui il fango verrà prelevato per il successivo smaltimento in discarica controllata. Il controllo della presenza di fibre di amianto nei fanghi verificherà se i contenuti sono tali da richiedere misure specifiche di gestione e smaltimento, quali ad esempio l'utilizzo di big bags o simili per la raccolta dei fanghi prodotti, in ossequio alla legislazione specifica per i rifiuti contenenti amianto.

Comando e gestione dell'impianto

Il controllo, il comando ed il funzionamento automatizzato dell'impianto e di tutti i suoi componenti elettromeccanici sono assicurati tramite un quadro elettrico centralizzato, completo di tutte le protezioni, i comandi e la strumentazione necessaria, per ridurre al minimo l'intervento del personale.

L'impianto è gestito da controllore logico programmabile (PLC), completo di terminale operatore grafico tipo touch-screen, per la gestione automatizzata del funzionamento.

Detto sistema permette di:

- modificare i valori strumentali di set-point e allarme;
- visualizzare allarmi, livelli, tempi di funzionamento delle pompe per la manutenzione programmata;
- implementare un eventuale sistema di supervisione e telecontrollo a distanza.

Gestione dell'impianto

L'attività gestionale dell'impianto deve essere effettuata da personale tecnicamente preparato, senza particolari requisiti; infatti, le attività di taratura, registrazione e regolazione sono gestite automaticamente dal sistema di supervisione programmabile.

La gestione ordinaria può essere effettuata da un solo operatore e può essere effettuata nell'arco del normale orario di lavoro; le attività giornaliere previste sono quelle qui di seguito riportate:

- Controllo delle registrazioni degli allarmi occorsi e valutazione delle cause;
- Controllo dell'andamento dei parametri di funzionamento dell'impianto consultando lo storico disponibile sul sistema di telecontrollo;
- Verifica visiva dell'impianto e controllo dell'integrità di tutte le apparecchiature installate;
- Controllo visivo della flocculazione e della coagulazione;

- Controllo degli strumenti pH per confronto con strumento portatile;
- Controllo della quantità dei reattivi e valutazione delle scorte disponibili;
- Controllo del livello dei fanghi nel decantatore;
- Manutenzione delle varie parti dell'impianto.

A cadenza settimanale è necessario eseguire un'analisi chimica per verificare la qualità delle acque in uscita dall'impianto.

3.2.3.9 La risoluzione delle interferenze

La realizzazione della colmata in accosto alla piattaforma aeroportuale esistente deve considerare anche le interferenze presenti, quali gli scarichi dei due rii Roncallo e Secco, e gli scarichi delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici dell'aeroporto stesso.

Nel canale di calma oggi scaricano due corsi d'acqua naturali: il Rio Roncallo ed il Rio Secco. Nella parte terminale che sottopassa l'aeroporto, essi sono attualmente incanalati in scatolari in calcestruzzo che scaricano nel canale di calma (Figura 3-24).



Figura 3-24 Corsi d'acqua che sfociano nel canale di calma

Il progetto prevede la prosecuzione di detti scatolari in modo da far loro attraversare la colmata e recapitare le acque nel canale di colmata in prossimità della nuova conterminazione. Lo scarico attraverso i cassoni è garantito dalla presenza di fori speciali in cui sono alloggiati i tratti terminali del condotto (Figura 3-25).

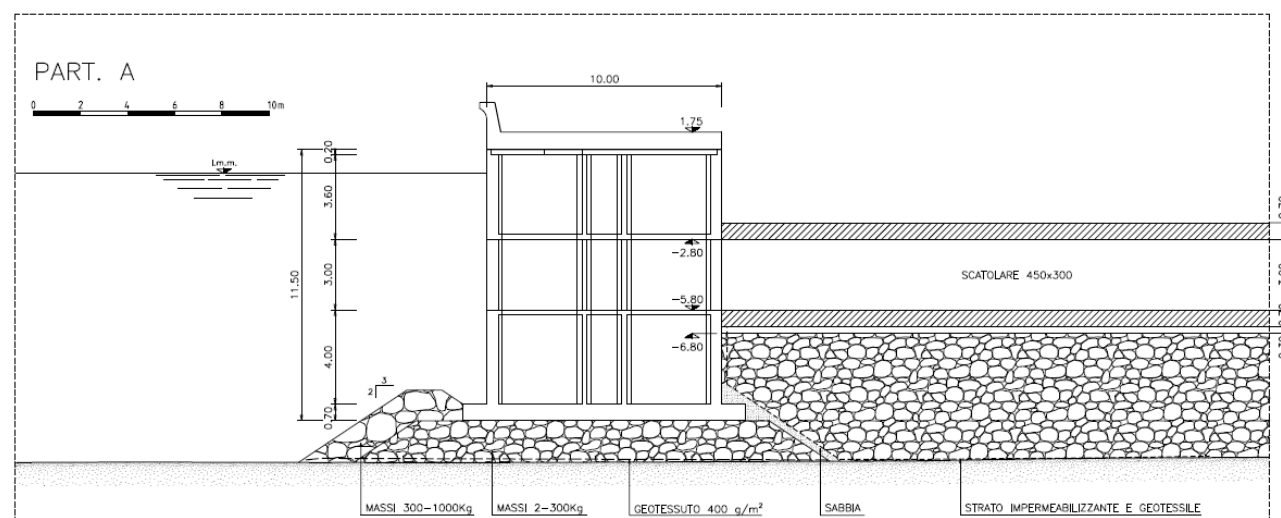


Figura 3-25 Schema del condotto di scarico del Rio Secco

Gli scatolari sono composti da elementi prefabbricati, in conglomerato cementizio armato, con giunti di tenuta costituiti da un liner in HDPE che assicura la continuità della impermeabilizzazione (Figura 3-26); essi poggiano su uno scanno costruito con materiale granulare che assicura un'adeguata base di appoggio al condotto.



Figura 3-26 Esempio di scatolari con giunto in HDPE

Per quanto riguarda le acque meteoriche, il sistema di drenaggio attuale dell'Aeroporto "C. Colombo" di Genova che scarica verso il Canale di Calma, può essere suddiviso in due macroaree a seconda della tipologia di scarichi presenti (vedi Figura 3-27):

- Zona "OVEST": drenaggio di metà pista di decollo/atterraggio (*runway*) mediante canali asolati posti a bordo pista e scaricanti a mare mediante tubazioni in calcestruzzo di diametro pari a $\varnothing 400$ mm a quota +0.00 m s.m.m. rispetto al centro tubo;
- Zona "CENTRO-EST": raccolta delle acque meteoriche insistenti sui piazzali di sosta degli aeromobili, delle aiuole delimitate dalle piste di raccordo (*taxiways*), delle *taxiways* stesse e dell'intera *runway* "di levante" attraverso canali asolati, fossi di guardia e canalette grigliate.

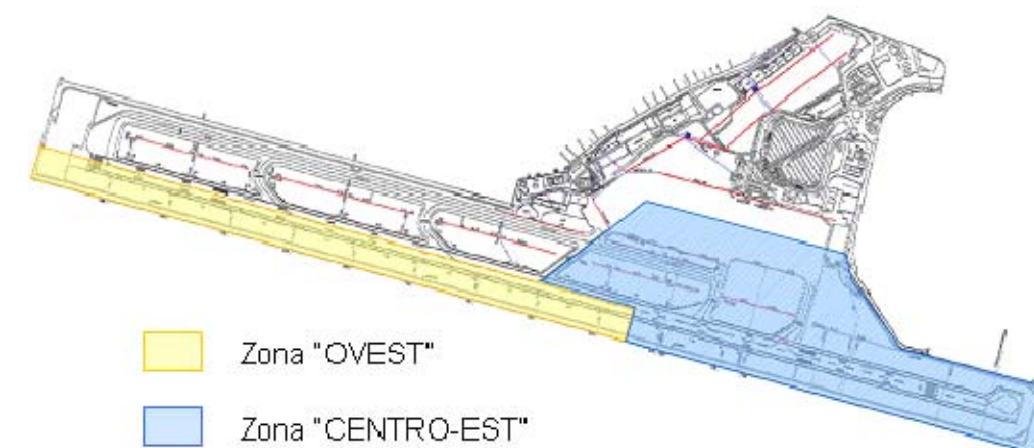


Figura 3-27 Macroaree di drenaggio dell'aeroporto "C. Colombo" di Genova

Date le elevate superfici, oltre a tubazioni in cls $\varnothing 400$ mm, gli scarichi a mare avvengono anche mediante strutture scatolari aventi dimensioni pari a $1.80 \times h.0.75 \div 0.95$ m. Anche questi presentano quota di sbocco in corrispondenza circa del l.m.m.

Il progetto prevede che per ogni macrozona sia realizzato un canale "a gronda" in adiacenza al marginamento esistente, con la funzione di raccolta e accumulo delle acque meteoriche provenienti dagli scarichi (Q_i). La connessione dei pozzetti con lo scarico entro il canale di "gronda" avverrà attraverso l'esistente apertura sul bordo del cassone che dovrà essere idoneamente "alesata" per potervi alloggiare una tubazione avente diametro interno pari a quella esistente.

I canali di gronda saranno dotati di stazioni di sollevamento che ne garantiscono lo svuotamento (Q_u) e lo scarico in mare: essendo la portata in uscita una frazione di quella in ingresso, i canali stessi fungeranno non solo come ricettori degli scarichi, ma anche come elementi di laminazione.

Il dimensionamento, condotto sulla base delle portate cinquantennali consente di garantire una capacità di accumulo all'interno delle due strutture tale da ottenere un tirante di invaso massimo che non comporti rigurgito all'interno delle condotte di scarico esistenti (quota massima +0.20 m s.m.m.): in tale maniera si garantisce che la rete di drenaggio esistente possa scaricare sempre a "bocca libera", evitando quindi che i rialzi mareali possano mandarla "sottobattente" con conseguenti problemi di scarico ed esondazioni a monte.

Per garantire lo scarico del sistema di drenaggio durante la costruzione del canale di gronda, si prevede l'intercettazione degli scarichi a monte del cassone di conterminazione della piattaforma aeroportuale mediante la realizzazione di pozzetti di adeguate dimensioni. Per tutta la durata dei lavori di realizzazione del canale di "gronda", le acque di drenaggio raccolte all'interno dei pozzetti di intercettazione saranno scaricate a mare mediante l'ausilio di una o più pompe da cantiere (circa 100 l/s cad.) alloggiate all'interno dei suddetti pozzetti.

3.2.4 Le prestazioni offerte

Come è noto, l'opera a mare rappresenta la soluzione prescelta per fornire una adeguata collocazione ai materiali provenienti dall'escavo delle gallerie della "Gronda di Ponente", condizione necessaria per la realizzazione dell'intero progetto.

Le scelte progettuali adottate per la costruzione della barriera e dello strato superficiale, consentono di evitare che i materiali depositati possano rilasciare fibre di amianto o altri inquinanti sia verso l'atmosfera che verso le acque marine circostanti.

Viene garantita la stabilità strutturale per il tempo di vita utile dell'opera (100 anni) sia nei confronti del moto ondoso che di eventi sismici, come prescritto dalle norme vigenti.

Viene garantito l'uso attuale da parte del canale, ancorché con una sezione ristretta, secondo le indicazioni dell'autorità portuale e della Capitaneria di Porto e delle banchine di carico e scarico utilizzate dalla soc. ILVA.

Infine la nuova superficie è stata progettata in modo da divenire parte integrante dello spazio aeroportuale, risolvendo così la non conformità attuale legata ad una ampiezza insufficiente della fascia laterale a margine della pista.

4 ATTIVITÀ DI REALIZZAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE AUTO-STRADALI

4.1 IL QUADRO GENERALE DELLE ATTIVITÀ

4.1.1 La realizzazione delle opere in sotterraneo

4.1.1.1 Lo scavo e la costruzione delle gallerie: aspetti generali

4.1.1.1.1 Le tecniche di scavo

La consapevolezza delle problematiche derivanti dalla natura potenzialmente amiantifera delle terre provenienti dallo scavo delle gallerie in destra Polcevera ha rivestito un ruolo fondamentale nella definizione delle scelte strutturali il Progetto di Cantierizzazione, ponendo la salvaguardia della salute dei lavoratori quale obiettivo fondativo della definizione delle tecniche di scavo e costruzione delle gallerie.

La scelta delle tecniche di scavo ha difatti costituito un momento centrale nella definizione del progetto, non solo in ragione della sopraccennata natura amiantifera di parte degli ammassi oggetto di realizzazione delle gallerie, quanto anche del fatto che tale tipologia infrastrutturale risulta quella largamente prevalente.

Le infrastrutture autostradali in progetto corrono difatti per circa il 90% dell'intera estensione in sotterraneo e sono composte da 25 gallerie, con una lunghezza che varia da un centinaio di metri ad oltre 6 km, per un totale complessivo di oltre 22 chilometri di sviluppo che, considerando la doppia carreggiata, porta ad avere un totale di circa 49 chilometri di gallerie.

Stanti le suddette motivazioni, in termini generali il criterio rispetto al quale è stata operata la scelta delle tecniche di scavo è stato quello di adottare lo scavo meccanizzato, in luogo di quello in tradizionale, per tutte le gallerie della destra Polcevera, fatte ovviamente salve quelle situazioni in cui ciò era impedito da fattori tecnici.

Assumendo quindi come criterio descrittivo il localizzarsi delle gallerie in sinistra o destra idrografica del Polcevera, le tecniche di scavo sono così riassumibili (cfr. Tabella 4-1). La tavola MAM-C-QPGT-001 riporta le modalità di realizzazione delle gallerie.

Tabella 4-1 Quadro di sintesi delle tecniche di scavo

| Localizzazione | Infrastruttura | Galleria | Estensione (m) | Tecnica scavo | |
|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------|---------------|--------|
| Destra idrografica Polcevera | Asse A10 bis | Borgonuovo Est | 2.021,30 | Meccanizzato | |
| | | Borgonuovo Ovest | 2.092,31 | | |
| | | Amandola Est | 5.938,70 | | |
| | | Amandola Ovest | 5.926,17 | | |
| | | Monterosso Est | 6.106,44 | | |
| | | Monterosso Ovest | 6.059,52 | | |
| | Asse A10 bis | Voltri Est | 203,15 | Tradizionale | |
| | | Voltri Ovest | 205,52 | | |
| | | Interconnessione Voltri | Bric Del Carmo | | 825,40 |
| | | | Ciocia | | 382,61 |
| Sinistra idrografica Polcevera | Asse A7 dir. Nord | Granarolo | 3.304,00 | Tradizionale | |
| | | Forte Diamante | 2.788,70 | | |
| | Asse A12 dir. Est | Bric Du Vento | 2.453,82 | | |
| | | Monte Sperone | 1.920,00 | | |
| | | Interconnessione Bolzaneto | Polcevera | | 493,68 |
| | San Rocco | | 1.265,80 | | |
| | Baccan | | 1.509,87 | | |
| | Morego | | 167,78 | | |
| | Interconnessione Torbella | Forte Begato | 1.385,93 | | |
| | | Torbella Ovest | 349,66 | | |
| Torbella Est | | 110,72 | | | |
| Interconnessione Genova Ovest | Moro 1 | 826,00 | | | |
| | Moro 2 | 769,29 | | | |
| Svincolo Genova Est | Campursone | 142,25 | | | |

Come si evince dalla precedente tabella, le gallerie della Interconnessione di Voltri saranno realizzate con tecnica in tradizionale, aspetto che, essendo queste localizzate in destra Polcevera e quindi in ambito connotato da terre potenzialmente amiantifere, ha indotto la a condurre specifici approfondimenti.

4.1.1.1.2 Le direttrici di avanzamento dello scavo

Relativamente alle direttrici di avanzamento dello scavo, queste dipendono dalle tecniche di scavo e dalle scelte operate al fine di limitare il carico veicolare sulla viabilità interessata dai flussi veicolari di cantierizzazione.

Nel caso delle gallerie con scavo in meccanizzato, la direttrice di avanzamento muove dal fronte di scavo delle gallerie Monterosso lato Genova in direzione Savona e resta analoga anche per le gallerie Voltri, realizzate in tradizionale. Per quanto invece riguarda le altre gallerie con scavo in tradizionale, le direttrici di avanzamento sono, almeno per quelle con maggiore estensione, diversificate, in modo da poter concentrare i punti di uscita del materiale di smarino in area di cantiere dotate di accessibilità diretta dalla rete autostradale (cfr. Tabella 4-2 e Figura 4-1).

Tabella 4-2 Quadro delle direttrici di avanzamento di scavo delle principali gallerie

| Tecnica di scavo | Infrastruttura | Galleria | Direttrice di scavo |
|--|--|--|---|
| Meccanizzato | Asse A10 bis | Monterosso Est | da imbocco lato GE in direzione SV |
| | | Monterosso Ovest | |
| | | Amandola Est | da imbocco lato GE in direzione SV |
| | | Amandola Ovest | |
| | | Borgonuovo Est Borgonuovo Ovest | da imbocco lato GE in direzione SV |
| Tradizionale | Asse A10 bis | Voltri Est Voltri Ovest | da imbocco lato GE in direzione SV |
| | | Asse A7 dir. Nord | Granarolo |
| da imbocco lato MI in direzione GE (parte) | | | |
| Forte Diamante | da imbocco lato GE in direzione MI (parte) | | |
| | da imbocco lato MI in direzione GE (parte) | | |
| | Asse A12 dir. Est | Bric Du Vento | da imbocco lato GE in direzione GE (parte) |
| | | | da imbocco lato SV in direzione SV (parte) |
| | Interconnessione Voltri | Monte Sperone | da imbocco lato LI in direzione MI |
| | | Delle Grazie | dalla galleria Ciocia (ramo lato GE) in direzione Sud |
| | | Ciocia | da imbocco lato AL in direzione GE (parte) |
| da imbocco lato GE in direzione AL (parte) | | | |
| | Bric del Carmo | da imbocco lato Nord in direzione Sud | |
| Interconnessione Bolzaneto | | Polcevera | da imbocco lato MI in direzione GE |
| | San Rocco | da imbocco lato MI in direzione GE | |
| | Baccan | da imbocco lato SV in direzione GE | |
| | Morego | da imbocco lato Est in direzione Ovest | |
| Interconnessione Torbella | Torbella | Torbella Ovest | da imbocco lato GE in direzione MI |
| | | Torbella Est | da imbocco lato GE in direzione MI |

| Tecnica di scavo | Infrastruttura | Galleria | Direttrice di scavo |
|------------------|---------------------------|------------------------|--|
| | | M.te Sperone alesaggio | da imbocco lato MI in direzione LI |
| | Interconnessione Ge Ovest | Moro 1 | da imbocco lato piazzale di esazione in direzione viadotto Morandi |
| | | Moro 2 | da imbocco lato viadotto Morandi in direzione Nord |
| | Svincolo GE Est | Campursone | da imbocco lato Sud in direzione Nord |

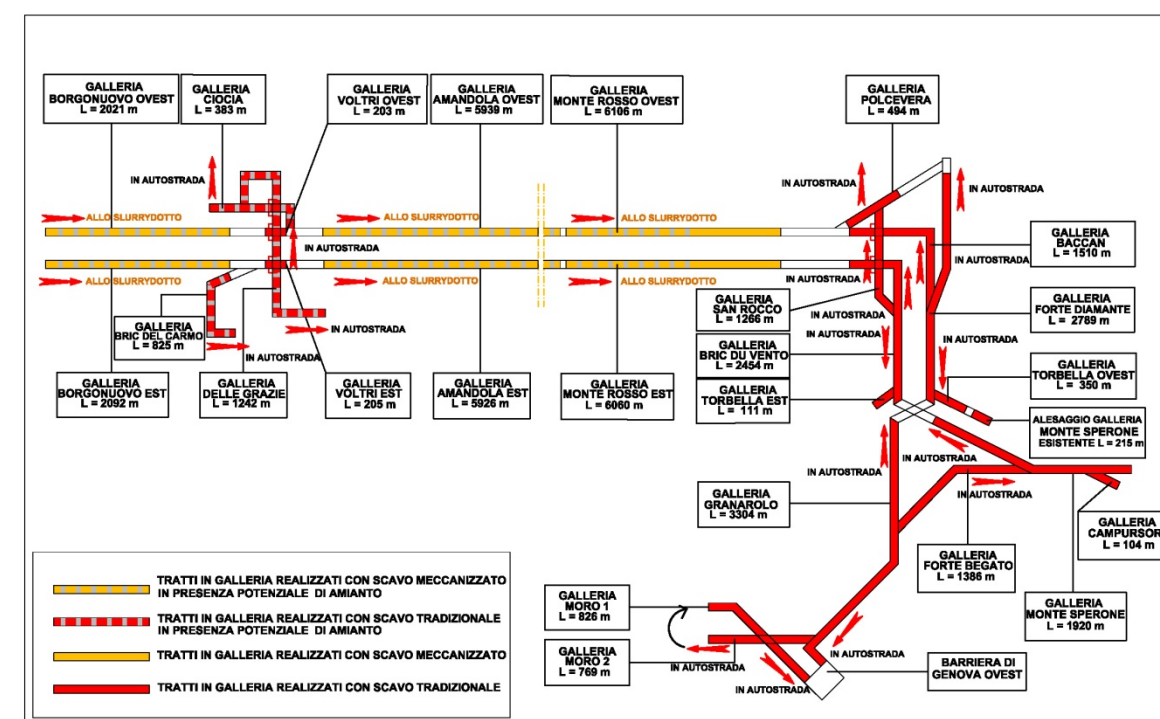


Figura 4-1 Schema di scavo delle gallerie

4.1.1.2 Le opere

4.1.1.2.1 Le gallerie

Le gallerie scavate in meccanizzato hanno una estensione che ammonta a circa 30 chilometri, pari al 54% del totale, mentre nel caso delle gallerie scavate in tradizione la lunghezza complessiva risulta pari a circa 26 chilometri, corrispondenti quindi al restante 46%.

Per quanto riguarda la geometria delle sezioni, la sezione trasversale della galleria con scavo meccanizzato ha sagoma circolare con diametro di scavo pari a circa 14.5 m per un'area di scavo pari a circa 165 m² (cfr. Figura 4-2).

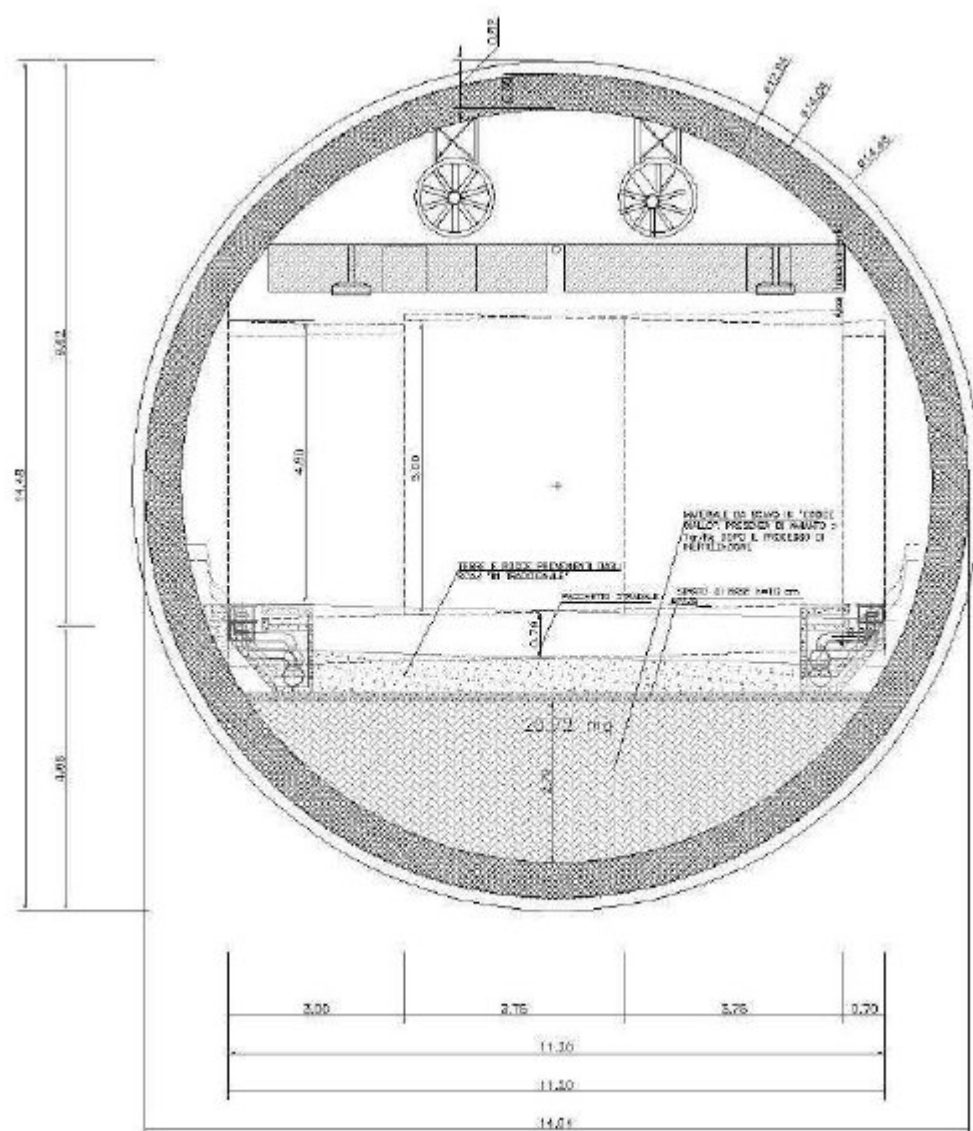


Figura 4-2 Sezione galleria tipo con scavo in meccanizzato

Per quanto concerne le gallerie realizzate in tradizionale le sezioni tipo stradali adottate sono le seguenti:

- galleria con piattaforma stradale comprendente due corsie della larghezza di 3,75 m e una corsia di emergenza della larghezza di 3 m che corrisponde ad una superficie di scavo di circa 175 metri quadrati (Figura 4-3);
- galleria con piattaforma stradale comprendente tre corsie della larghezza di 3,75 m che corrisponde ad una superficie di scavo di circa 205 metri quadrati;
- galleria ad una corsia con piattaforma della larghezza di 6 m, con o senza il cunicolo di sicurezza, a seconda delle diverse gallerie;
- galleria ad una corsia con piattaforma della larghezza di 8 m, con o senza il cunicolo di sicurezza, a seconda delle diverse gallerie.

Inoltre, in un tratto limitato della galleria Forte Diamante è prevista una galleria a 4 corsie, mentre la galleria Voltri Est è caratterizzata da dimensioni analoghe a quelle della tratta a 4 corsie della gallerie Forte Diamante, in quanto deve permettere il passaggio dello scudo della TBM, una volta terminato lo scavo della galleria Amandola, per lo scavo della galleria Borgonuovo.

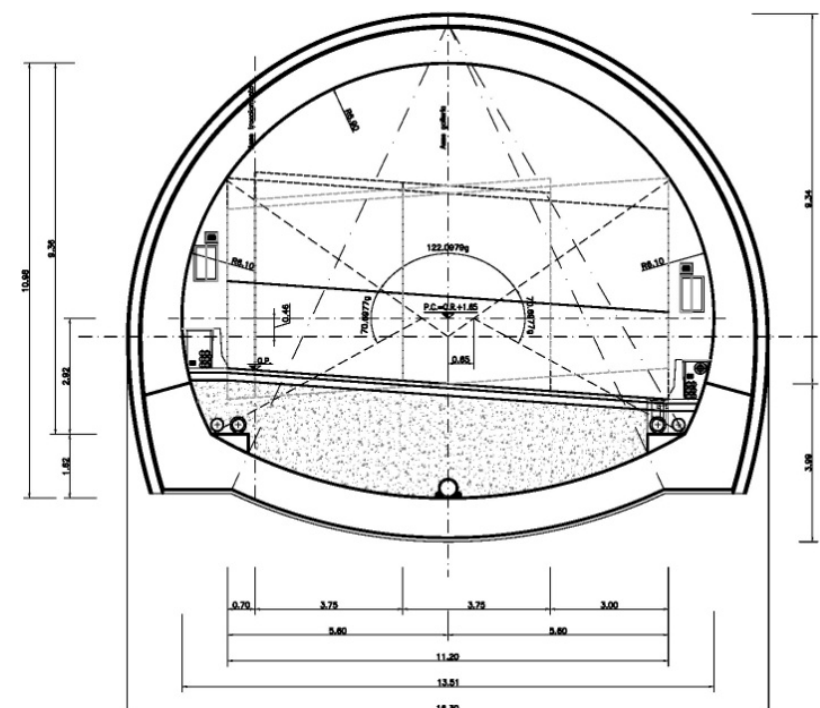


Figura 4-3 Metodo di scavo tradizionale, galleria a due corsie più emergenza

Per la realizzazione delle gallerie realizzate in tradizionale, è previsto lo scavo a piena sezione ad esclusione dello scavo della tratta a 4 corsie della galleria Forte Diamante e della galleria Voltri Est per le quali il progetto definitivo prevede la preventiva realizzazione di due cunicoli di piedritto e il successivo allargo per lo scavo dell'arco di calotta.

4.1.1.2.2 I cameroni

Oltre alle gallerie, la realizzazione delle opere in sotterraneo comporta la costruzione dei cameroni di collegamento tra i diversi rami delle gallerie prima elencate. Il quadro complessivo dei cameroni risulta il seguente (cfr. Tabella 4-3).

Tabella 4-3 Quadro complessivo dei cameroni

| Interconnessioni | Camerone | Gallerie collegate | Lunghezza (m) | Larghezza (m) | |
|------------------|----------|------------------------------|---------------|---------------|------|
| | | | | Max | Min |
| Voltri | 8 | Delle Grazie - Ciocia | 70 | 59,25 | 16,5 |
| Bolzaneto | 1 | F.te Diamante - Baccan | 210 | 31 | 23,5 |
| | 3 | Bric du Vento – S. Rocco | 111 | 20 | 18,5 |
| | 2 | F.te Diamante - Torbella | 172 | 31 | 23,5 |
| Torbella | 4 | Bric du Vento – Torbella Est | 92 | 29 | 18,5 |
| | 5 | Monte Sperone – F.te Begato | 210 | 29 | 18,5 |
| | 6 | Granarolo – F.te Begato | 276 | 25 | 18,5 |
| GE Ovest | 7 | Granarolo – Moro 1 | 91 | 29 | 18,5 |

4.1.2 La realizzazione dei viadotti: il Viadotto Genova

Tra i diversi viadotti che compongono il Nodo stradale ed autostradale di Genova, senza alcun dubbio quello maggiormente rilevante, per caratteristiche dimensionali, tecniche e formali, è costituito dal Viadotto Genova che collega la A10 bis con la A12 dir. Est e, attraverso la galleria Baccan, con la A7 dir.Nord.

La realizzazione dell'impalcato è prevista mediante varo frontale, con l'ausilio di pile provvisorie, limitando al minimo le interferenze con il piano campagna.

Il numero delle pile provvisorie è stato ridotto al minimo, compatibilmente con l'esigenza di mantenere i livelli tensionali e deformativi entro i limiti ammissibili. La luce libera massima è pari a 108 m circa, in prossimità dello scavalco della zona del nuovo ortomercato.

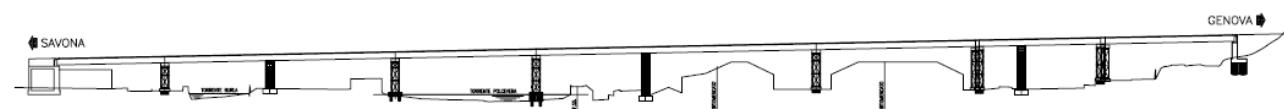


Figura 4-4 Fase di varo

Per il varo dell'impalcato si adotterà un avambecco frontale di lunghezza pari a 60 m formato da due travi metalliche.

In fase di varo l'impalcato scorre lungo appoggi provvisori disposti sugli allineamenti di trave contigui al centrale. Date le elevate pressioni localizzate, si adotteranno slitte di varo di lunghezza minima pari a 4 m, e, sempre per tale motivo, l'anima di tali travi verrà interamente realizzata con lamiera di spessore maggiorato a 35 mm, rinforzato da un ulteriore ordine di stiffeners verticali disposti ad interasse pari a 4 m.

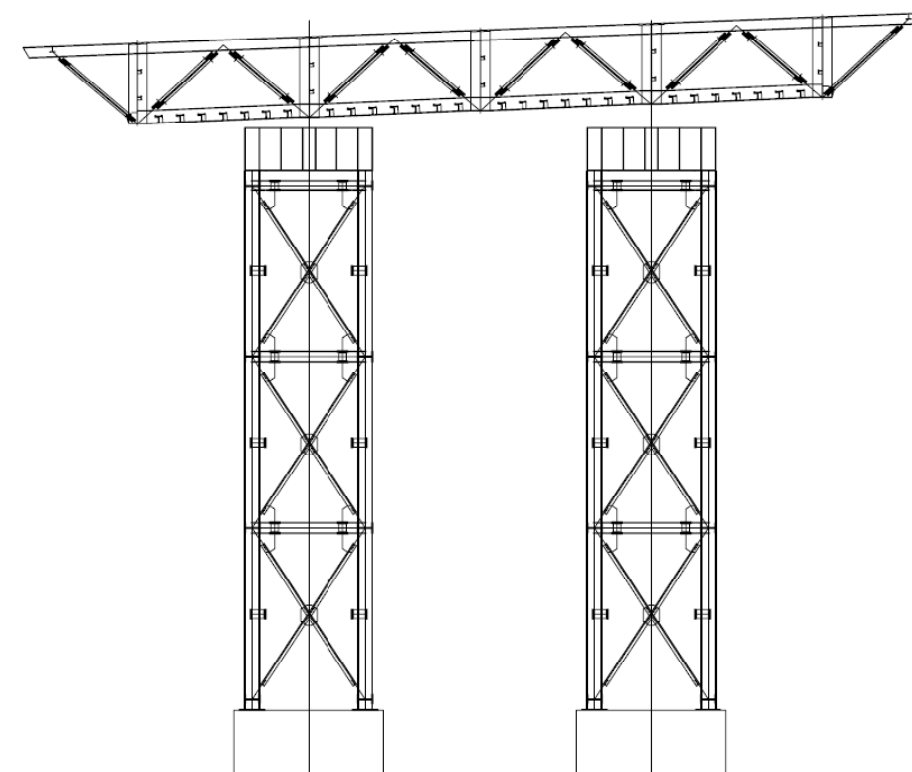


Figura 4-5 Sez. trv. in fase di varo

La realizzazione dell'opera procederà secondo le seguenti macrofasi:

Realizzazione fondazioni, pile ausiliarie ed antenne di prima fase (fino a quota sottotrave).

- Assemblaggio conci e varo frontale, con ausilio di pile provvisorie.
- Realizzazione spiccati antenne.
- Posizionamento stralli ed installazione apparecchiature di appoggio definitive.
- Tesatura stralli.
- Posizionamento predalles soletta.
- Getto soletta.
- Rimozione pile provvisorie.
- Controllo ed eventuale ritaratura tensione stralli.
- Realizzazione opere di finitura.

La necessaria rigidità torsionale della struttura nelle fasi intermedie tra montaggio travi e realizzazione della soletta è assicurata da un apposito sistema di controventature a crociera, disposte all'estradosso su tutti i campi delimitati da travi e traversi. Tale controventatura assicura anche la corretta distribuzione delle componenti orizzontali di sforzo indotte dagli stralli alle piattabande delle travi contigue alla trave di spina.

4.2 LO SCAVO MECCANIZZATO

4.2.1 Le caratteristiche della TBM

Come premesso, con il termine "realizzazione delle gallerie" si è inteso identificare tutte quelle attività volte allo scavo ed alla costruzione della galleria, nonché al trasporto del

materiale di smarino sino al punto di imbocco della galleria stessa, oltre il quale hanno inizio quelle altre attività che, sempre nella economia della presente trattazione, sono state indicate come “movimentazione delle terre di scavo” e “gestione delle terre di scavo”.

Come noto (cfr. SCM0001) la realizzazione delle gallerie con scavo meccanizzato comporta l'utilizzo di una macchina la cui caratteristica precipua è quella di eseguire lo scavo sull'intera sagoma prevista e contemporaneamente la messa in opera del rivestimento definitivo, con processo ciclico di tipo industriale.

Con riferimento alle sole macchine scudate, le macchine di scavo a piena sezione sono costituite da tre elementi principali:

- la *testa di scavo*, che sostiene gli utensili di scavo;
- lo *scudo*, che è una sorta di grosso cilindro metallico all'interno del quale sono disposti i sistemi di movimentazione della macchina, quelli di supporto della testa di scavo, i motori per la rotazione della testa ed i sistemi di erezione e posizionamento del rivestimento;
- il *treno di supporto* (detto “back-up”), costituito da una serie di vagoni sopra i quali sono posizionati tutti i mezzi necessari ad alimentare il sistema;
- lo smarino avviene ordinariamente via nastro trasportatore anche se in diversi casi sono ancora in uso treni di smarino.

In estrema sintesi, le macchine di scavo possono essere suddivise in due grandi categorie:

- la prima categoria è quella riconducibile a macchine lavoranti con “sistema aperto”, dove per “sistema aperto” si intende un meccanismo non isolato dal mezzo da scavare. Generalmente le macchine lavoranti con “sistema aperto” vengono utilizzate per ammassi rocciosi, ovvero per materiali che hanno capacità (anche modeste) di auto sostegno. Queste macchine sono comunemente chiamate TBM da roccia di tipo aperto (a singolo o doppio gripper) oppure scudate (monoscudate o doppio scudate).
- la seconda categoria si riconduce alle macchine lavoranti con “sistema chiuso”, cioè dove il mezzo con il quale si realizza la galleria è completamente isolato dall'ammasso esterno, sia per ciò che riguarda lo scavo che per il sistema di smarino dalla testa al back-up o dalla teste all'esterno.

Le macchine che lavorano con sistema chiuso sono utilizzate solitamente per materiali non autosostenuti, tipicamente terreni, anche in presenza di significative pressioni idrauliche, in quanto le spinte esterne possono essere controbilanciate con opportuni mezzi con i quali è possibile regolare la pressione di bilanciamento.

La flessibilità del sistema è comunque tale che oggi giorno i sistemi chiusi, essendo in grado di scavare sia in terreni che in ammassi rocciosi anche molto consistenti, vengono sempre più spesso utilizzati per affrontare, in senso lato, il problema dell'isolamento dell'ambiente di lavoro dall'ambiente esterno.

Entrando nel merito dei sistemi chiusi, è possibile riconoscere due distinti tipi di macchine:

- TBM a contropressione di terra, comunemente denominata EPB (Earth Pressure balance), nella quale il bilanciamento in testa è ottenuto attraverso il materiale di scavo che sostanzialmente con il suo peso, controbilancia la pressione esterna;
- TBM Hydroshield, in cui il bilanciamento delle pressioni esterne sul fronte di scavo avviene attraverso l'utilizzo di fluido bentonitico.

Tale diversità di principio di funzionamento si riflette, come ovvio nelle modalità del processo di scavo.

Nel caso della EPB il processo di scavo prevede che, per garantire l'avanzamento, il materiale scavato e posto nella camera di scavo al suddetto fine di controbilanciare le spinte esterne, venga estratto ed allontanato. Tale prima operazione è garantita dalla coclea, ossia una vite senza fine che ha anche la funzione di regolare la pressione sul fronte di scavo, e dall'aggiunta all'interno della camera di scavo e/o della coclea stessa, di additivi fluidificanti, quali schiumogeni e/o polimeri, la tipologia dei quali dipende dalle caratteristiche del terreno.

La seconda operazione, ossia quella di allontanamento, è invece attuata mediante nastri trasportatori.

Nel caso della Hydroshield, in cui come detto la contropressione è assicurata dalla presenza di fluido bentonitico nella camera stagna, il materiale passa attraverso detta camera e amalgamatosi alla miscela acqua-bentonite, viene aspirato attraverso la tubazione di ritorno del circuito slurry. Al fine di evitare che pezzature di materiale troppo grandi possano creare problemi al circuito di trasporto attraverso la tubazione, la macchina è dotata di un frantoio che, posto all'interno della camera stagna, provvede alla riduzione del materiale più grossolano fino a rendere la granulometria compatibile con quella trasportabile dal condotto del fluido bentonitico.

Le due tipologie di macchine si distinguono, oltre che per il principio attraverso il quale è attuato il bilanciamento delle pressioni esterne in testa, anche per il ciclo tipo di scavo, le caratteristiche tecniche e le prestazioni offerte.

Il fluido bentonitico, che in ragione di quanto detto di fatto costituisce il vettore attraverso il quale è trasportato il materiale di scavo, viene depurato e rimesso in circolo.

Oltre al principio ed alle relative modalità di funzionamento, un ulteriore e significativo aspetto di diversità intercorrente tra i due tipi di due macchine, risiede nella tipologia del materiale estratto.

Ancorché in entrambi i casi di tratti di materiale umido, questo risulta:

- in forma pastosa, per la EPB;
- In forma granulare, per la Hydroshield.

4.2.2 Il processo di scavo e realizzazione

Come detto, lo scavo con tecnica in meccanizzato riguarderà la realizzazione delle gallerie della A10 bis denominate Monterosso, Amandola e Borgonuovo, e procederà, a partire dal cantiere CI.13 presso Bolzaneto, in direzione Ovest.

Il processo di scavo prevede la seguente fasizzazione (cfr. Tabella 4-4)

Tabella 4-4 Flusso degli scavi

1. Inizio dello scavo dal cantiere CI13 in corrispondenza dell'imbocco lato Genova della galleria Monterosso
2. Superamento della Val Varenna attraverso traslazione su rilevato temporaneo
3. Scavo e realizzazione della galleria Amandola
4. Parziale smontaggio delle TBM in corrispondenza del cantiere di imbocco CI24 (imbocco galleria Amandola lato Savona) e trasferimento al cantiere di imbocco CI18 (imbocco galleria Borgonuovo lato Genova), utilizzando uno dei due viadotti Leiro ed una sola canna della galleria Voltri ed entrambi i viadotti Cerusa
5. Riasssemblaggio delle TBM in corrispondenza cantiere di imbocco CI18
6. Estrazione e smontaggio delle TBM in corrispondenza del cantiere di imbocco CI17 (imbocco galleria Borgonuovo lato Savona)

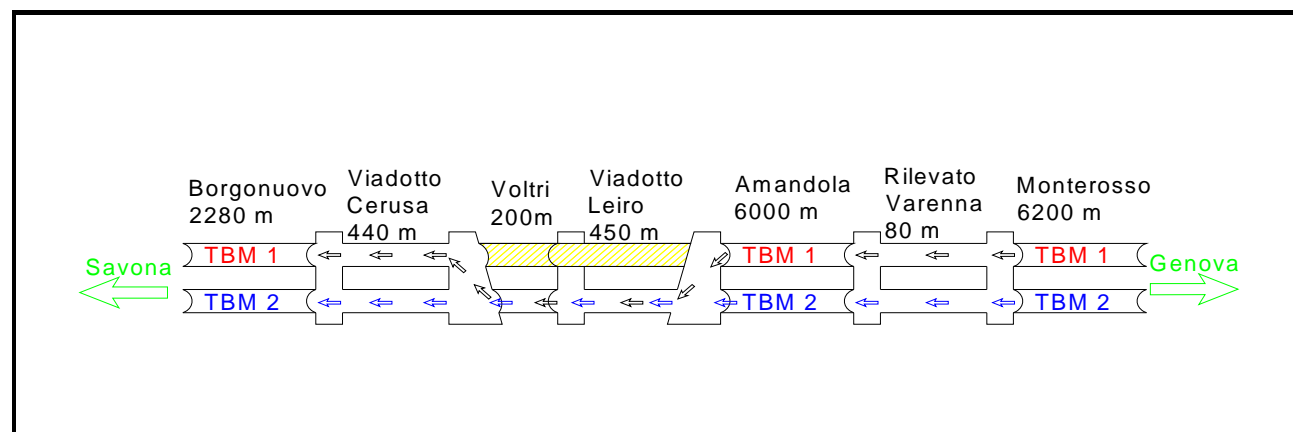


Figura 4-6 Flusso degli scavi

Entrando nel merito delle singole fasi prima indicate, per quanto attiene il varo delle due TBM si prevede di partire dall'assemblaggio della TBM 1 corrispondente alla carreggiata Ovest della futura A10 bis.

L'assemblaggio della TBM 1 avverrà a circa 40 metri dal fronte di scavo mediante una gru tralicciata posta sul Monte Rosso, lasciando quindi libera l'area di cantiere per una distanza di circa 80 metri.

Una volta assemblata, la TBM 1 sarà traslata per 40 metri ed inizierà la fase di scavo per almeno 200 metri, distanza necessaria a consentire l'assemblaggio della TBM 2.

Per quanto attiene la traslazione della Val Varenna, che come detto avverrà a seguito della formazione di un rilevato provvisorio, sul quale saranno predisposte le culle di guida delle TBM e montando i conci dell'anello di supporto inferiori, in modo da consentire l'avanzamento delle macchine.

Contemporaneamente all'avanzamento delle TBM sarà installata la struttura metallica di sostegno dei nastri per il trasporto del materiale di smarino.

La traslazione delle TBM dalla galleria Amandola a quella Borgonuovo sarà effettuata previo il loro parziale smontaggio e trasporto su gomma secondo la sequenza prima descritta.

Il riasssemblaggio sarà condotto nel cantiere di imbocco della galleria Borgonuovo lato Genova.

Lo smontaggio delle due TBM sarà realizzato in corrispondenza del cantiere di imbocco lato Savona, mediante la realizzazione di due pozzi in corrispondenza del tracciato delle gallerie.

4.3 LO SCAVO IN TRADIZIONALE

Il sistema di scavo in tradizionale può essere realizzato attraverso l'utilizzo di esplosivi, mediante martelli demolitori o con scavatori meccanici.

Il ciclo operativo del metodo con esplosivi si differenzia da quello relativo all'utilizzo di martelli demolitori o escavatori meccanici essenzialmente per le fasi di perforazione e scavo. Lo scavo basato sull'utilizzo di esplosivo per l'apertura dei fronti, è stato, fino a una ventina di anni or sono l'unico adatto per lo scavo di gallerie in rocce coerenti dure. La metodologia si basa su alcune fasi fondamentali:

- la perforazione mediante apposite perforatrici di un adatto numero di fori sulla fronte della galleria;
- il caricamento e il brillamento delle mine con cui si realizza l'abbattimento di una fetta di roccia, creando un nuovo fronte;
- lo sgombero del materiale abbattuto, che consiste nel caricamento di questo sui mezzi di trasporto e la successiva asportazione dal fronte.

Tali fasi vengono a costituire un ciclo formato da una serie ripetuta di operazioni distinte. Al termine del ciclo si riprende lo scavo ad una progressiva più avanzata, rispetto al ciclo precedente, di un tratto pari allo sfondo dell'ultima volata.

In questo caso lo smarino avviene tramite Dumper di capacità comparata alla necessità produttiva. Tipicamente questi mezzi hanno la possibilità di trasporto in sicurezza di 12-15 mc. Il carico avviene tramite pale meccaniche.

Il materiale di smarino, trasportato all'esterno direttamente dai Dumper, in base all'organizzazione del cantiere e alla vicinanza dei siti di stoccaggio finale, viene o depositato in zone di accumulo temporaneo per poi essere ricaricato in seguito su mezzi predisposti per il trasporto al sito finale, o trasportato direttamente alla sua collocazione definitiva.



Figura 4-7 – Smarino della volata nello scavo con esplosivo

Più recentemente lo sviluppo tecnologico ed il progressivo ampliamento delle sezioni di scavo, hanno consentito di utilizzare per l'avanzamento anche in rocce geotecnicamente molto competenti, l'abbattimento con martelloni idraulici montati su grandi escavatori. Questo metodo, pur presentando una minore produttività di punta rispetto allo scavo con esplosivo, presenta numerosi vantaggi, tra i quali si annoverano:

- la semplificazione delle fasi di avanzamento, visto che lo smarino può essere messo in parallelo all'abbattimento e non in serie;
- la semplificazione delle complesse pratiche burocratiche necessarie per le licenze di detenzione e uso degli esplosivi;
- il miglioramento delle condizioni di potenziale pericolo dell'ambiente di lavoro;
- riduzione delle vibrazioni sull'ammasso e degli impatti sul contorno idrogeologico.



Figura 4-8 – Abbattimento del fronte con martellone

4.4 LE CRITICITÀ E LE PROCEDURE OPERATIVE NELLA REALIZZAZIONE DEGLI SCAVI

4.4.1 Lo scavo meccanizzato

4.4.1.1 Gli aspetti di criticità

Stanti le peculiarità del caso in specie, la tecnica dello scavo in meccanizzato, così come le diverse caratteristiche di funzionamento proprie dei due tipi di macchine ora descritte, debbono essere necessariamente rapportate al problema dell'abbattimento delle polveri all'interno delle quali possono essere presenti le fibre di amianto e della limitazione della loro eventuale dispersione in aria.

Si configurano due ordini di criticità che risiedono in quelle di natura generale, in quanto connesse alla tecnica di scavo, e quelle specifiche, ossia derivanti dal tipo di macchina.

Muovendo da queste ultime, il punto di maggiore criticità della EPB può essere individuato nel trasferimento del materiale di smarino dalla coclea di estrazione al nastro trasportatore.

Per quanto invece concerne la Hydroshield, assunto che in ragione delle modalità di movimentazione a mezzo di condutture, non si configura il problema del trasferimento e del trasporto del materiale riscontrato invece nella EPB, il tema centrale risulta quello del sistema di separazione dei materiali con residui bentonici in quanto veicolo di materiali amiantiferi.

Relativamente alle criticità di ordine generale e limitando il campo di analisi ai soli aspetti direttamente connessi allo scavo ed alla realizzazione della galleria, queste attengono:

- Rischio diretto di esposizione dei lavoratori che vanno ad operare al fronte;
- Rischio di messa in comunicazione di un ambiente “pulito” con uno “sporco” nei momenti in cui sono necessari l'ingresso e/o l'uscita dalla camera stagna al fronte;
- Movimentazione delle terre di scavo all'interno della galleria

La risoluzione di tali aspetti, attraverso specifiche procedure e/o sistemi, è affrontata nel successivo paragrafo (cfr. par. 4.4.1.2) sulla scorta delle risultanze emerse dalla studio condotto dalla Università di Torino⁶, nel seguito per brevità denominato “Linee guida”.

4.4.1.2 Le procedure ed i sistemi per la risoluzione delle criticità

4.4.1.2.1 Il trasferimento del materiale dalla coclea di estrazione al nastro trasportatore

Un momento particolarmente critico rispetto al risollevarsi delle polveri nel caso di scavo con EPB è, come premesso, rappresentato dal trasferimento del materiale di scavo dalla coclea di estrazione al nastro trasportatore.

Nell'ottica di dare soluzione a tale problema, le Linee guida ipotizzano una possibile riconfigurazione della macchina ordinaria (cfr. Tabella 4-5).

Tabella 4-5 soluzione per il trasferimento dalla coclea al nastro trasportatore

Predisposizione di un sistema che isoli la zona di trasferimento in modo tale da evitare così che porzioni di materiale sporchino l'ambiente esterno alla zona di travaso e che, essiccandosi, possano rilasciare polvere con contenuto di fibre.

4.4.1.2.2 Il sistema di separazione e messa in ricircolo dei fluidi bentonici

Si è detto in precedenza come il problema del sistema di separazione e della messa in ricircolo del fluido bentonico costituisca il principale aspetto di criticità specifico della TBM Hydroshield.

Al fine di risolvere tale aspetto, nelle Linee guida per la gestione del rischio amianto è stata messa a punto una specifica procedura che si fonda sull'anticipazione della fase di separazione, di prassi condotta in uno stabilimento posto all'esterno dello scavo.

I passaggi fondamentali che costituiscono detta procedura sono i seguenti (cfr. Tabella 4-6):

Tabella 4-6 Procedura di separazione del fluido bentonico

1. Eliminazione della frazione più grossolana della miscela attraverso una apposita zona del back-up della macchina;
2. Trasporto all'esterno della frazione grossolana attraverso nastro trasportatore e rimessa in circolo del fluido con maggiore densità;
3. Smaltimento in siti predestinati della miscela di circolazione una volta che, per effetto di successive procedure, ha raggiunto una densità tale da non poter più essere gestito attraverso i sistemi di pompaggio

⁶ “Studio metodologico e procedurale in merito alle problematiche ambientali indotte dagli scavi in ambiente amiantifero – Linee guida per la gestione del rischio amianto negli scavi all'aperto ed in galleria”, Università degli Studi di Torino Centro Interdipartimentale per lo studio degli amianti e degli altri particolati nocivi “G. Scansetti” in associazione temporanea di scopo con CNR Istituto di geoscienze e georisorse – Unità di Torino, GDP consultants, SWS Engineering (cfr. APG-0004).

In ragione di tale procedura si crea quindi una componente contaminata da polveri, che tuttavia resta sempre all'interno di un sistema isolato, ed una che ne è priva e quindi dove il rischio di dispersione di fibre nell'aria è molto modesto.

Inoltre, al fine di risolvere il conseguente problema dello svolgimento del trattamento primario all'interno della galleria, in tal caso l'ambiente dove avviene la separazione andrebbe mantenuto umido ed isolato.

4.4.1.2.3 L'ingresso e l'uscita nella camera stagna al fronte

Assunto che per quanto attiene la salute dei lavoratori che si introducono nella camera stagna al fronte esiste un regime normativo molto restrittivo che prevede livelli di protezione individuale molto più spinti tanto più concreto è il pericolo di trovarsi all'interno di un ambiente ricco di fibre in sospensione, l'ingresso e l'uscita al/dal fronte di scavo comporta due tipi di problematiche:

- l'apertura del fronte;
- il trasporto potenziale di fibre attraverso gli indumenti dei lavoratori.

La soluzione a tal fine individuata si fonda sul principio della suddivisione tra aree contaminate e non contaminate e si sostanzia nelle seguenti procedure e sistemi (cfr.

Tabella 4-7 Sistemi e procedure per l'ingresso/uscita al/dal fronte di scavo

- Attrezzamento di una delle camere iperbariche per la decontaminazione, essendo cioè predisposta per la vestizione e la sigillatura degli indumenti di lavoro e, più in generale, delle attrezzature contaminate, nonché per il lavaggio delle maestranze.
- La procedura di uscita dal fronte deve prevedere il passaggio tra locali a pressione controllata, in modo tale che l'apertura verso il fronte di scavo non permetta la propagazione delle fibre all'interno dell'ambiente di lavoro
- Nel caso in cui, per qualsiasi ragione, la procedura debba essere bypassata, o nel caso in
- cui le attrezzature da introdurre non permettano un'agevole decontaminazione, ovvero qualora sia necessario, in caso di emergenza, bypassare questa procedura, sarà necessario poi procedere alla decontaminazione degli ambienti attraversati

4.4.1.2.4 La movimentazione delle terre all'interno della galleria

Ancorché il materiale movimentato all'interno della galleria sia, nel caso della EPB così come in quello della Hydroshield, sempre con un certo grado di umidità ed in ragione di ciò non predisposto al rilascio di polveri, il tema della limitazione della loro eventuale dispersione costituisce pur sempre un aspetto di rilievo nella realizzazione delle gallerie in meccanizzato. A tale riguardo si ricorda che detto aspetto si determina per entrambi i tipi di macchina in quanto il materiale scavato arriva al nastro trasportatore, nella EPB, a seguito delle estrazione per mezzo della coclea dalla camera stagna, e nella Hydroshield, a valle della separazione.

La soluzione a tal fine predisposta nelle Linee guida si sostanzia nella adozione di nastro trasportatore avente i seguenti requisiti (cfr. Tabella 4-8 e Figura 4-9).

Tabella 4-8 Soluzione per il trasporto all'interno della galleria

- Chiusura del nastro a cilindro
- Presenza di un sistema di umidificazione, attraverso nebulizzatori posti sopra al nastro a distanze prefissate

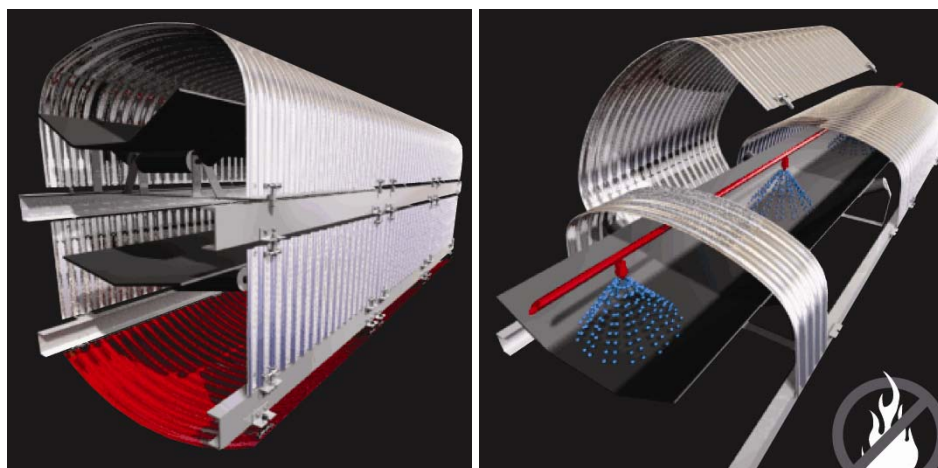


Figura 4-9 Nastro trasportatore chiuso con sistema antipolvere

4.4.2 Lo scavo in tradizionale in ambiente amiantifero

4.4.2.1 Punti critici del ciclo di scavo in tradizionale

Dall'esame della sintesi del ciclo di scavo tipicamente utilizzato con sistemi tradizionali, indipendentemente dal fatto che gli stessi vengano eseguiti tramite esplosivo o tramite martello demolitore, si denota che i punti di criticità del ciclo, intesi come quelle situazioni che possono creare le condizioni per l'immissione nell'aria di fibre di amianto, coinvolgono l'intero ciclo di lavoro.

Con esclusivo riferimento alla fase di realizzazione della galleria, trascurando con ciò tutti gli aspetti relativi alla movimentazione ed allo stoccaggio del materiale di smarino, le criticità del ciclo possono individuarsi nei punti seguenti:

- al fronte di scavo, sia in fase di sfondo che di profilatura;
- nella zona di movimentazione e carico smarino;

Nelle operazioni al fronte (perforazione e brillamento nel caso di scavo con esplosivo o demolizione nel caso di scavo con mezzi meccanici) le criticità sono riferibili alla produzione di polveri causata dalla rottura e dalla frantumazione del materiale.

A questo si aggiungono le problematiche connesse alle operazioni di rimozione e smaltimento dello smarino. Anche in questa operazione, infatti, si producono polveri a causa della movimentazione del materiale stesso e della movimentazione dei mezzi di cantiere che sollevano le polveri prodotte.

I principi sulla scorta dei quali le Linee guida hanno definito le procedure ed i sistemi volti alla riduzione/eliminazione del rischio sono rivolti a:

- creazione di un ambiente ove non sia possibile il sollevamento delle polveri;
- creazione di barriere di separazione tra il cavo e l'esterno.

Tali principi hanno trovato diversa applicazione a seconda che siano applicate a lavorazioni ordinarie o in quei casi in cui si rilevino, nell'aria esterna alla galleria e in particolare in quella esterna alla zona di cantiere contaminata o contaminabile dall'amianto, una quantità di fibre superiore al massimo consentito dalle norme.

4.4.2.2 Le procedure

4.4.2.2.1 Le procedure per le lavorazioni ordinarie

Le dotazioni e gli accorgimenti da porre in essere nel caso delle lavorazioni ordinarie risultano le seguenti (cfr. Tabella 4-9).

Tabella 4-9 Procedure per le lavorazioni ordinarie

- sistema di nebulizzazione dell'acqua in corrispondenza del fronte di scavo, da attivare durante tutte le lavorazioni che interessano tale zona;
- barriera d'acqua da realizzare con un secondo sistema di nebulizzazione permanente, da posizionare ad una certa distanza dal fronte, anche in prossimità dell'imbocco;
- zona di lavaggio mezzi in transito, ovvero una piattaforma con annessa attrezzatura di lavaggio dei mezzi transitanti in galleria prima dell'uscita dall'area di cantiere contaminata, con apposito depuratore in cui convogliare l'acqua di lavaggio prima del suo riutilizzo;
- container attrezzato per il transito delle maestranze tra la zona di lavorazione e quella contaminata.

4.4.2.2.2 Le procedure in caso di non possibilità di controllo con sistema ordinario

Il principio fondativo di tali particolari procedure risiede nella compartimentazione fisica tra le varie zone della galleria. Le dotazioni ed i sistemi in tale logica previsti riguardano (cfr.

Tabella 4-10 Procedure per lavorazioni non controllabili in ordinario

- compartimentazione della galleria tramite setti rimovibili posti rispettivamente in prossimità del fronte di scavo e in corrispondenza dell'imbocco;
- umidificazione della zona di lavoro in corrispondenza del fronte di scavo;
- impiego di calcestruzzo spruzzato immediatamente dopo lo sfondo per ridurre i tempi di esposizione delle superfici scavate;
- impianti di aspirazione per la creazione di una depressione nel settore del fronte di scavo;
- dispositivi di protezione individuale (maschere con filtro, tute, ecc.) per tutti gli operatori;
- container attrezzato a comparti separati per la corretta decontaminazione degli operatori in uscita dall'ambiente di lavoro;
- allontanamento con mezzi a carico sigillato e inertizzato o costantemente umidificato;
- cabine di guida dei mezzi di carico opportunamente sigillate e munite di un sistema di depurazione e condizionamento dell'aria;
- sedili dei mezzi coperti con fodere rimovibili e lavabili;

- predisposizione di sistemi di monitoraggio ambientale
- predisposizione di specifiche procedure di allerta compatibili i tempi di risposta dei sistemi di monitoraggio;
- rilievo geologico del fronte di scavo in avanzamento

Per quanto attiene i sistemi di monitoraggio, come specificato nelle Linee guida, i limiti insiti nei dispositivi di controllo della qualità dell'aria e dei quali occorre tenere conto nella loro progettazione risiedono nella impossibilità di fornire il dato in tempo reale, essendo costituiti da un apparato filtrante che trattiene le fibre aerodisperse su di un filtro che deve essere prelevato e analizzato in microscopia per il conteggio delle fibre; il sensore fornisce quindi un'informazione relativa a un periodo più o meno lungo, antecedente la misura.

Relativamente alle specifiche tecniche dei sistemi di ventilazione ed aspirazione con compartimentazione attraverso barriere fisica si rimanda al par. 11.3.2 delle citate Linee guida.

4.4.3 Lo scavo all'aperto

I principi fondamentali per l'esecuzione degli scavi all'aperto in ambiente amiantifero sono:

- creazione di un ambiente inidoneo al sollevamento di polveri in tutta l'area in cui sono effettuati i lavori;
- protezione individuale per ogni lavoratore che circola all'interno del cantiere;
- utilizzo di mezzi con cabine pressurizzate con condizionamento interno e dotate di filtro assoluto;
- pavimentazione con materiali antipolvere delle aree di lavorazione e in generale delle aree di movimentazione dei mezzi;
- eliminazione delle polveri dai mezzi di trasporto e in generale dalle attrezzature che fuoriescono dall'area di cantiere;
- monitoraggio in corso d'opera delle condizioni ambientali, con particolare riferimento alla concentrazione di particolato aerodisperso, in tutti i settori interessati dagli scavi e da attività complementari.

L'applicazione operativa di tali principi, ovvero la predisposizione delle aree e delle attrezzature necessarie al rispetto degli stessi, è naturalmente connessa alla logistica possibile delle aree a disposizione per le singole opere da realizzare.

Inoltre, in funzione del livello di rischio dell'ambiente in cui vengono effettuati gli scavi, potrebbe essere sufficiente la concretizzazione di alcuni dei principi sopra esposti per evitare che si crei un ambiente potenzialmente pericoloso per le maestranze.

Nel seguito si proporranno degli schemi operativi "tipo" applicati alle situazioni standard previste per le lavorazioni lungo l'asse della Gronda. Questi schemi sono associati a una procedura che, in funzione del reale livello di rischio dell'ambiente e con riferimento alla presenza di fibre di amianto nell'aria, indica l'attivazione di una o più procedure di riduzione del rischio.

5 ATTIVITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'OPERA A MARE

5.1 LE MODALITÀ DI REALIZZAZIONE

5.1.1 Le fasi di realizzazione

La costruzione della colmata richiederà un tempo complessivo di circa dieci anni, di cui quattro per la costruzione delle opere di conterminazione, otto per il conferimento del materiale e sette per il consolidamento e la realizzazione dello strato di ricopertura finale. Le fasi sono tra loro sovrapposte così come dettagliato dal cronoprogramma riportato nel seguito.

Uno dei parametri principali per la definizione dei tempi e delle fasi di costruzione è il programma di conferimento dei materiali, a sua volta definito dalle velocità delle attività di scavo sia mediante tecnica tradizionale che mediante scavo meccanizzato (TBM), così come riportato nel grafico di Figura 5-1.

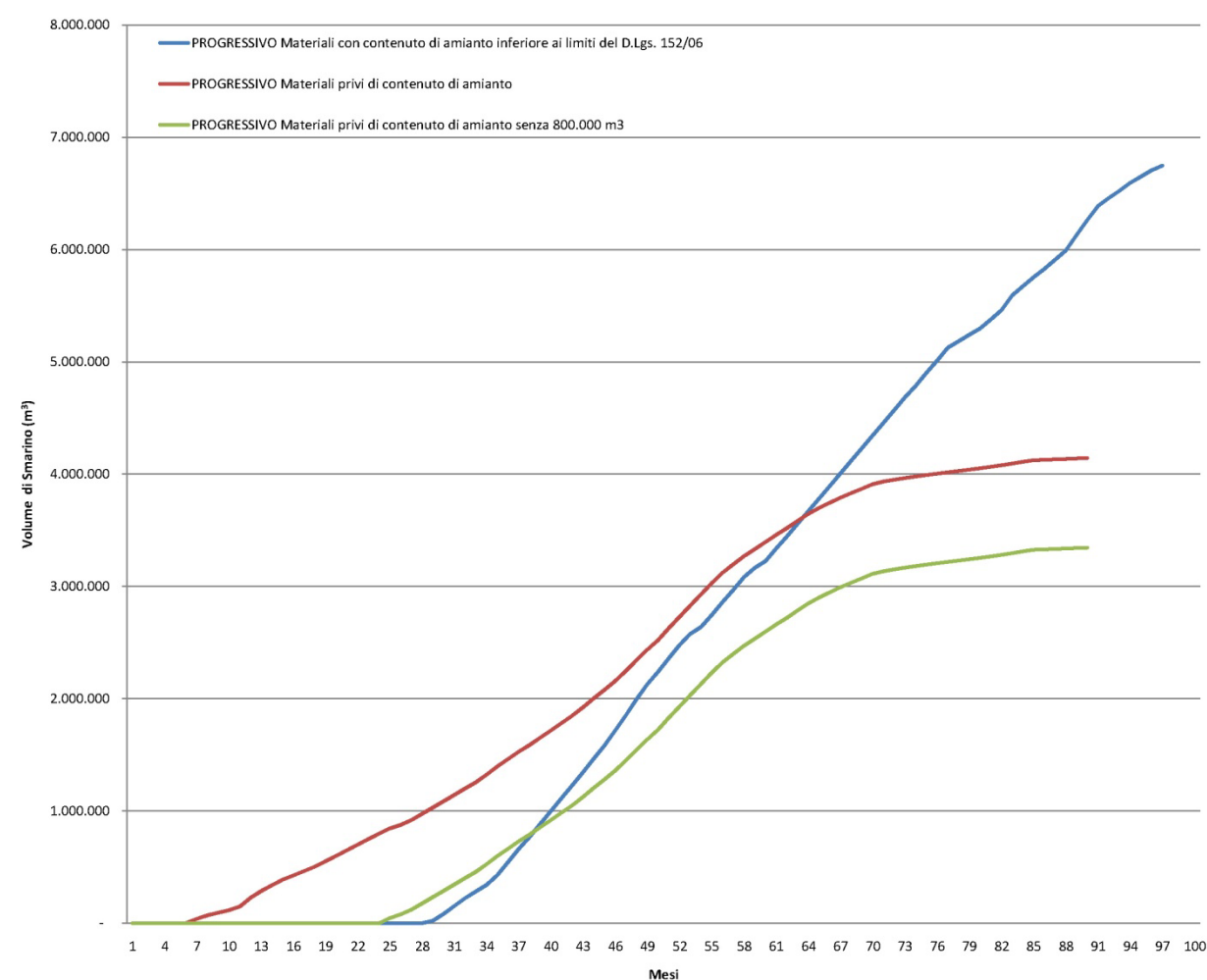


Figura 5-1 Flusso delle produzioni di smarino proveniente dall'escavo delle gallerie

Tutta la programmazione delle attività è stata impostata con lo scopo di minimizzare i tempi di costruzione, garantendo al contempo la massima sicurezza nei confronti

dell'ambiente e della salute pubblica rispetto al rischio di rilascio di fibre di amianto e di altri inquinanti, come evidenziato nel paragrafo relativo ai criteri ambientali.

I dati relativi ai volumi, indicano che nella colmata possono trovare posto, alla fine della costruzione, circa 6,52 milioni di metri cubi di materiale scavato con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs 152/06 e 2,59 milioni di metri cubi di materiale scavato non contenente amianto (cfr. Figura 5-1); essi corrispondono ad un volume, misurato in banco, di 5,43 milioni di metri cubi di materiale con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs 152/06 e 2,16 milioni di metri cubi di materiale non amiantifero.

Di seguito si riportano le fasi di esecuzione dei lavori, descritte per macrolavorazioni ed ubicate temporaneamente come indicato nel cronoprogramma riportato in Figura 5-2.

FASE I – Costruzione conterminazione - dal 1° Trimestre Anno 1 al 3° Trimestre Anno 3

Questa fase (Figura 5-3, Figura 5-4, Figura 5-5), che decorre dopo la mobilitazione di cantiere, include:

- la costruzione dei cassoni nel cantiere di prefabbricazione;
- la posa in opera dello scanno in pietrame di imbasamento dei cassoni;
- il trasporto in cantiere dei cassoni cellulari prefabbricati, contestualmente al completamento dello scanno d'imbasamento;
- l'affondamento dei cassoni dapprima con acqua e quindi attraverso l'appesantimento con materiale di smarino non amiantifero, trasportato in loco con l'uso di bettoline.

In concomitanza con la realizzazione del marginamento si provvederà quindi all'impermeabilizzazione dello scanno di fondazione e del giunto tra i cassoni con le calze in geotessile riempite della miscela acque-cemento-bentonite e, successivamente, alla finitura superficiale con la realizzazione della soletta di copertura e, ove previsto, del muro paraonde.

Si procederà quindi alla realizzazione degli argini interni di delimitazione della piarda e di fondazione dello scatolare di scarico del Rio Roncallo.

Contestualmente si provvederà alla costruzione dell'argine in materiale granulare in fregio all'area dell'aeroporto ed alla posa su di esso del canale di gronda che via via intercetterà gli scarichi delle acque meteoriche provenienti dall'aeroporto; contestualmente al Canale di Gronda saranno realizzate le stazioni di sollevamento e si inizierà a predisporre l'impianto elettrico per la loro alimentazione.

Sarà costituito il depuratore ed effettuato il collegamento con la vasca W1, adiacente alla piarda, da cui sarà prelevata l'acqua nella seguente fase di riempimento della piarda.

FASE II – Riempimento colmata - dal 4° Trimestre Anno 2 al 4° Trimestre Anno 8

Si provvederà al riempimento della piarda con i primi volumi di smarino (fino a circa 1.000.000 m³) senza contenuto di amianto (Figura 5-4, Figura 5-5, Figura 5-6, Figura 5-7). Si potrà iniziare a dar corso al riempimento con lo slurry della prima vasca (A2) a ciò destinata; l'acqua di esubero sarà captata dalla vasca centrale (W2) e inviata al depuratore per la reimmissione in mare; dalla stessa vasca sarà captata anche l'acqua di ricircolo destinata ad alimentare il circuito dello slurry (Figura 5-6).

Successivamente sarà completato il riempimento della seconda vasca (A3) con lo slurry, continuando con la captazione dalla vasca centrale W2 dell'acqua in esubero, destinata al depuratore, e di quella di ricircolo dello slurry.

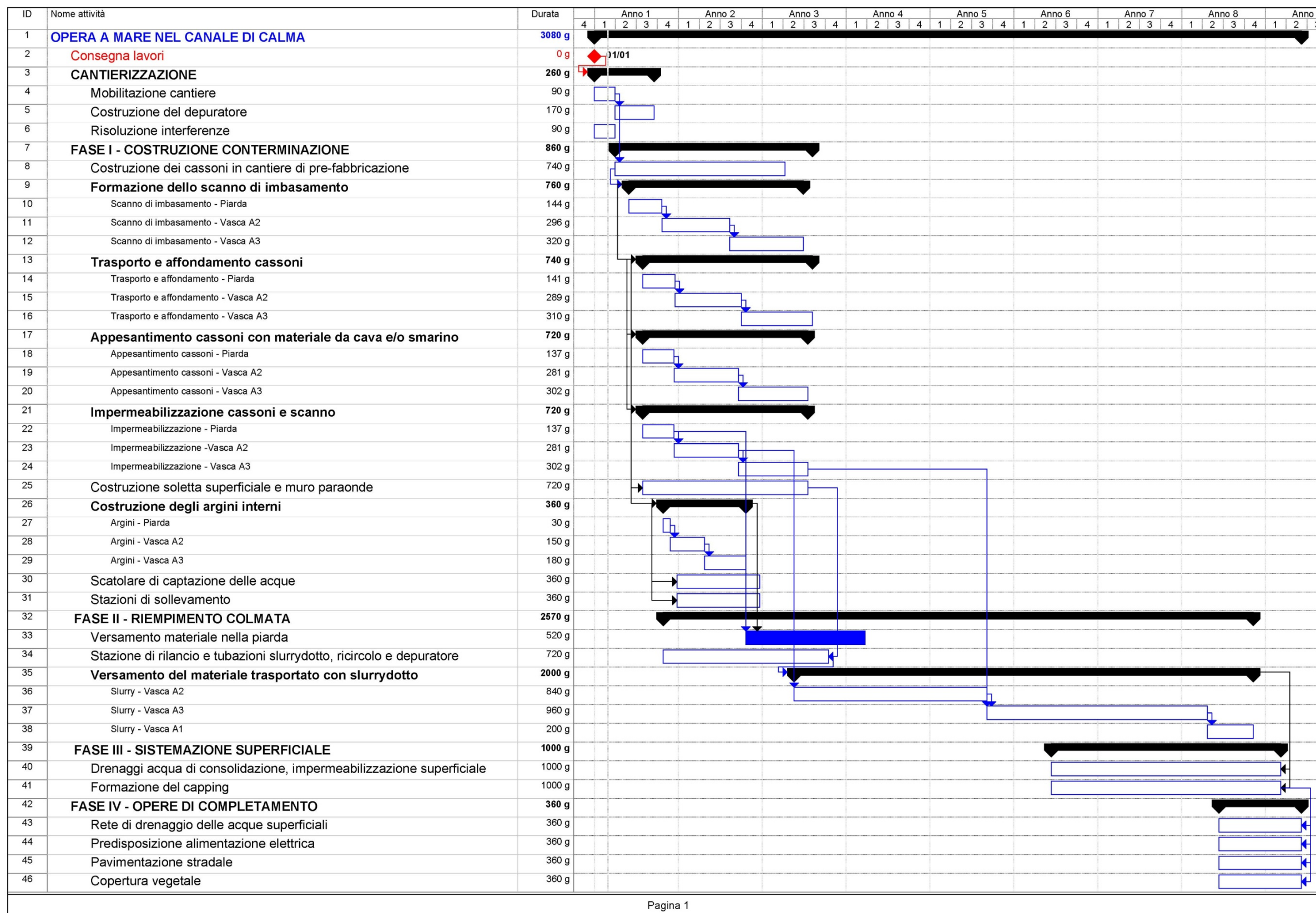
L'ultima porzione di esso sarà depositato all'interno dello spazio creatosi con lo scavo dei materiali inizialmente depositati nella piarda; l'acqua di esubero e di ricircolo sarà in questa fase captata dalla vasca W1, ricavata, in modo del tutto analogo alla W2, all'interno dell'area originariamente utilizzata come piarda.

FASE III – Finitura superficiale colmata – dal 2° Trimestre Anno 6 al 2° Trimestre Anno 9

Si inizierà, dopo il versamento di materiale non contenente amianto proveniente dallo scavo delle gallerie fino alla quota +0,30 m s.m.m. con la posa del pacchetto drenante superficiale (Figura 5-7, Figura 5-8) destinato alla captazione dell'acqua di consolidazione dell'opera, e dell'impermeabilizzazione superiore. Successivamente verrà posto in opera il capping, realizzato con le terre e rocce da scavo senza contenuto di amianto, provenienti in un primo tempo direttamente dalla piarda e successivamente dall'afflusso diretto del materiale di smarino. Il depuratore sarà lasciato attivo fino al completo smaltimento delle sovrappressioni interstiziali generate nella colmata dalla realizzazione del capping, dopodiché le tubazioni di uscita dal materasso drenante saranno sigillate ed il depuratore smantellato.

FASE IV – Opere di completamento – dal 2° Trimestre Anno 8 al 2° Trimestre Anno 9

In questa fase, sarà completata la rete di dreni superficiali (Figura 5-8), e si provvederà all'esecuzione delle finiture, ovvero alla pavimentazione delle strade ed alla posa della copertura vegetale (Figura 5-9, Figura 5-10). Sarà infine smobilitato il cantiere.



Pagina 1

Figura 5-2 Opera a mare nel Canale di Calma - Fasi di lavorazione

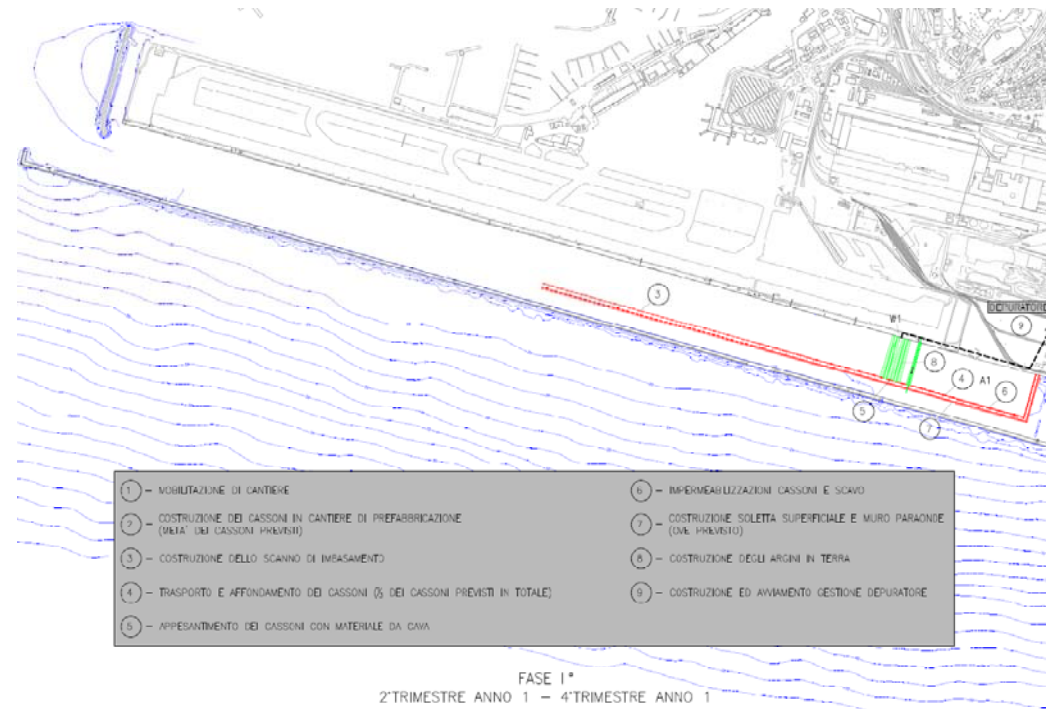


Figura 5-3 Fase I - 2° Trimestre Anno 1 – 4°Trimestre Anno1

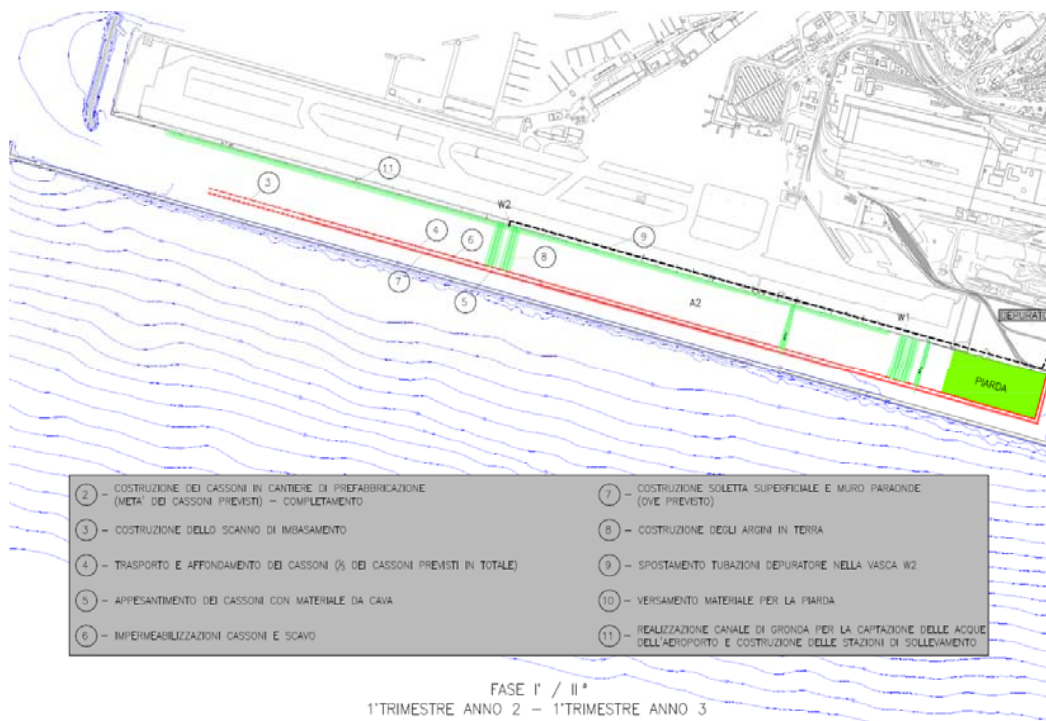


Figura 5-4 Fase I / Fase II - 1°Trimestre Anno 2 / 1°Trimestre Anno 3

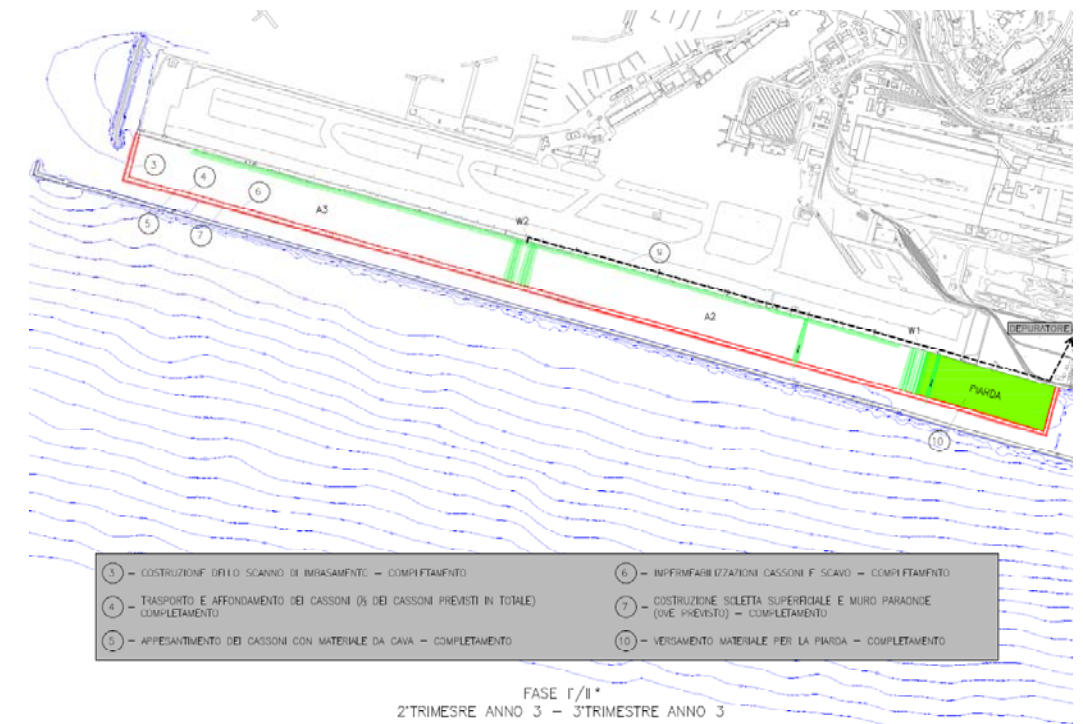


Figura 5-5 Fase I / Fase II - 2° Trimestre Anno 3 / 3° Trimestre Anno 3

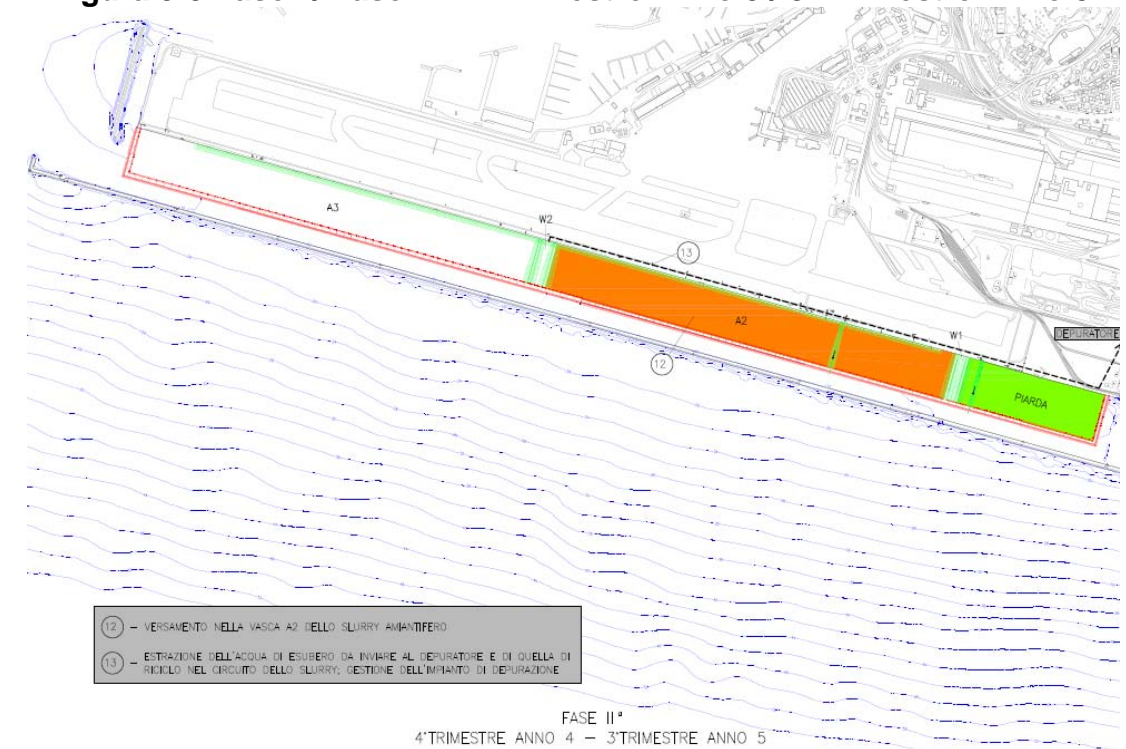


Figura 5-6 Fase II - 4°Trimestre Anno 4 / 3°Trimestre Anno 5

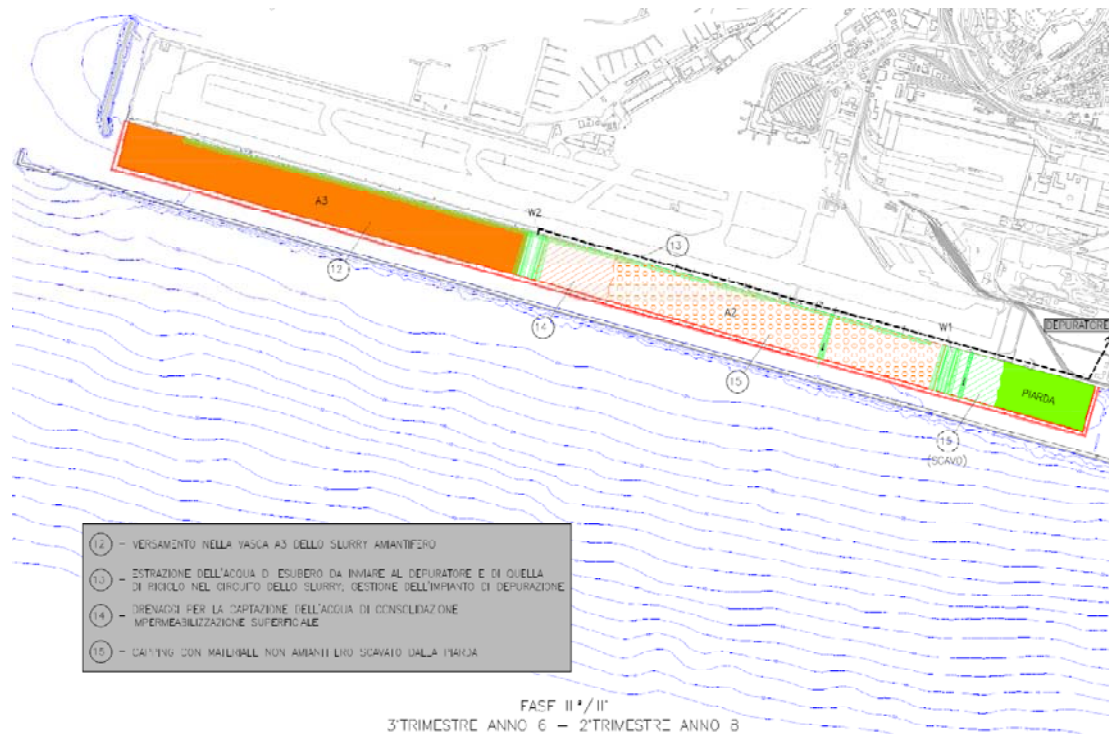


Figura 5-7 Fase II / Fase III - 3° Trimestre Anno 6 / 2° Trimestre Anno 8

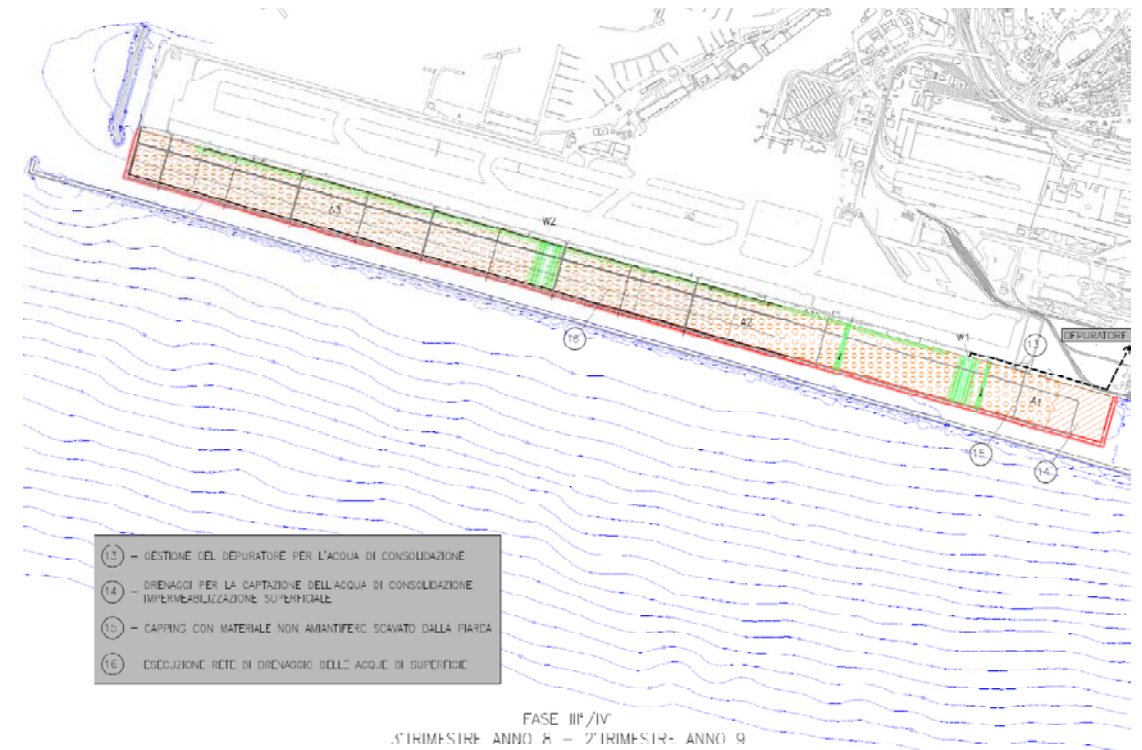


Figura 5-9 Fase IV – 2° Trimestre Anno 8 / 2° Trimestre Anno 9

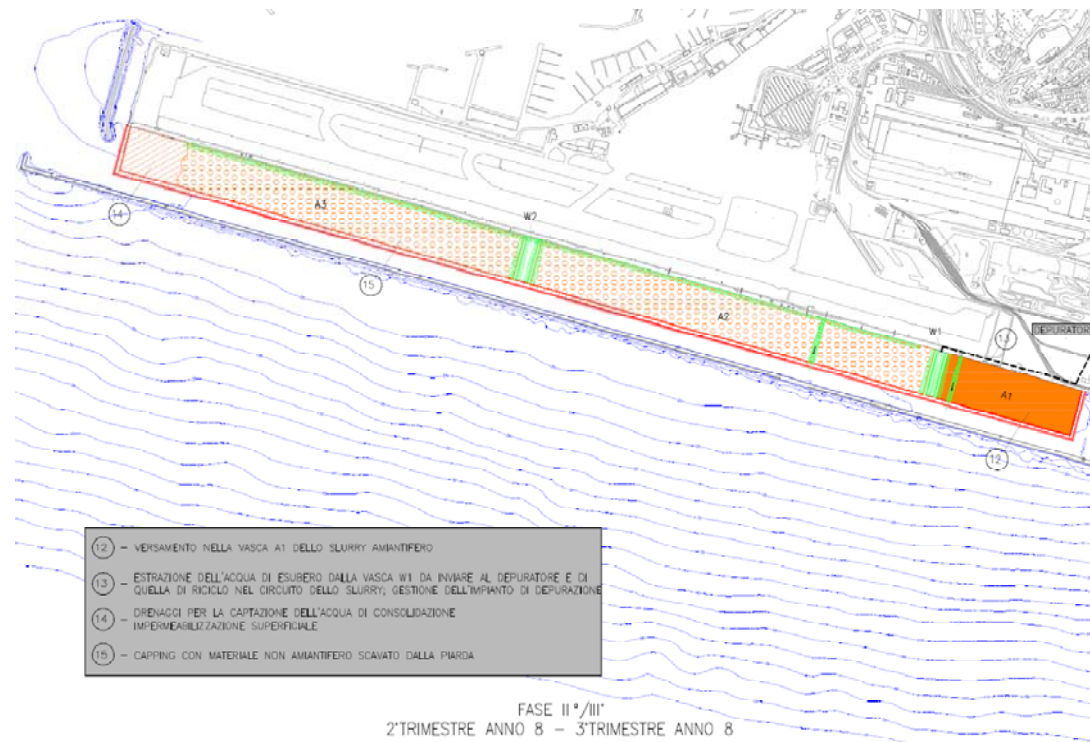


Figura 5-8 Fase III / Fase IV – 3° Trimestre Anno 8 / 1° Trimestre Anno 9

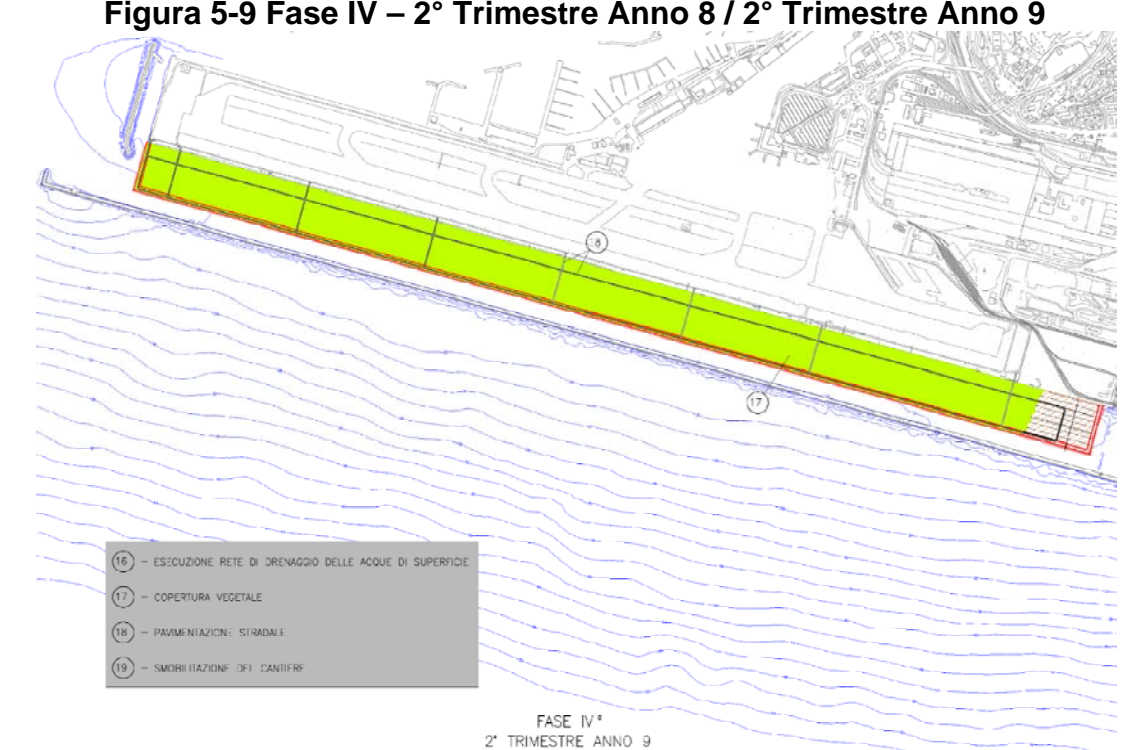


Figura 5-10 Fase IV – 2° Trimestre Anno 9

5.1.2 La realizzazione dello scanno di imbasamento

Per la realizzazione dello scanno di imbasamento sono previste le operazioni descritte nel seguito.

Approvvigionamento e scelta dei materiali lapidei per la formazione dello scanno

Saranno in quest'ambito prescelti, prima dell'inizio delle operazioni, i mezzi terrestri predisposti per il trasporto dei materiali all'interno della cava e quindi i mezzi marittimi necessari al trasporto dei materiali dalle cave. Si tratta, nel primo caso, degli autocarri e dumper interni alla cava e/o della stazione di travaso nel cantiere di Cornigliano, pertanto oggi non definibili con certezza, nel secondo caso delle bettoline per il trasporto del pietrame da Cornigliano al cantiere della colmata; esse sono in sostanza natanti a fondo apribile, di prevedibile lunghezza tra 30 e 60 m e portata da 150 t a 400 t, pescaggio a pieno carico tra 1,50 m e 3,00 m, semoventi. Si veda nella Figura 5-11 il percorso che seguiranno le bettoline, dal cantiere di Cornigliano, ove sarà disponibile una banchina per i mezzi marittimi, alla piarda interna alla colmata.

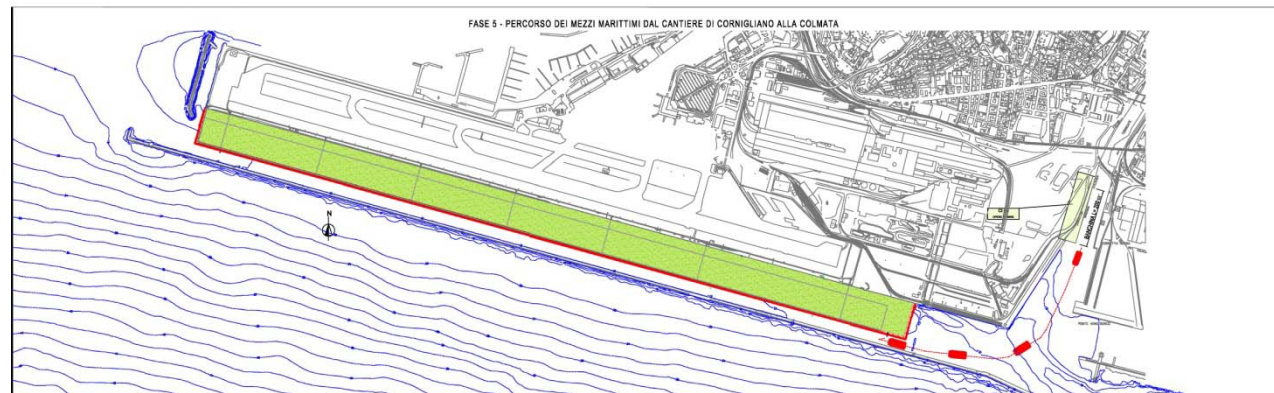


Figura 5-11 Percorso dei mezzi marittimi dal cantiere di Cornigliano alla piarda dell'opera a mare

Nella Figura 5-12 e Figura 5-13 si riportano rispettivamente un'immagine della bettolina tipo, ed una scheda che riporta le principali caratteristiche dimensionali e marittime. Il peso d'acciaio della bettolina è considerabile coincidente con il dislocamento a vuoto, ovvero circa 400 t.



Figura 5-12 Bettolina tipo utilizzata per il trasporto marittimo dei materiali lapidei – Immagine

| | | | |
|--------------------|------------------------------|------------------|--|
| NAVIGAZIONE | Nazionale locale a rimorchio | MOTORI AUSILIARI | No. 1 diesel, 40 HP per impianto oleo-dinamico, apertura portelloni tramogge |
| DIMENSIONI | 52.00 x 9.04 x 3.80 m | | |
| DISLOCAMENTO | 391 t | | |
| STAZZA LORDA | 374.78 t | | |
| CAPACITÀ TRAMOGGIA | 480 mc | | |

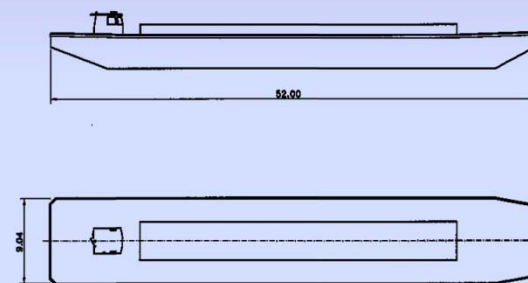


Figura 5-13 Bettolina tipo utilizzata per il trasporto marittimo dei materiali lapidei - Scheda tecnica

Esecuzione di rilievi di prima e seconda pianta

La rispondenza dell'opera ai disegni di progetto verrà controllata mediante il rilievo di profili relativi alle diverse fasi di esecuzione ed ai diversi strati costituenti le scogliere e gli scanni d'imbasamento dei cassoni.

Il rilievo comprenderà rilievi batimetrici ed ispezioni subacquee con esame particolare delle mantellate e degli elementi eventualmente rotti o danneggiati.

Il rilievo delle parti subacquee avverrà con ecoscandaglio, utilizzando:

- un sistema automatizzato di posizionamento, composto da una stazione laser ubicata in un punto di coordinate note o da un sistema DGPS, che trasmetta via radio all'imbarcazione d'appoggio i dati planimetrici via via determinati, e da un calcolatore posto sull'imbarcazione stessa, che riceva contemporaneamente dal laser la posizione planimetrica e dall'ecoscandaglio le misure di profondità, memorizzando una strisciata batimetrica digitale;
- un ecoscandaglio idrografico di precisione, montato sull'imbarcazione, con traduttore avente una frequenza di 150 ÷ 210 KHz e con emissione e ricezione separate;
- ove necessario, un sistema tipo "wave compensator" applicato al computer di bordo, per l'eliminazione dal rilievo di profondità dei disturbi dovuti ad onde per passaggio di altri natanti, vento, ecc.

I rilievi dovranno essere eseguiti in condizioni di mare calmo o quasi calmo.

Gli operatori delle stazioni laser o DGPS e quelli sul natante dovranno essere in contatto radio: il pilota del natante agirà sulla base delle indicazioni fornite dal sistema automatico e visualizzate sul video grafico dal calcolatore posto sul natante.

Per ogni giorno di esecuzione dei rilievi dovrà essere effettuata la taratura dell'ecoscandaglio mediante piastra posta sulla verticale del trasduttore a quote comprese tra i massimi ed i minimi dei valori di profondità da misurare, ubicando il natante in zona non distante da quella dei rilievi ed in ogni caso in condizioni simili di temperatura e salinità dell'acqua.

Una seconda taratura di controllo dovrà essere effettuata con l'inversione di marea.

I rilievi con ecoscandaglio devono essere ripetuti un certo numero di volte in modo da poter disporre di una quantità di dati sufficiente da elaborare con un programma di elaborazione dati ben definito, che garantisca la corretta restituzione dei profili.

Il rilievo della parte emersa e della mantellata avverrà mediante asta graduata movimentata da gru o mediante scandaglio con catena graduata, con battute superiori a 2,0 m ed in corrispondenza dei punti singolari. In entrambi i casi occorrerà munire lo strumento di un'apposita piastra di base o una sfera di peso opportuno, tale da permettere la verticalità anche in condizioni operative di correnti, e di dimensioni adeguate alla natura del materiale costituente lo strato da misurare.

Posa del geotessile sotto lo scanno di imbasamento dei cassoni

I teli, di lunghezza all'incirca di 12 m, dovranno essere di preferenza posti in senso trasversale alla dimensione maggiore dell'area da ricoprire, assicurando la continuità del rivestimento con sovrapposizione dei teli, nelle giunzioni, di almeno 1 m.

Il filtro sintetico sarà costituito da uno strato di geotessile da 400 gr/m² posto in opera a giunti sfalsati.

La posa in opera dei teli in geotessile dovrà essere effettuata da pontone, tramite l'utilizzo di squadre di sommozzatori dotate di barca d'appoggio, con tutti gli accorgimenti e le precauzioni atte ad evitare strappi e forature; sarà in particolare verificata la regolarità del pi-

ano di posa, che non dovrà presentare massi o strutture emergenti. I teli dovranno essere collocati facendoli aderire al terreno di appoggio senza pieghe o "bolle".

Per quanto riguarda il pontone, per questa operazione è prevedibile un pontone di dimensioni abbastanza ridotte; una possibile tipologia è indicata nella Figura 5-14 e Figura 5-15 che riportano rispettivamente un'immagine e le caratteristiche dimensionali-marittime del pontone.

Durante le operazioni di stesura, i teli dovranno essere tenuti in posizione con opportuni metodi di fissaggio a zavorramento. La posa dello zavorramento e quindi dei massi dovrà avvenire in tempi il più possibile ravvicinati onde evitare lo spostamento dei teli.

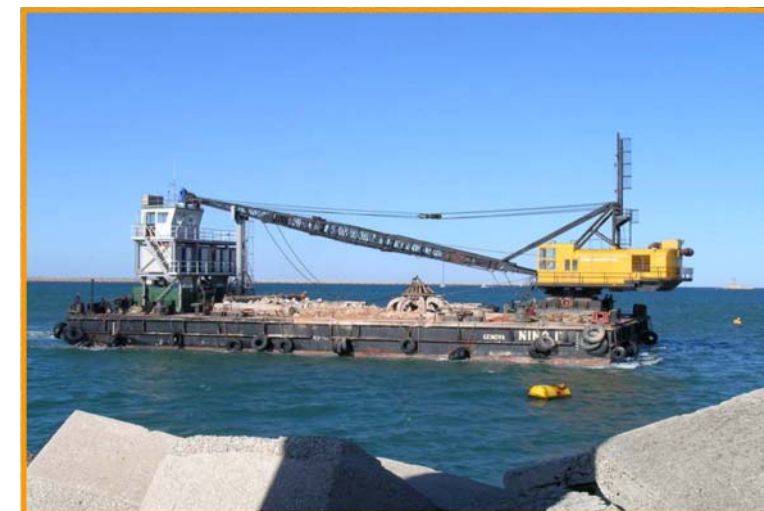


Figura 5-14 Pontone tipo utilizzato per le lavorazioni più leggere – Immagine

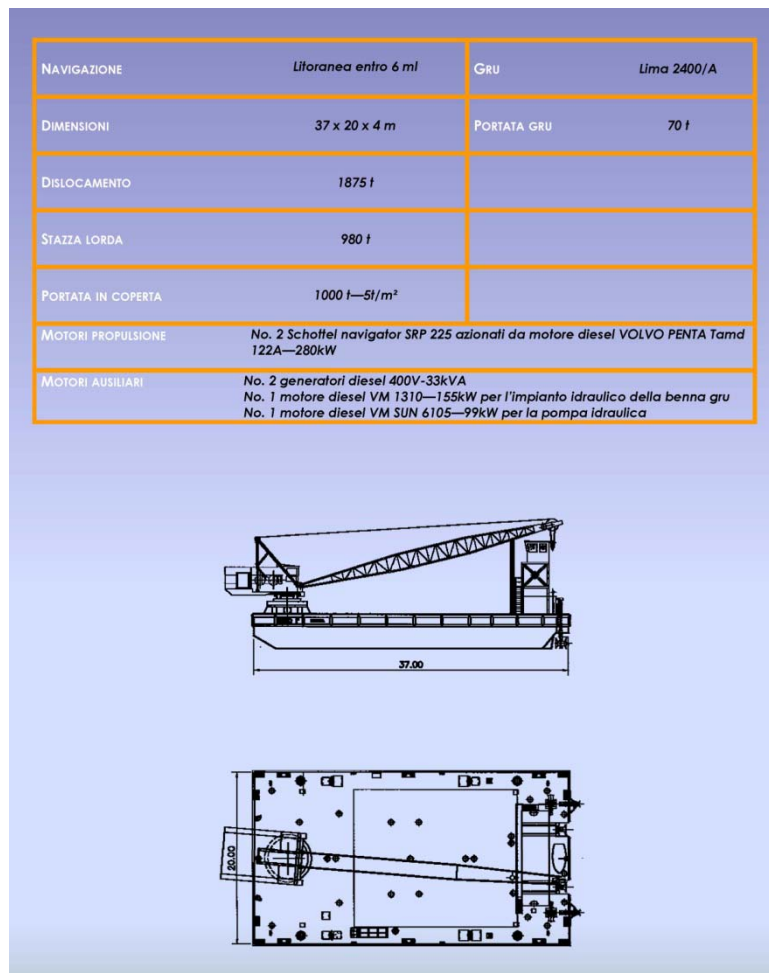


Figura 5-15 Pontone tipo utilizzato per le lavorazioni più leggere - Scheda tecnica

Posa dei massi a formazione dello scanno di imbasamento dei cassoni e della scogliera

L'operazione è illustrata schematicamente nella Figura 5-18.

Gli scanni d'imbasamento dei cassoni e le scogliere dovranno essere effettuati per tratti di lunghezza limitata, da stabilire in funzione della produzione giornaliera dello scavo e dei tempi di stesa dei massi. A titolo indicativo tale lunghezza deve essere dell'ordine di 20 m nel senso dell'avanzamento.

Il fronte d'avanzamento della quota dello scanno d'imbasamento e delle scogliere dovranno essere mediamente distanziati non più di 30 m nel periodo invernale, ridotti a 15 m in concomitanza di previsioni di mareggiata e incrementati a 50 m nel periodo estivo.

I massi saranno approvvigionati e posti in opera direttamente per via marittima; il versamento sarà effettuato direttamente dalla bettolina aprendone il fondo, oppure con grappo, manovrato da una gru montata su pontone.

La sagomatura del profilo sarà effettuata con gru montata su pontone. Un'immagine e le caratteristiche geometriche-marittime del pontone sono riportate nella Figura 5-16 e Figura 5-17.



Figura 5-16 Pontone tipo utilizzato per le lavorazioni più pesanti – Immagine

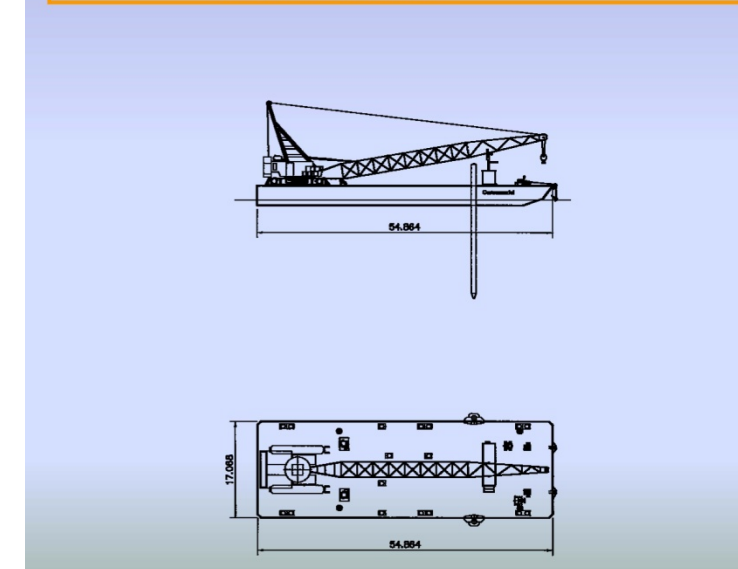
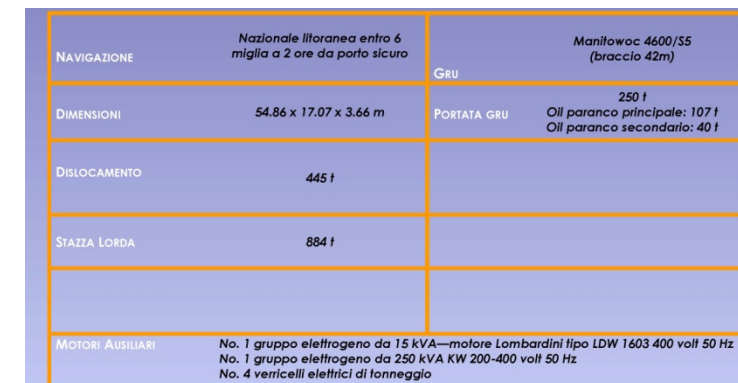


Figura 5-17 Pontone tipo utilizzato per le lavorazioni più pesanti - Scheda tecnica



Figura 5-18 Scanno di imbasamento dei cassoni - Modalità esecutive

Posa del pietrisco di regolarizzazione del piano di posa

Con lo stesso metodo, ma utilizzando il solo grappo (non cioè il versamento diretto dalla bettolina) sarà posto in opera il pietrisco di regolarizzazione del piano di posa dei cassoni. La lavorazione sarà verificata sia con l'utilizzo dell'ecoscandaglio, sia con l'ausilio di una squadra di sommozzatori, dotati della relativa barca d'appoggio.

Posa della sabbia lavata sulla parete interna dello scanno, funzionale alla posa del telo di impermeabilizzazione

Sempre tramite un grappo sarà effettuata la posa della sabbia lavata sulla parete interna dello scanno, funzionale alla posa del telo di impermeabilizzazione; la sua sagomatura e regolarizzazione saranno quindi effettuate tramite una gru montata su pontone, posto nell'area di cantiere, lato terra rispetto ai cassoni cellulari.

5.1.3 La posa in opera dei cassoni cellulari

Per cassoni come quelli in progetto, a galleggiamento stabile, il trasporto è previsto con il sistema del traino a mezzo di rimorchiatori (Figura 5-19). Un rimorchiatore tipo ed una tabella che riporta le sue caratteristiche geometriche-marittime sono riportati nella Figura 5-22 e Figura 5-23.

In sito, ogni cassone verrà affondato mediante graduale zavorramento delle celle con acqua di mare, fino a farlo adagiare nella posizione fissata in progetto sulla base dei rilievi.

E' opportuno che il riempimento delle celle interne del cassone avvenga per scomparti alternativamente simmetrici rispetto agli assi baricentrici, in modo tale da assicurare la stabilità del cassone in tutte le fasi dell'affondamento stesso, evitando inclinazioni e fuori piombo; in tale operazione è necessario limitare il battente fra celle adiacenti al valore massimo ammissibile pari ad 1 m: tale valore corrisponde alla massima spinta d'acqua sopportabile dai setti interni.

E' sempre previsto l'affondamento del cassone in condizioni di mare calmo; la sequenza della posa del cassone è illustrata nella Figura 5-21.

Per la posa del primo cassone sarà utilizzato un pontone di appoggio al fine di ancorare i tiri del cassone, oltre ad una serie di corpi morti posati sul fondo (Figura 5-20); dal secondo cassone in poi la posa sarà effettuata con l'ausilio di tiri ancorati ai cassoni già varati e a corpi morti posati sul fondo.



Figura 5-19 Trasporto in navigazione dei cassoni cellulari



Figura 5-20 Immagine relativa alla posa del primo cassone

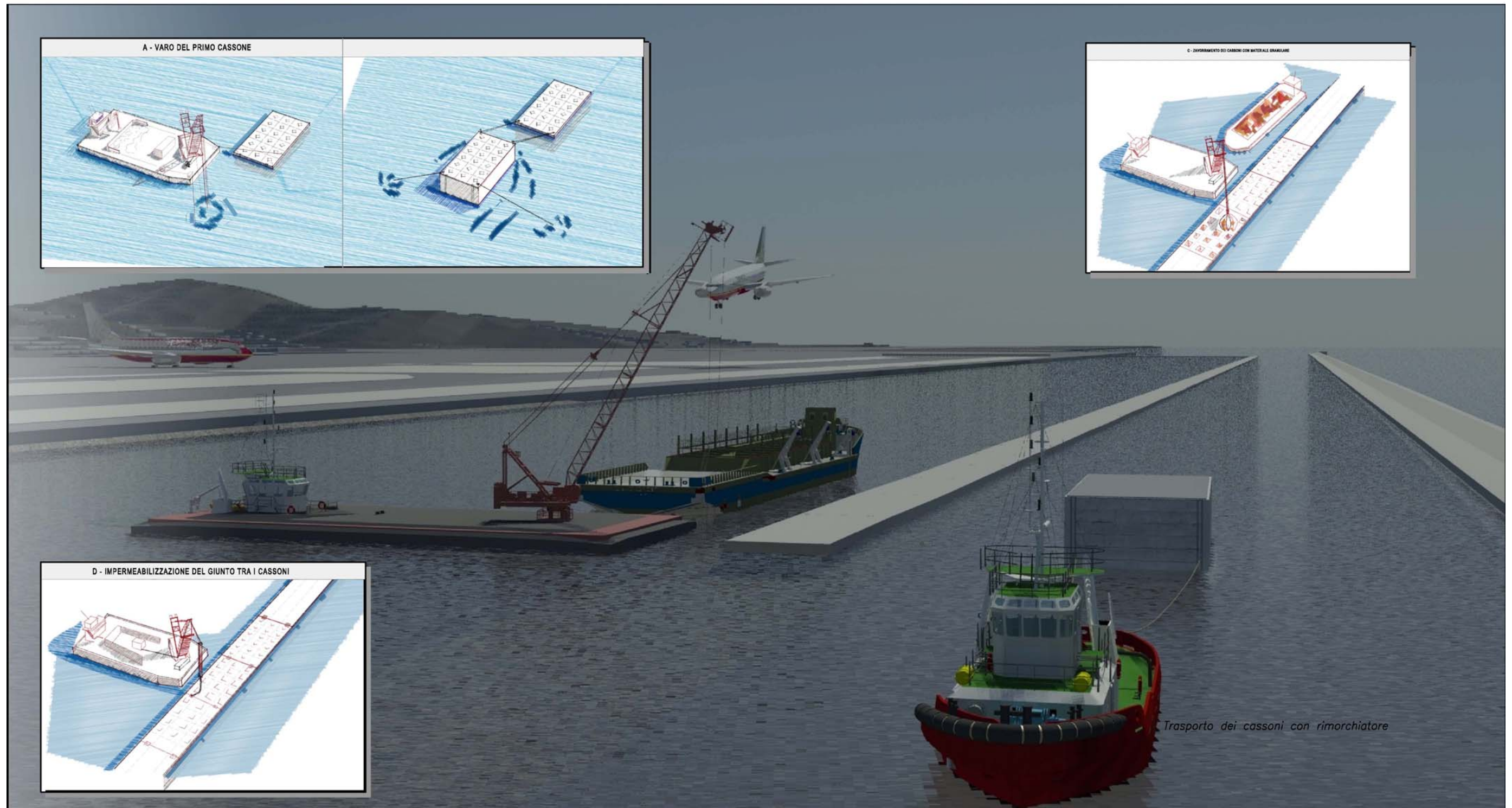


Figura 5-21 Affondamento dei cassoni - Sequenza della posa



Figura 5-22 Rimorchiatore utilizzato per il trasporto in navigazione dei cassoni - Immagine tipo

| | | | |
|--------------|---------------------|----------------------|--|
| NAVIGAZIONE | Nazionale litoranea | MOTORI (PROPULSIONE) | No. 2 diesel CAT 503 HP/cad |
| DIMENSIONI | 24 x 7.4 x 3.3 m | MOTORI AUSILIARI | No. 2 generatori da 50 KVA azionati da motori diesel |
| DISLOCAMENTO | 161 t | | |
| STAZZA LORDA | 137.641 | | |
| TRAIINO | 121 | | |

Figura 5-23 Rimorchiatore utilizzato per il trasporto in navigazione dei cassoni - Scheda tecnica

Sugli stessi cassoni saranno montate le pompe per lo zavorramento ad acqua di mare. Successivamente allo zavorramento con acqua si provvederà al riempimento delle celle con il materiale granulare previsto in progetto. Il riempimento delle celle deve generalmente avvenire per strati non più alti di 2 m e per scomparti alternativamente simmetrici rispetto agli assi baricentrici, così da non provocare squilibri nel cassone rispetto al suo posizionamento originario. Per lo zavorramento sarà utilizzato un grappo, montato su pontone, che preleverà il materiale granulare da una bettolina, ancorata in prossimità del cassone. Il pontone e la bettolina da utilizzare sono già stati presentati alla Figura 5-16, Figura 5-17, Figura 5-12, Figura 5-13 rispettivamente.

5.1.4 La realizzazione del sistema di impermeabilizzazione

Negli interstizi risultanti tra cassoni contigui vanno collocati, nelle apposite “chiavi” predisposte sulle pareti delle fiancate dei cassoni stessi, “calze” di geotessuto riempite con calcestruzzo cementizio plastico (giunti impermeabili). Le calze saranno calate all’interno delle chiavi da due pontoni dotati di gru, uno posto lato mare ed uno lato terra rispetto al cassone cellulare; il pontone è indicativamente quello illustrato alla Figura 5-16 e Figura 5-17; l’attrezzo di posa consiste di una punta, di diametro minimo 140 mm circa dotata anche di un sistema di circolazione d’acqua, al fine di aiutare la “distensione” della calza di geotessuto all’interno del cavo; dagli stessi pontoni, ed utilizzando la stessa punta, od una consimile, si procederà quindi al getto della miscela acqua-cemento-bentonite; poiché la distensione della calza avverrà tramite la pressione idrostatica esercitata dalla miscela, è previsto che il getto della miscela sia effettuato fino ad almeno 50 cm al di sopra della quota di impermeabilizzazione; a miscela indurita si procederà quindi a “scapitozzare” la parte delle calze eccedente la quota superiore dei cassoni.

5.1.5 La realizzazione della vasca di rilancio delle acque

Per la formazione degli argini si utilizzeranno i materiali non amiantiferi provenienti dall’escavo delle gallerie, essi potranno derivare sia dallo scavo in tradizionale che dallo scavo con TBM; in questo secondo caso, dovendo essere asciutto, verrà prelevato dalla piarda e versato in una bettolina che si ormeggerà nelle vicinanze del punto di costruzione dell’argine. Si prevede che la prima parte della formazione dell’argine venga effettuata tramite gru munita di grappo, posizionata su pontone, che preleverà il materiale dalla bettolina. La parte emersa dell’argine sarà invece formata da terra mediante una terna o pala gommata (vedi Figura 5-24 e Figura 5-25) che provvederà al versamento, allo spianamento alla compattazione e profilatura dell’argine, lavorando in avanzamento. Il trasporto del materiale avverrà tramite dumper di capacità medio-alta (>20 m³) (Figura 5-26). Completato l’argine saranno eseguiti gli scavi funzionali alla posa delle tubazioni e dei pozzetti. La compattazione avverrà attraverso un normale compattatore a rulli del tipo indicato alla Figura 5-27.



| Modello | Motore | Potenza Kw/hp | Peso max kg | Ruote motrici-sterzanti | Trasmissione | Comandi | Max profondità scavo mm |
|---------|-----------|---------------|-------------|-------------------------|--------------|--------------|-------------------------|
| 432E | 3054C DIT | 67/91 | 9050 | 4 x 2 | Auto-shift | servocomandi | 4965-5954 |

Figura 5-24 Terna per le lavorazioni a terra - Immagine e scheda tecnica



| Modello | Motore | Potenza (kW/hp) | Peso kg | Gamma Benne m³ |
|---------|-----------|-----------------|---------|----------------|
| 988H | C18 ACERT | 354/481 | 51000 | 7 - 8 |

Figura 5-25 Pala gommata per le lavorazioni a terra - Immagine e scheda tecnica



| Modello | Motore | Potenza kW/hp | Capacità t | Velocità km/h |
|---------|-----------|---------------|------------|---------------|
| 772 | C18 ACERT | 399/535 | 45-48 | 80 |

Figura 5-26 Dumper per le lavorazioni a terra - Immagine e scheda tecnica



| Modello | Motore | Potenza Kw/hp | Peso operativo kg | Capacità lama m³ |
|---------|-----------|---------------|-------------------|------------------|
| 826H | C15 ACERT | 299/407 | 37 000 | 13,0-16,7 |

Figura 5-27 Compattatore per le lavorazioni a terra - Immagine e scheda tecnica

5.1.6 La posa del materiale all'interno della colmata

Come anticipato in premessa, lo smarino derivante dallo scavo meccanizzato con TBM verrà trasportato a dimora in forma di slurry, contenenti una parte di materiale solido e cinque parti di acqua di mare. Si veda nella Figura 5-28 uno schema del sistema di posa.

La composizione e le caratteristiche dello slurry ed il metodo per il suo trasporto sono stati estesamente studiati nel corso del progetto ed i principali risultati sono riportati in due rapporti di cui uno, redatto dal Politecnico di Torino nel corso del 2011, descrive le prove di condizionamento dei terreni principali attraversati dalle gallerie in ovest Polcevera (MAM-C-AMBX-SUO-002), approfondendo la metodica applicata per la galleria "Santa Lucia"⁷, mentre il secondo⁸ descrive il sistema di produzione, immagazzinamento e stoccaggio dello smarino, oltre al sistema di trasporto tramite slurry-dotto fino al recapito in zona Cornigliano, da cui lo slurry sarà prelevato per essere messo a dimora nell'opera a mare.

Nel presente capitolo sono ricordate le caratteristiche principali della composizione dello smarino ed il metodo di trasporto, i problemi connessi alla presenza delle fibre di amianto e le problematiche connesse con i sistemi di contenimento della torbidità nell'opera stessa.

5.1.6.1 La miscela sedimenti-acqua da versare (slurry)

Il sistema di convogliamento dello smarino, lo slurry-dotto, dovrà recapitare all'opera a mare un volume di 7000 m³/g, valutato in banco, di smarino proveniente dalle gallerie realizzate con scavo meccanizzato.

La produzione si realizzerà in un periodo giornaliero di 16 ore e, quindi il volume orario che dovrà essere convogliato sarà pari a 437,5 m³/h.

Le principali caratteristiche geomeccaniche delle formazioni scavate con TBM sono dettagliatamente riportati nello studio [8] già citato. Nello stesso studio sono riportati anche i parametri di calcolo utilizzati per il pre-dimensionamento del sistema di slurry e per la roccia intatta è stato valutato un valore dell'unità di volume pari a 26,97 kN/m³.

Partendo dal valore della roccia intatta, la valutazione del valore dei parametri da utilizzare per il materiale di smarino è stata fatta, per via della frantumazione, considerando il materiale come una ghiaia per calcestruzzi: il peso specifico è stato assunto pari a $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, l'angolo di attrito $\phi = 31^\circ$ e il coefficiente di spinta a riposo $K_0 = 0,52$.

Il materiale proveniente da scavo TBM avrà una pezzatura massima di 0,30 m. La pezzatura superiore a 0,20 m sarà ridotta tramite frantumazione con ganasce meccaniche (circa il 5%) mentre la distribuzione del fuso granulometrico di riferimento, desunto da [1] e da altra bibliografia, può essere riassunta come in Figura 5-29 e Figura 5-30.

È previsto che la percentuale di materiale con granulometria inferiore a 1 mm possa essere dell'ordine del 10-15%.

Per il convogliamento dello smarino all'opera a mare è stato scelto di mescolarlo con acqua di mare, in modo che possa essere convogliato via apposita tubazione. Il circuito di slurry fino al deposito di Cornigliano avrà le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza del circuito, singolo tratto in mandata e in ritorno: 8.500 m;

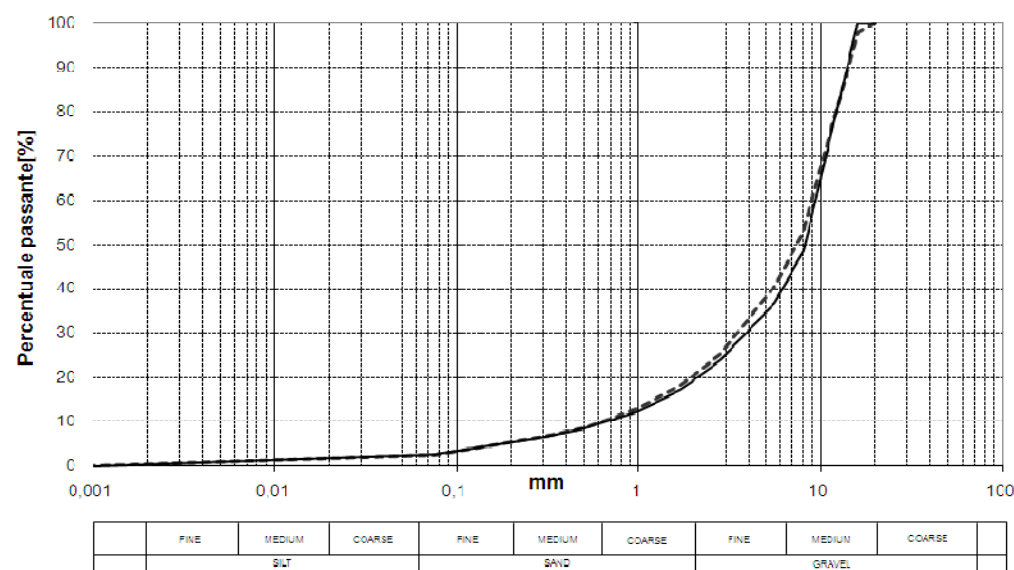
- Lunghezza apparente del circuito, legata alle perdite di carico, che in fase di pre-dimensionamento non possono essere valutate ma vengono stimate, come riscontrato in altri circuiti pari a 150 m ogni 1,5 km di condotta: 9.350 m;
- Peso specifico dell'acqua di mare: 1.030 kg/m³
- Viscosità dell'acqua di mare: 1,15 cP
- Peso specifico della roccia in posto: 2.697 kg/m³
- Peso specifico dello smarino: 1.800 kg/m³
- Il peso specifico della torbida che si genera a seguito della miscelazione tra smarino e acqua viene calcolata valutando un rapporto di fluidificazione "r" pari a 5 e risulta 1.308 kg/m³; il valore di densità pari a 1.300 kg/m³ è stato indicato come ottimale per le miscele di torbida dall'esperienza Herrenchnekt AG.
- La portata del circuito, essendo legata alla produttività massima giornaliera della fase di escavazione è valutata in 7.000 m³/giorno ed ipotizzando il funzionamento dell'impianto in 16 ore giornaliere si evince la necessità di trasporto di smarino pari a 437,5 m³/h. Dal valore di densità miscelando il materiale con 5 parti di acqua, per ottenere la fluidificazione del materiale per il trasporto dello stesso tramite pompaggio evitando i rischi di bloccaggio del sistema, si ricava il valore di portata di calcolo pari a 2.625 m³/h.

⁷ Politecnico di Torino, TUSC – Centro per le Gallerie e lo Spazio Sotterraneo: Contratto di ricerca n° 436/2010, "Prove comparative di condizionamento dei terreni attraversati dalla galleria "Santa Lucia" per l'applicazione dello scavo meccanizzato di gallerie con tecnologia EPB – Rapporto Finale" – Luglio 2010

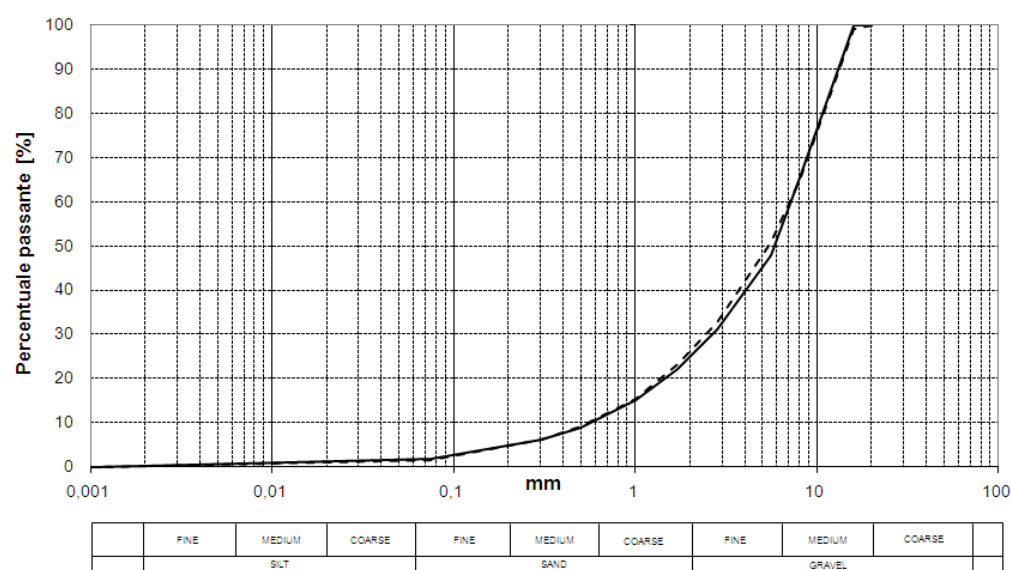
⁸ SPEA – Ufficio Scavi meccanizzati: "Gronda di Genova – Sistema di smarino, Relazione tecnica di predimensionamento", 23 settembre 2010



Figura 5-28 Versamento dello slurry all'interno della colmata - Schema del versamento



Curva granulometrica della formazione dei calcescisti



Curva granulometrica della formazione dei argilloscisti

Figura 5-29 Fusi granulometrici di riferimento probabili dello smarino da escavo meccanico con TBM

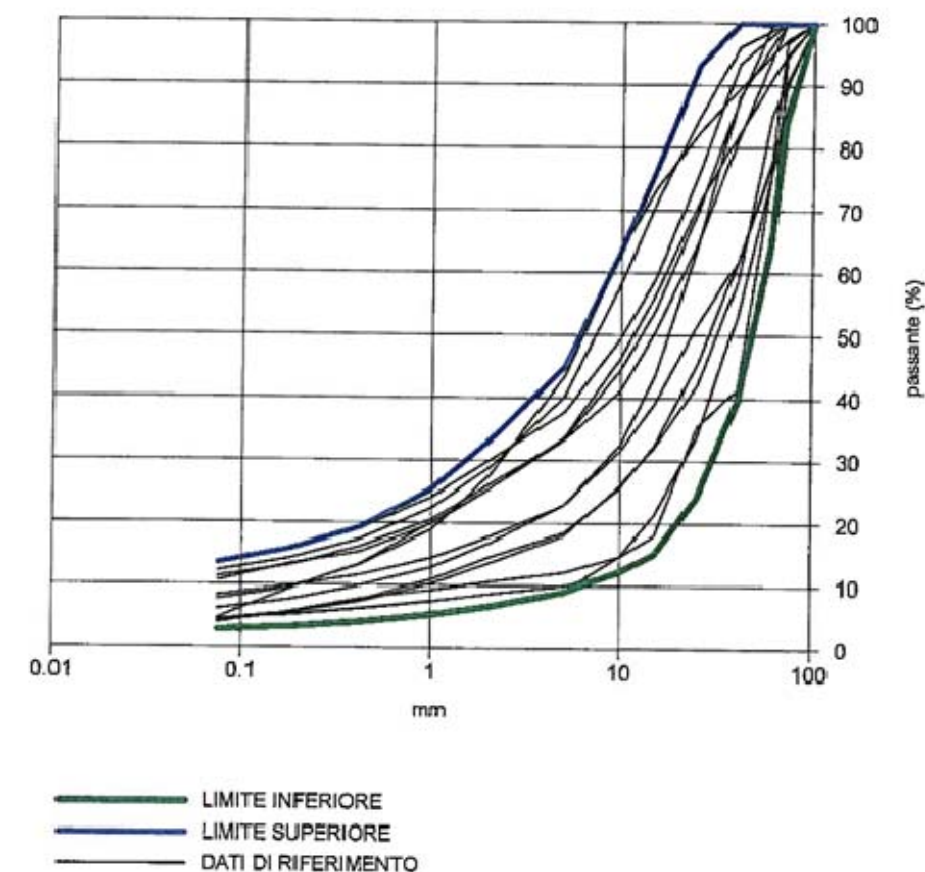


Figura 5-30 Fusi granulometrici di riferimento probabili dello smarino da escavo meccanico con TBM

Al fine di garantire il regolare flusso dello slurry, si sono previste tubazioni con diametro di 450 mm che garantisce una velocità del fluido in mandata di 3,82 m/s che, sempre sulla base dell'esperienza Herrenknecht AG, è superiore della velocità limite di sedimentazione valutata in 3,1 m/s e 4 pompe WARMAN 16/14 TU-AH specifiche per slurry.

Una volta recapitato all'area di cantiere di Cornigliano, lo slurry sarà convogliato con uguale sistema all'opera a mare. Per questo circuito di slurry secondario sono stati adottati esattamente gli stessi parametri dimensionanti del circuito principale, quindi tubazioni da 450 mm e 2 pompe WARMAN come quelle sopra ricordate.

Si sottolinea che lo sviluppo del circuito di slurry secondario avrà una lunghezza variabile in funzione del luogo di posa a dimora dello slurry stesso, ma con una lunghezza massima di circa 4800 m.

Il ciclo di produzione e trasporto del materiale di escavo completamente isolato dall'ambiente esterno consente di evitare l'immissione in aria delle fibre di amianto.

5.1.6.2 Le potenziali fibre libere di amianto

Senza entrare nel dettaglio delle formazioni geologiche che verranno incontrate nel corso delle operazioni di scavo e delle potenziali vene di asbesto che in esse potranno essere contenute, oggetto di particolari ed approfonditi studi specifici nel corso del presente pro-

getto, è importante ricordare che le potenziali fibre di amianto contenute nelle terre di scavo possono essere convogliate alla colmata sostanzialmente in due forme:

- incluse nelle frazioni rocciose;
- in forma di fibre libere, come risultato dell'attività di scavo e riduzione delle frazioni trasportate.

Sono le seconde quelle a cui bisogna porre la massima attenzione, in quanto potenzialmente atte a liberarsi in aria e costituire quindi un pericolo per la salute pubblica (le fibre libere di amianto, come è ben noto, hanno una lunghezza di pochi μm ed uno spessore di pochi decimi di μm).

A titolo precauzionale, è stato quindi ritenuto che la quantità di fibre libere di amianto possa essere rilevante e che sia quindi necessario identificare ed adottare un metodo di posa che minimizzi i rischi dovuti alla loro presenza nelle acque del bacino di recapito.

In particolare si ritiene debba essere minimizzata la probabilità che le fibre entrino in contatto con la superficie libera e, quindi, siano liberate in atmosfera.

5.1.6.3 Il metodo di posa

Sulla base di quanto sopra ricordato, uno dei principali problemi che ci si è posti è stato quello di individuare il metodo più idoneo alla posa in opera dello slurry al fine di minimizzare il rischio di dispersione delle fibre in acqua e, quindi, potenzialmente, in atmosfera.

Il sistema di posa sarà quindi confinato a minima turbolenza, in modo da consentire un deposito del materiale con velocità molto ridotta e, quindi, con turbolenza indotta dal getto estremamente contenuta.

Dalla letteratura disponibile risulta che sistemi di posa con queste caratteristiche sono già stati applicati per far fronte a problemi di altra natura (ridurre la possibilità di turbolenza nella posa di sedimenti con alto contenuto di idrocarburi). In questi casi si utilizzano diffusori speciali, i cosiddetti "tremie-diffusers" che, studiati appositamente in funzione della tipologia di sedimenti da gestire e delle caratteristiche delle sostanze di cui evitare la dispersione nella colonna d'acqua, consentono di minimizzare i rischi connessi a queste operazioni.

In linea generale la velocità di recapito dello slurry a dimora in acqua dovrà essere contenuta in velocità massime non superiori a 25-30 cm/s, preferibilmente con velocità di posa prossime a 10 cm/s.

Il diffusore dovrà essere movimentato in "contro-corrente", cioè con velocità uguale e direzione opposta al flusso di posa in modo che la miscela venga depositata sul fondo con la minore turbolenza sia dello slurry che del materiale sul fondo.

5.1.6.4 Il contenimento della torbidità

Sempre in linea generale, è da supporre che la posa del materiale possa produrre la diffusione di particelle solide nel serbatoio costituito dalla conterminazione dell'opera a mare, con generazione di torbidità all'interno, la cui diffusione potrebbe risultare non compatibile con il sistema di pompe per il ricircolo dell'acqua verso il circuito di slurry e l'alimentazione del sistema di depurazione per le acque di esubero.

Sono stati quindi previsti opportuni dispositivi costituiti da panne galleggianti o altri setti di contenimento, in modo da delimitare il bacino dove avvengono le operazioni di messa a dimora dello slurry e favorire quindi la sedimentazione prima del recapito delle acque alla cella di gestione delle stesse.

A titolo di esempio si riportano nelle seguenti figure i risultati preliminari di alcune prove parametriche di dispersione nel bacino di posa, considerando 2 setti di panne galleggianti

a grembiule della lunghezza di 8 metri, disposti ad una distanza di 550 e 1.100 m dalla sorgente di torbidità, e simulando rispettivamente il rilascio di sabbia fine (Figura 5-31), argille (Figura 5-32) e peliti, queste ultime assimilabili per dimensione, alle fibre di amianto (Figura 5-33). Si può osservare come nel caso delle peliti si crei una risalita di particelle verso la superficie. L'effetto si riduce adottando panne con "grempiuli" più corti (Figura 5-34).

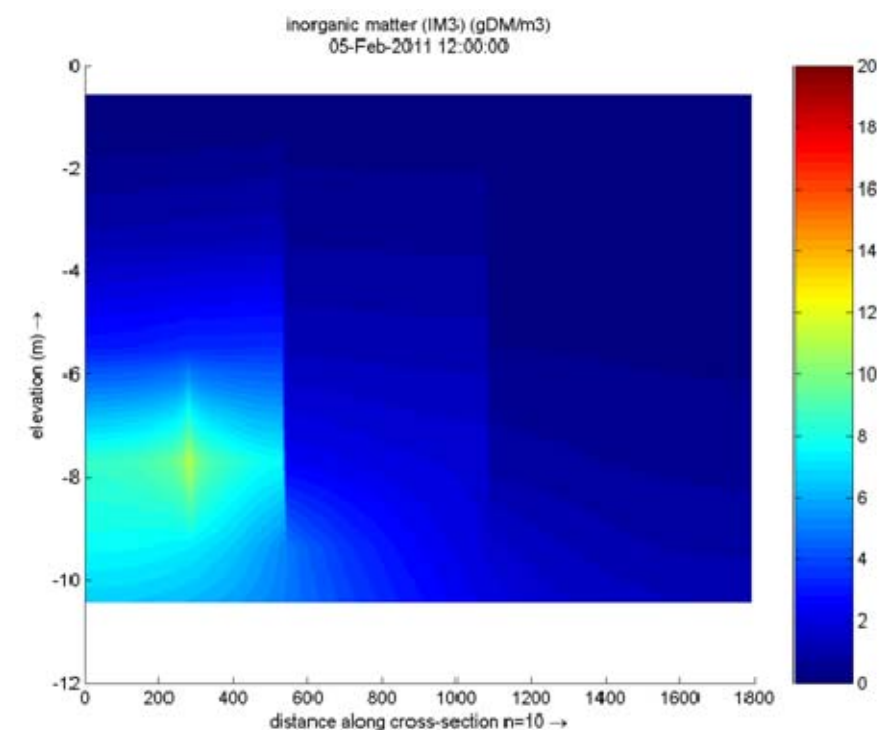


Figura 5-31 Distribuzione di sabbia fine in sospensione in presenza di 2 setti di panne galleggianti (lunghezza 8 m)

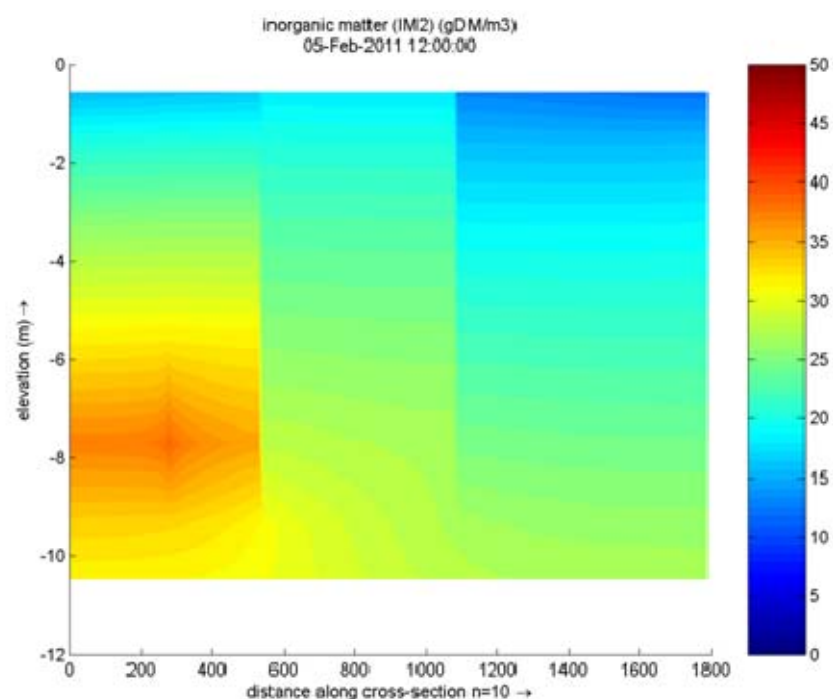


Figura 5-32 Distribuzione di argilla in sospensione in presenza di 2 setti di panne galleggianti (lunghezza 8 m)

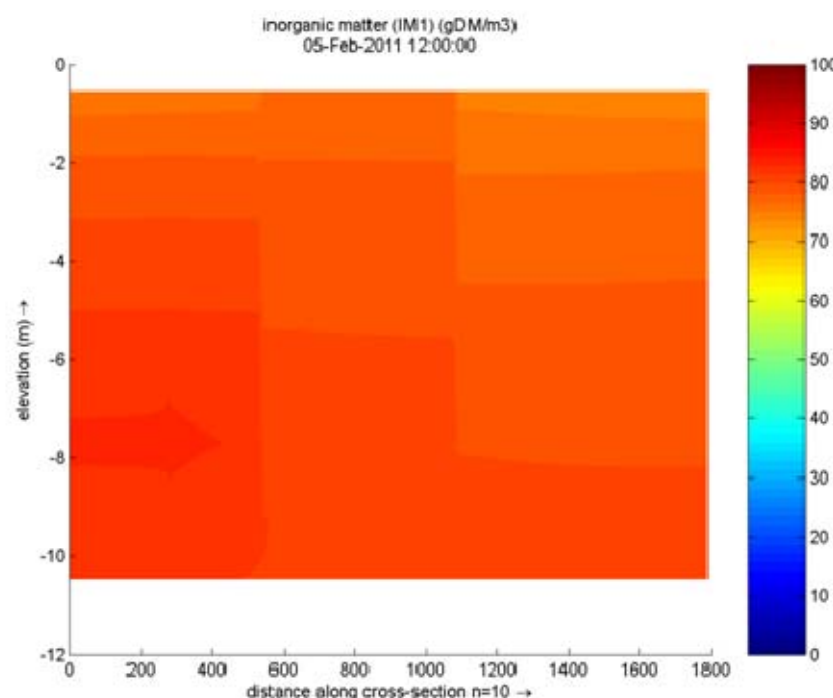


Figura 5-33 Distribuzione di potenziali fibre, assimilate a peliti, in sospensione in presenza di 2 setti di panne galleggianti (lunghezza 8 m)

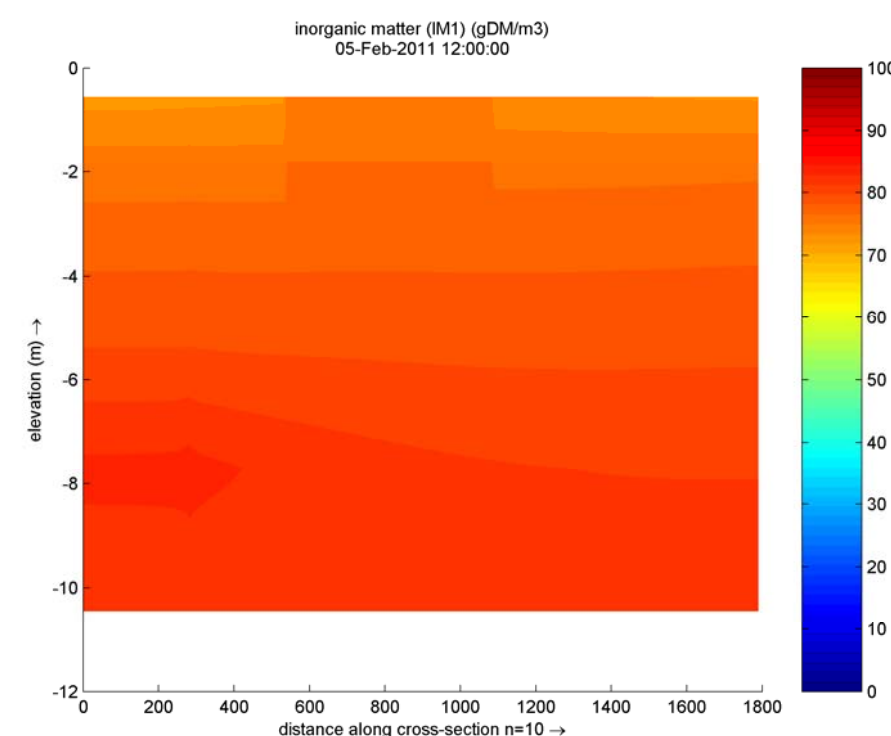


Figura 5-34 Distribuzione di potenziali fibre, assimilate a peliti, in sospensione in presenza di 2 setti di panne galleggianti (lunghezza 3 m)

5.1.7 La realizzazione dello strato di copertura e del sistema di drenaggio

Come descritto in precedenza, la realizzazione della copertura prevede la stesa di una pacchetto di copertura impermeabile sopra il materiale amiantifero (con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs 152/06) e successivamente la posa di uno strato di materiale pulito e del sistema di drenaggio.

Date le dimensioni delle superfici interessate da tale copertura, la posa del pacchetto di copertura prevede fasi ben definite e nel seguito illustrate. In primo luogo è necessario il posizionamento all'interno della prima vasca di intervento di una piattaforma galleggiante modulare di adeguate dimensioni necessaria per consentire la stesa dei singoli rotoli costituenti il pacchetto di capping. La suddetta piattaforma mobile, in linea di massima in materiale plastico, dovrà avere una adeguata capacità di galleggiamento (compatibile con 1.00 m di tirante idrico disponibile) in modo da consentire l'esecuzione delle lavorazioni in sicurezza e nel contempo permettere un suo trasporto ed assemblaggio all'interno della vasca di colmata stessa. Le fasi di posa prevedono (cfr. Figura 5-35, Figura 5-36 e Figura 5-37):

- ancoraggio del pacchetto di capping lungo l'argine di partenza della stesa: in seguito i materiali verranno tutti stesi secondo la direzione di movimento della piattaforma (lato longitudinale) ad eccezione della geomembrana che verrà stesa e saldata per strisce trasversali lunghe circa 180 m;
- termosaldatura, mediante sistema a cuneo caldo a doppio cordone di saldatura, da effettuarsi lungo tutto lo sviluppo delle sovrapposizioni della geomembrana in modo da garantire la perfetta tenuta idraulica del giunto con una resistenza a trazione della giunzione saldata pari ad almeno il 75% di quella caratteristica della geomembrana;
- avanzamento della piattaforma e quindi srotolamento delle bobine di geotessile. Il pacchetto di copertura già accoppiato e non più supportato dalla piattaforma galleggiante

rimarrà in galleggiamento a tergo della piattaforma stessa. L'affondamento avverrà mediante il pompaggio di acqua pulita prelevata da mare attraverso sistema di pompaggio di cantiere;

- ancoraggio definitivo del pacchetto di copertura sulla sommità dell'argine all'estremità opposta mediante rinterro definitivo di cunette precedentemente scavate con idoneo materiale granulare.

Man mano che il pacchetto viene affondato fino alla quota -1.00 m s.m.m. si potrà procedere con il conferimento del materiale granulare di riporto fino alla quota prevista (+1.75 m s.m.m.), mediante pale o terne per la parte emersa. In concomitanza con la posa del materiale, saranno posate le canalette ed i pozzetti per il drenaggio delle acque superficiali, con l'ausilio di una terna.



Figura 5-37 Fasi di pompaggio dell'acqua per l'affondamento del capping

Le caratteristiche di una pala e di una terna sono riportate Figura 5-24 e Figura 5-25. Si veda, nella Figura 5-38 uno schema della formazione del capping superiore.



Figura 5-35 Piattaforma galleggiante modulare



Figura 5-36 Fasi iniziali di stesa

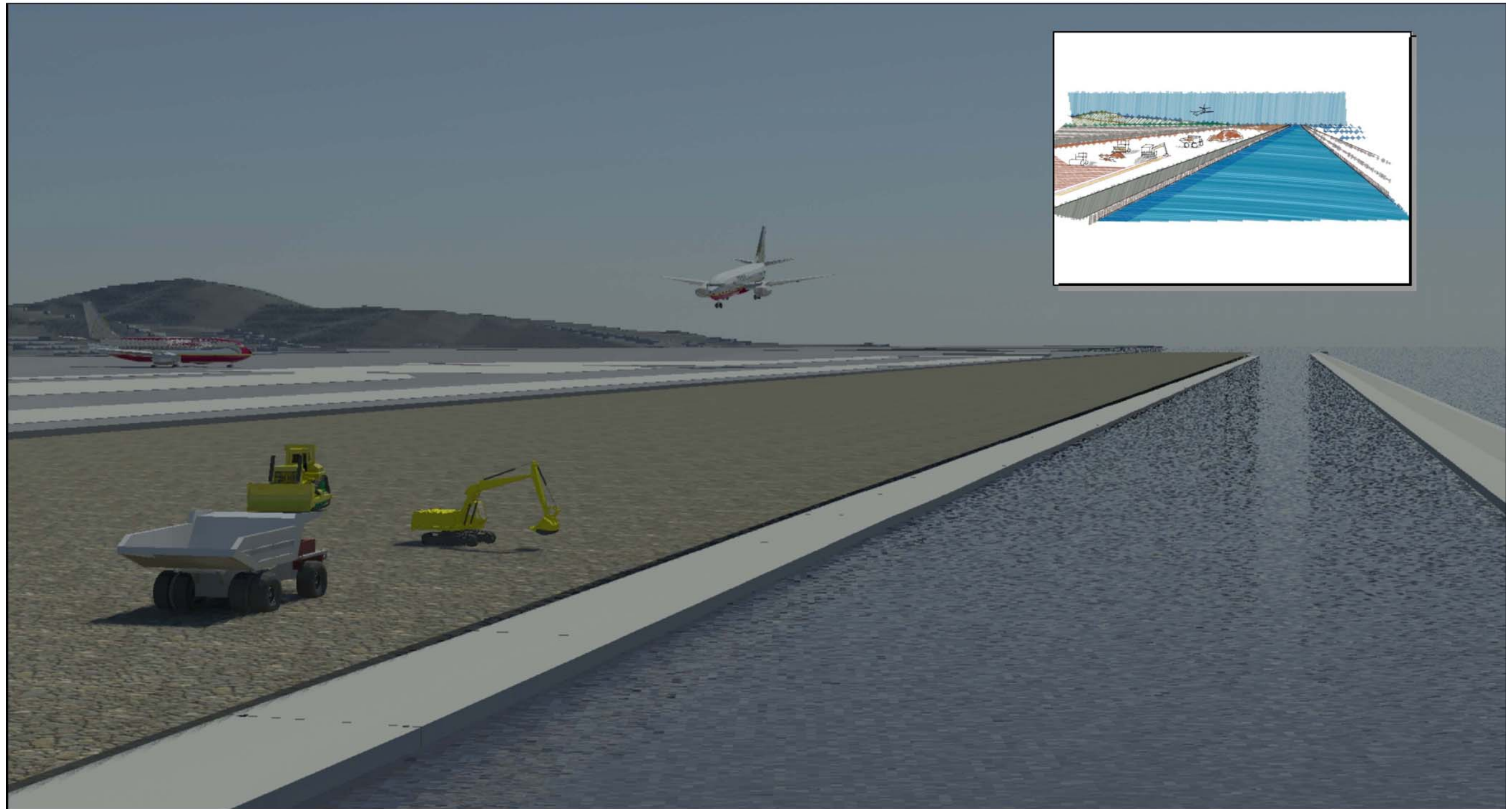


Figura 5-38 Formazione del capping - Schema grafico

5.1.8 La risoluzione delle interferenze

Gli scatolari necessari per garantire lo scarico del Rio Secco e del Rio Roncallo saranno posati su uno scanno di imbasamento in materiale granulare formato in modo identico ai setti arginali interni alla vasca. Essi saranno giuntati in modo da formare unità da 4-5 elementi e poi varati sul fondo della vasca, tramite gru montata su pontone. La continuità dell'impermeabilizzazione fra i diversi macroelementi sarà realizzata in opera mediante sommozzatori che procederanno a saldare le guarnizioni in HDPE

5.1.9 I rapporti con l'esercizio portuale e aeroportuale

La costruzione dell'opera a mare richiede la presenza nel canale di calma di mezzi marittimi diversi a seconda delle operazioni di cantiere previste.

Come già detto, l'per la posa dei cassoni è prevedibile l'utilizzo di rimorchiatori per il trasporto oltre a pontoni con gru durante le fasi di affondamento, oltre alle imbarcazioni di appoggio e controllo (pilotine).

Durante il versamento e la movimentazione dei materiali granulari sono invece necessari gru montate su pontoni, bettoline ecc .

In concomitanza con le fasi costruttive è quindi necessario ridurre la ampiezza del tratto navigabile del canale ad una larghezza approssimativa di circa 30 m, dedicando l'area restante alle operazioni dei mezzi di cantiere. La dimensione effettiva del canale dovrà essere definita in accordo con la Capitaneria di Porto che dovrà emetter un'apposita ordinanza definendo i limiti alla navigazione e le procedure di sicurezza che dovranno essere messe in opera, quali ad esempio l'utilizzo di boe di segnalazione, di ausili luminosi, limitazioni al traffico dei mezzi da diporto e delle attività di canottaggio.

E' ipotizzabile che per tutto il corso della costruzione il canale sia sottoposto a regime di traffico alternato e il transito sia limitato ai mezzi di soccorso e di collegamento urbano (navebus).

Per quanto riguarda l'aeroporto, è stato previsto che i mezzi operativi rispettino i vincoli aeroportuali per quanto riguarda lo spazio aereo circostante l'aeroporto; in particolare non devono oltrepassare in altezza il limite costituito dalla superficie di transizione, situata a lato della pista, ove verrà realizzata la colmata.

Saranno inoltre rispettati gli spazi di sicurezza per il decollo ed atterraggio degli aerei, organizzando il cantiere in modo tale da eseguire di notte le lavorazioni che ricadono in detto spazio, e di giorno quelle che non interferiscono con i coni di sicurezza (Figura 5-39).

Una possibile interferenza riguarda invece la strumentazione di terra dell'aeroporto; nel corso dell'esecuzione dei sondaggi ante operam è infatti emerso che la presenza di mezzi metallici nel canale di calma interferisce con la strumentazione di assistenza agli atterraggi (ILS)⁹ la cui antenna è situata a pochi metri dal margine fra aeroporto e canale.

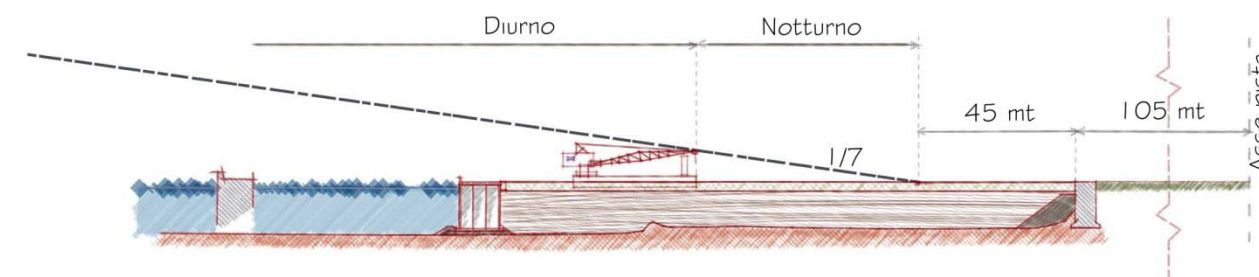


Figura 5-39 Ipotesi di posizionamento dei cantieri diurni e notturni in funzione degli spazi aerei di sicurezza

Si tratta di una strumentazione molto delicata che, in caso di alterazione, richiede una specifica operazione di nuova taratura, prima di essere rimessa in funzione. Pertanto, prima dell'inizio della fase di costruzione, verranno effettuati incontri specifici con ENAC (Ente Nazionale dell'Aviazione Civile), ente responsabile della strumentazione, al fine di ottenere indicazioni operative su come procedere.

Tra le possibili soluzioni vi è la schermatura parziale dell'antenna o lo spostamento della strumentazione a distanza adeguata dall'area di cantiere.

⁹ ILS Instrument landing system: sistema di guida strumentale per l'atterraggio, guida gli aerei nella fase finale dell'avvicinamento verso la pista; è particolarmente utile in caso di bassa visibilità

6 MODELLO ORGANIZZATIVO PER LE TERRE DI SCAVO: MOVIMENTAZIONE, CARATTERIZZAZIONE E STOCCAGGIO DEFINITIVO

6.1 I REQUISITI ESSENZIALI PER LA GESTIONE AMBIENTALE DELLE TERRE DI SCAVO

Il progetto in esame, attraversando le colline poste a nord dell'abitato di Genova, si confronta con una conformazione geologica delle rocce, che può risultare problematica per i possibili impatti sulle matrici ambientali interessate. In particolare, la presenza nei suoli di amianto e metalli pesanti, attesi almeno in quantità persistente per tratti dello scavo, può porre questioni in ordine alla destinazione delle terre scavate ed al temuto rilascio in aria di fibre di amianto. L'opera quindi si confronta con più di una criticità ambientale, di sicurezza dei lavoratori e della popolazione che deve essere inquadrata e sviluppata nel quadro normativo disponibile, tenendo conto che il progetto di un intervento tanto complesso, anche alla luce delle difficoltà di operare in un territorio così caratterizzato, deve proporsi da subito con soluzioni sostenibili, legittime e legali che diano solidità alle scelte effettuate.

A fronte di tali considerazioni, è stata effettuata una dettagliata analisi delle criticità indotte dalla previsione di scavo di materiali amiantiferi e delle problematiche inerenti il massimo riutilizzo delle rocce e terre di risulta, a cui si rimanda per un approfondimento (cfr. APG0005). Inoltre, per supportare una corretta gestione dei materiali provenienti dagli scavi, ed in particolare il loro riutilizzo in accordo alla normativa vigente in termini di terre e rocce da scavo, sono state svolte diverse indagini ambientali, di cui si dà conto nella Relazione sulla caratterizzazione ambientale (cfr. APG0006).

Come illustrato nel precedente capitolo, a fronte delle procedure appositamente previste, il modello di realizzazione dello scavo meccanizzato, sia esso attuato con EPB o con Hydroshield, consente di svolgere le operazioni di scavo in condizioni di isolamento del terreno al fronte e, una volta estratto, il materiale di smarino di trasferirlo dalla camera stagna al nastro trasportatore che provvederà al trasporto all'esterno.

Anche il trasferimento su nastro avverrà in condizioni di isolamento del mezzo trasportatore con appositi sistemi antipolvere i quali, unitamente ai dispositivi di protezione individuali, garantiranno un'adeguata tutela delle maestranze presenti nella zona del fronte e lungo la galleria.

Analoghe considerazioni valgono anche per lo scavo in tradizionale e per quello all'aperto, sempre grazie alle specifiche elaborate al fine di abbattere le polveri all'interno delle quali possono essere presenti fibre di amianto e di limitarne la loro dispersione in aria.

Ciò premesso, affinché tali condizioni possano prodursi anche nella fase di gestione delle terre di scavo, termine con il quale nel presente studio si è inteso identificare quel complesso di operazioni che segue le operazioni di scavo, i requisiti che a tal fine risultano essenziali possono essere sintetizzati nei seguenti termini:

- presenza di un laboratorio attrezzato con microscopio elettronico ed in generale delle attrezzature per la preparazione dei provini. Questi ultimi saranno preparati utilizzando un numero adeguato di campioni prelevati durante il travaso nel sito dello stoccaggio provvisorio.
- stoccaggio provvisorio del materiale in luogo confinato da cui prelevare un numero di campioni rappresentativi, necessari a costituire il provino da analizzare.

- capacità del sito di stoccaggio provvisorio compatibile con le quantità di materiale estratto nell'ambito del ciclo produttivo ordinario delle macchine di scavo, siano esse EPB o Hydroshield;
- trasporto al deposito definitivo solamente dopo la avvenuta certificazione della quantità di amianto presente nel materiale depositato all'interno del sito di stoccaggio provvisorio.
- In base alla quantità di amianto certificata, lo smarino rappresentato dal provino analizzato in laboratorio deve essere trasportato al sito di stoccaggio definitivo in funzione della quantità di amianto determinata.

Le tavole MAM-C-QPGT-002 e MAM-C-QPGT-003 riportano il ciclo delle terre di scavo, rispettivamente per le gallerie in sinistra e destra Polcevera.

6.2 LO SCHEMA GENERALE DI GESTIONE DELLE TERRE POTENZIALMENTE AMIANTIFERE

6.2.1 La classificazione delle terre: la procedura di definizione dei livelli di concentrazione delle fibre amiantifere

Al fine di regolamentare il processo di gestione delle terre di scavo, le Linee guida hanno definito una scala di loro classificazione che, prendendo come riferimento il limite di 1.000 mg/kg indicato nell'Allegato 5 al Titolo V, Parte IV Tabella 1, colonna B del DLgs 152/2006, è stata articolata nei seguenti 4 livelli:

Tabella 6-1 Scala di classificazione delle terre di scavo in funzione della presenza di amianto

| | |
|---------------|---|
| Codice rosso | Presenza di amianto > 1.000 mg/kg e parametri geotecnici scadenti |
| Codice giallo | Presenza di amianto > 1.000 mg/kg |
| Codice verde | Presenza di amianto < 1.000 mg/kg |
| Codice bianco | Assenza di amianto |

6.2.2 Le tipologie di stoccaggio definitivo

Associata a tale scala di classificazione delle terre sono state definite diverse tipologie di stoccaggio definitivo (cfr. Tabella 6-2).

Tabella 6-2 Tipologie d'uso del materiale in relazione alla sua classificazione

| | |
|---------------|---|
| Codice rosso | Il materiale viene automaticamente versato tramite coclea in un ulteriore silos (bagger) dove è additivato da speciali resine incollanti che inibiscono la volatilità delle fibre anche allo stato asciutto e quindi inserito in big-bag per amianto che ne consentono lo stoccaggio temporaneo in cantiere ed il successivo trasporto a discarica. |
| Codice giallo | Il materiale può essere utilizzato per la formazione dell'arco rovescio delle gallerie di progetto |
| Codice verde | Il materiale automaticamente versato tramite nastro in un'ulteriore vasca (denominata slurryfier) dove la sua consistenza pastosa viene resa ancora più fluida con l'aggiunta di acqua marina, fino al raggiungimento di una consistenza semiliquida, tecnicamente definita "slurry". Con queste caratteristiche fisiche, lo smarino può essere pompato attraverso una tubazione fino al Canale di Calma dove, eliminata l'acqua in eccesso, che viene recuperata nel circuito di carico dello slurryfier, verrà utilizzato per il riempimento dello strato inferiore dell'opera a mare |
| Codice bianco | Il materiale segue le procedure di gestione delle terre e rocce da scavo fissate ai sensi degli articoli 183 e 186 del D.Lgs. 152/06, che saranno conformi agli aspetti attuativi ed operativi esplicitati dal "Disciplinare unico per la gestione delle terre e rocce da scavo" emanato dal Ministero dell'Ambiente - Direzione Generale per la Salvaguardia Ambientale – con prot.21790 del 06.08.2008 |

Per quanto segnatamente riguarda l'utilizzo per la formazione dell'arco rovescio delle gallerie, tale soluzione si articola nelle seguenti fasi:

- miscelazione del materiale di scavo con cemento, al fine di conferire al materiale le caratteristiche geotecniche necessarie e, parimenti, di "incollare" le fibre di amianto;
- riempimento dell'arco rovescio attraverso l'impasto così ottenuto, senza con ciò interrompere lo scavo in avanzamento e senza superare la quota dei sottoservizi in modo tale che qualora negli anni futuri si rendessero necessari interventi di manutenzione delle reti tecnologiche, questi potranno avvenire anche in assenza di particolari apprestamenti di sicurezza;
- posa, dopo un breve periodo di maturazione, di uno strato di conglomerato bituminoso, di spessore pari a 10 centimetri, al fine di isolare definitivamente il materiale;
- posa di un ulteriore strato di copertura, realizzato con terre e rocce da scavo "inerti" provenienti dalle tratte di gallerie non realizzate in ambito amiantifero;
- posa del bacchetto di pavimentazione stradale.

Sempre con riferimento alla soluzione del deposito in arco rovescio, occorre sottolineare che, a differenza del sistema condotto nel caso delle terre classificate come codice rosso, il processo di miscelazione con il cemento ha la principale finalità di migliorare le caratteristiche di massa terrosa dello smarino, favorendo comunque l'immobilizzazione delle fibre di amianto.

6.2.3 Il modello organizzativo

Muovendo dai requisiti e dalle procedure ora riportate, la scelta che ha informato il progetto di cantierizzazione è risieduta nell'individuazione nell'area del cantiere industriale CI14 e nella sua conseguente progettazione quale polo del complesso delle attività connesse alla gestione delle terre potenzialmente amiantifere.

Come è possibile osservare dalla lettura della tavola dedicata al ciclo delle terre di scavo delle gallerie in destra Polcevera (cfr. MAM-C-QPGT-003), i materiali di smarino delle gallerie realizzate con scavo meccanizzato (Monterosso, Amandola e Borgonuovo) e quota parte di quelli derivanti dalla realizzazione in tradizionale delle gallerie della Interconnessione di Voltri (Delle Grazie Bric del Carmo) convergerà nella citata area di cantiere CI14 la quale sarà dotata di tutti gli impianti atti ad assicurarne la gestione.

Nello specifico, per quanto attiene il materiale proveniente dallo scavo in meccanizzato, questo sarà trasferito dalle frese ad un edificio isolato di smistamento dello smarino indifferenziato attraverso un sistema di nastri antipolveri. Da qui, il materiale sarà indirizzato in uno dei silos destinati allo stoccaggio provvisorio nel corso del quale saranno prelevati dei campioni per la formazione del provino rappresentativo del volume del ciclo, per la determinazione della quantità di amianto con il materiale "a riposo".

Per quanto invece riguarda le terre di scavo provenienti dal ciclo di scavo in tradizionale, il processo differisce leggermente da quello ora descritto per quelle derivanti dallo scavo in meccanizzato. L'unica differenza, al di là ovviamente della tecnica di scavo e delle modalità di movimentazione, prevista attraverso mezzi gommati dotati di sistemi di protezione, risiede nella necessità di operare una preventiva frantumazione volta a ridurre la pezzatura molto più grossolana derivante dallo scavo in tradizionale per ricondurla ad una più simile al fresato delle TBM.

A valle di questa operazione, il processo di gestione segue lo stesso iter prima descritto, prevedendo lo stoccaggio temporaneo in appositi silos ed il prelievo di campioni da analizzare per la determinazione del contenuto di amianto.

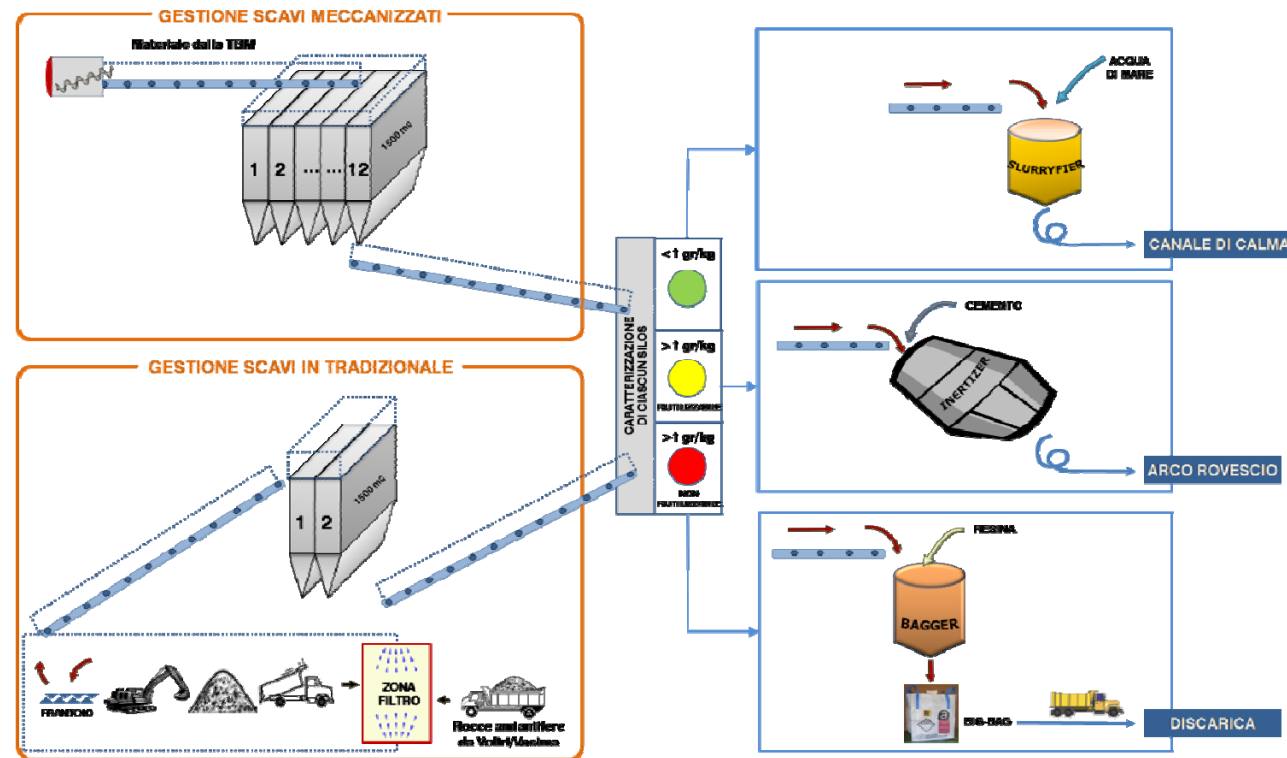


Figura 6-1 Schema sinottico del processo di gestione delle terre amiantifere

Una volta accertato detto contenuto e conseguentemente decisa la destinazione finale del materiale, questo viene scaricato dal silos nel quale era stato temporaneamente accantonato ed avviato nell'impianto volto alla sua fluidificazione, miscelazione o inertizzazione a seconda che sia rispettivamente destinato all'opera a mare, al riempimento dell'arco rovescio o a discarica.

Appare evidente come la progettazione di tali impianti, compresenti nell'area di cantiere C114, debba essere necessariamente compatibilizzata con i cicli di produzione dello scavo in meccanizzato e di quello in tradizionale, aspetto questo che ha trovato nelle Linee guida particolare approfondimento attraverso la elaborazione di una serie di verifiche dimensionali e di schemi di processo.

In sintesi, il modello di gestione configurato dalle procedure di classificazione ed utilizzo definite dalle Linee guida può trovare sintetica rappresentazione della immagine riportata, nella quale si da conto, a partire dalle modalità di scavo in galleria, delle modalità di movimentazione, classificazione e stoccaggio definitivo delle terre potenzialmente amiantifere provenienti dallo scavo delle gallerie in destra Polcevera (cfr. Figura 6-1).

6.3 LE ATTIVITÀ DI CONFERIMENTO DEFINITIVO NELL'OPERA A MARE

6.3.1 Le procedure per il riempimento dell'opera a mare

L'intero volume di materiale amiantifero con concentrazioni inferiori ai limiti del D. Lgs. 152/06, generato dall'escavo con TBM, e movimentato come slurry, verrà depositato all'interno dell'opera a mare.

Come descritto in precedenza, il progetto prevede il prolungamento delle tubazioni di mandata e ritorno del circuito dello slurry fino alla zona di deposito; le tubazioni correranno lungo il perimetro della colmata fino alla tubazione flessibile collegata ad un diffusore finale.

Scopo del diffusore è quello di ridurre le velocità di uscita della miscela da oltre 3 m/s a poche decine di cm/s, ottenendo così il duplice scopo di stendere il materiale in modo uniforme e di limitare i fenomeni di turbolenza che potrebbero portare le fibre libere presenti nella colonna d'acqua fino all'interfaccia aria-acqua con il conseguente rischio di passaggio in atmosfera.

Per questo motivo il versamento della miscela avverrà sempre mantenendo il diffusore in prossimità del fondo.

Come misura aggiuntiva si prevede di mettere in opera setti costituiti da panne galleggianti che riducono la formazione di onde in superficie per effetto del vento.

Sempre allo scopo di impedire l'esposizione all'aria del materiale amiantifero (con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs 152/06), è previsto che la quota finale del materiale sia pari a -1 m.

6.3.2 Le procedure di filtraggio

Il versamento del materiale nella colmata, oltre a comportare lo scarico di fibre di amianto, comporterà anche lo scarico di frazioni fini che tenderanno a generare una notevole torbidità nell'intorno del diffusore. Per limitare la quantità di solidi che verranno richiamati dalle pompe a servizio del circuito di ritorno dello slurrydotto, è stato previsto di realizzare all'interno della colmata una serie di setti trasversali che creano delle vasche separate, denominate "W1" e "W2", destinati al ricircolo delle acque ed al pompaggio delle acque in esubero all'impianto di depurazione.

La funzione dei setti arginali è quella di intercettare i solidi in sospensione, favorendone la sedimentazione all'interno delle vasche di versamento; il passaggio dell'acqua attraverso gli argini è garantito da un fascio di tubi muniti di griglie a maglia fine in grado di evitare il passaggio dei solidi di dimensioni grossolane. I tubi sono posizionati ad un metro circa dalla superficie del pelo libero; in questo modo tutte le acque sono costrette a confluire in un unico punto in prossimità della superficie e ciò favorisce la sedimentazione della maggior parte dei solidi in sospensione che tendono ad accumularsi sul fondo della vasca.

Le frazioni fini che riescono a passare nella vasca di ricircolo costituiscono una frazione minima (< 1%) dei solidi totali e vengono eliminate nell'impianto di trattamento che progressivamente tratta tutte le acque della colmata, fino a raggiungere i limiti di legge per lo scarico in mare.

6.3.3 Le procedure per la gestione delle terre non amiantifere

Come descritto nei capitoli precedenti, la maggior parte del materiale non amiantifero verrà impiegata per la realizzazione dell'opera a mare (cfr. paragrafo 5.1.6).

Parte del materiale dovrà essere stoccato temporaneamente all'interno di una vasca, denominata "piarda", perché le tempistiche delle diverse operazioni non ne consentono l'utilizzo immediato; una quota parte di tale materiale, pari a circa 150.000 metri cubi, rimarrà nella piarda anche dopo le operazioni di svuotamento, onde evitare il rischio di prelevare, oltre al materiale di smarino precedentemente depositato, quota parte dei sedimenti attualmente presenti sul fondale marino nell'area della colmata.

Considerando il volume di materiale generato dallo scavo, la percentuale predominante sarà impiegata per la copertura della superficie della colmata (capping), così da mettere in sicurezza ed eliminare ogni rischio di contatto fra i materiali amiantiferi (con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs 152/06) e l'atmosfera. A tal fine, saranno riutilizzati circa 1.550.000 metri cubi.

Altri 360.000 metri cubi saranno impiegati per la costruzione degli argini interni alla colmata e per il sostegno dei canali di gronda, necessari per drenare le acque meteoriche generate dalle superfici aeroportuali.

Circa 330.000 metri cubi saranno utilizzati per il riempimento dei cassoni e 70.000 m³ per il riempimento finale delle vasche di gestione delle acque.

6.4 IL BILANCIO COMPLESSIVO DEI MATERIALI: FABBISOGNI E PRODUZIONI

Uno dei fattori di specificità del progetto in esame risiede nell'essere composto da due tipologie di opere, identificate nelle infrastrutture autostradali e nell'opera a mare che, tra le Opere connesse di cantierizzazione, rappresenta quella certamente più rilevante anche sotto il profilo dell'analisi dei quantitativi in gioco. Conseguentemente, il quadro dei fabbisogni costruttivi e delle modalità di loro soddisfacimento dovrà essere condotto con riferimento ad entrambe dette opere.

Ciò premesso, per quanto riguarda le terre, distinguendo tra infrastrutture autostradali e opera a mare, il fabbisogno complessivo è riportato in Tabella 6-3.

Tabella 6-3 Terre: quadro complessivo dei fabbisogni

| Opera | Elementi infrastrutturali | Materiale con possibile contenuto di amianto (m ³) | Materiale non contenente amianto (m ³) |
|-----------------------------|---|--|--|
| Infrastrutture autostradali | Gallerie - Arco rovescio | 545.431,00 | 689.672,00 |
| | Pavimentazioni - Strati bianchi | | 272.250,00 |
| Opera a mare | Cassoni cellulari | | 327.885,00 |
| | Scanno di imbasamento | | 194.170,80 |
| | Scanno scatolari Rio Secco e Roncallo, comprensivo di compenetrazione e cedimento | | 22.695,00 |
| | Argini, comprensivo di compenetrazione e cedimento | | 514.792,10 |
| | Piarda, comprensivo di compenetrazione e cedimento | | 186.869,00 |
| | Vasche acqua | | 116.415,00 |
| | Strato copertura (capping) | | 1.570.919,00 |
| | Vasche, comprensivo di compenetrazione e cedimento | 6.403.643,00 | |
| Totale | | 6.949.074,00 | 3.895.667,90 |

Ai volumi così individuati vanno sommati gli impieghi delle terre e rocce da scavo effettuati "a terra" (con materiale non contenente amianto) e gli eventuali smaltimenti a discarica di tipologie di materiale non riutilizzabile (materiale con possibile contenuto di amianto):

- sistemazione morfologica a Sori: 500.000 m³;
- sistemazione morfologica a Genova Est (CI06): 300.000 m³;

- smaltimento a discarica: 111.913,1 m³.

Il volume totale, misurato in banco, dello smarino è di circa 8.370.093 m³, di cui parte proveniente dallo scavo in TBM e parte provenienti dalle gallerie realizzate con scavo tradizionale, così ripartiti:

- terre e rocce da scavo con possibile contenuto di amianto: circa 5.190.923 m³;
- terre e rocce da scavo non contenenti amianto: circa 3.179.170 m³.

Considerando un coefficiente di rigonfiamento pari al 30% (nel passaggio del materiale da "banco" a "sciolto"), la volumetria complessiva del materiale di smarino da gestire è pari a circa 10.881.120 m³.

La Tabella 6-4 confronta fabbisogni complessivi e disponibilità.

Tabella 6-4 Terre: fabbisogni e disponibilità

| Opera | Materiale con possibile contenuto di amianto (m ³) | Materiale non contenente amianto (m ³) |
|-------------------------------|--|--|
| • Infrastrutture autostradali | 545.431,00 | 961.922,00 |
| • Opera a mare | 6.403.643,00 | 2.933.745,90 |
| • Sistemazioni morfologiche | | 800.000,00 |
| • Smaltimento a discarica | 111.913,10 | |
| Fabbisogno Totale | 7.060.987,10 | 4.695.667,90 |
| Disponibilità | 6.748.199,90 | 4.132.921,00 |
| Differenza | -312.787,20 | -562.746,90 |

Come si può vedere il bilancio terre della Gronda si chiude evidenziando una necessità di materiale per completare l'opera a mare nel Canale di Calma: ciò è dovuto al fatto che l'abbancamento a lato dell'aeroporto – prudenzialmente – è stato leggermente sovradimensionato rispetto agli effettivi volumi disponibili da scavo, in modo da poter assorbire eventuali sopravvenienze (extrascavi, ..).

Per la realizzazione dell'opera, saranno inoltre necessari inerti pregiati; il quadro di tali fabbisogni risulta così articolato (cfr. Tabella 6-5).

Tabella 6-5 Inerti pregiati: quadro complessivo dei fabbisogni

| Opera | Elementi infrastrutturali | Tipologia materiale | Quantità teorica (m ³) | Coeff. | Quantità effettiva (m ³) |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------|--------------------------------------|
| Infrastrutture autostradali | Gallerie | Calcestruzzi per conci prefabbricati | 706.877 | 1,2 | 848.252 |
| | Viadotti e gallerie | Calcestruzzi e spritz | 1.245.441 | 1,2 | 1.494.529 |
| | Pavimentazioni | Strati neri | 205.700 | 1 | 205.700 |
| Opera a mare | Cassoni cellulari | Calcestruzzi | 236.700 | 1,2 | 284.040 |
| | Scanno di imbasamento | Pietrame | 130.000 | 1 | 130.000 |
| | Scanno di imbasamento | Sabbia | 6.153,1 | 1 | 6.153,1 |
| | Mantellata | Massi di prima categoria | 54.994,9 | 1 | 54.994,9 |

A causa delle elevate prestazioni geotecniche richieste ai materiali da utilizzare e del fatto che alcune lavorazioni inizieranno prima che si dia inizio all'escavo delle gallerie, per queste quantità sarà necessario ricorrere all'approvvigionamento da cava. L'indagine eseguita sui siti estrattivi attualmente operanti nel contesto genovese ha messo in luce la potenzialità teorica di soddisfare i volumi richiesti, che assorbirebbero però gran parte della produzione a finire delle cave, considerando che una quota consistente della capacità dei siti è già opzionata dal "Terzo Valico".

Per ridurre quindi il peso della Gronda sui poli limitrofi alla città, sono state individuate alcune soluzioni che consentano all'Appaltatore di approvvigionarsi anche da siti mediamente lontani dal cantiere, utilizzando l'autostrada (o il mare) come vettore (cfr. Tabella 6-6).

tiva ricognizione dei siti disponibili (cave, impianti di betonaggio, discariche e impianti per conglomerati bituminosi), assumendo come area di indagine i territori comunali ricadenti entro un raggio di 60 chilometri, a partire dallo svincolo autostradale di Genova Ovest.

Infine, va aggiunto il terreno vegetale previsto per la finitura superficiale dell'opera a mare (118.000 m³), che per caratteristiche granulometriche e pedologiche deve necessariamente essere controllato e quindi provenire da una fornitura esterna.

Tabella 6-6 Inerti pregiati: quadro complessivo modalità di copertura dei fabbisogni

| Opera | Elementi infrastrutturali | Modalità di soddisfacimento | |
|---------------------------------------|--|---|--|
| Infrastrutture autostradali | Gallerie - Calcestruzzi per conci prefabbricati | In ragione dell'impossibilità di reperire un'area le cui dimensioni fossero tali da consentire di approntare un impianto di prefabbricazione conci, questi saranno realizzati all'esterno dell'ambito genovese e trasportati sino al cantiere industriale C115 mediante autostrada. Non saranno necessarie forniture da cave locali. | |
| | Viadotti e gallerie - Calcestruzzi e spritz | I fabbisogni saranno coperti in parti eguali ricorrendo a cave locali e cave esterne all'ambito genovese. | |
| | | Cave fuori ambito genovese (m ³) | Cave locali (m ³) |
| | | 747.264,5 | 747.264,5 |
| | Pavimentazioni - Strati neri | Posto che gli impianti di betonaggio presenti sul territorio non sono dimensionalmente adeguati a sopperire all'intero fabbisogno, una quota parte pari al 50% sarà reperita in siti esterni all'ambito genovese. | Cave fuori ambito genovese (m ³) |
| 102.850 | | | 102.850 |
| | | | |
| Opera a mare | Cassoni cellulari - Calcestruzzi | In ragione delle esigenze e costruttive e stante l'assenza nel porto di Genova degli spazi necessari ad impiantare un cantiere dedicato, i cassoni cellulari saranno realizzati all'esterno dell'ambito genovese e rimorchiati al Canale di Calma. Non saranno necessarie forniture da cave locali. | |
| | Scanno di imbalsamento - Pietrame | La necessità di anticipare la realizzazione dell'opera a mare rispetto alle attività di scavo delle gallerie determinerà la necessità di acquisire parte del materiale da cave locali. | |
| | | Cave fuori ambito genovese (m ³) | Cave locali (m ³) |
| | | - | 130.000 |
| | Scanno di imbalsamento - Sabbia | La necessità di anticipare la realizzazione dell'opera a mare rispetto alle attività di scavo delle gallerie ed i limitati quantitativi necessari determineranno la necessità di acquisire la sabbia di regolarizzazione della scarpata interna da cave locali. | Cave fuori ambito genovese (m ³) |
| - | | | 6.153,1 |
| | | | |
| Mantellata - Massi di prima categoria | Stante le caratteristiche del materiale, questo potrà essere approvvigionato solo da cave selezionate, quali per l'appunto quelle del Verbano, individuate anche in ragione della loro elevata accessibilità, essendo collegate all'area di intervento attraverso l'A26. Non saranno necessarie forniture da cave locali. | | |

Stante la necessità di reperire parte dei materiali al di fuori del contesto locale, come già ricordato (cfr. paragrafo 7.1), nell'ambito della progettazione è stata condotta una preven-

7 APPROVVIGIONAMENTO E MOVIMENTAZIONE DI MATERIALI

7.1 LE AREE DI APPROVVIGIONAMENTO DI INERTI, I SITI DI DISCARICA, GLI IMPIANTI DI BETONAGGIO E DI PRODUZIONE DI CONGLOMERATI BITUMINOSI

La realizzazione del Nodo stradale ed autostradale di Genova comporta un fabbisogno che non è possibile soddisfare totalmente ricorrendo solo al materiale derivante dallo scavo delle gallerie. Tale circostanza ha prospettato la necessità di operare una preventiva ricognizione dei siti disponibili, condotta assumendo come area di indagine i territori comunali ricadenti entro un raggio di 60 chilometri a partire dallo svincolo autostradale di Genova Ovest (cfr. MAM-C-PGTX-001_006); è stato individuato anche un sito esterno a tale ambito di interesse (sito denominato CAV_VB-01). L'individuazione dei siti (cfr. da Tabella 7-1 a Tabella 7-3 e Figura 2-3) è avvenuta come segue:

- i siti di cava individuati nel territorio ligure (entro l'area di indagine) sono stati estrapolati dagli elenchi forniti dal Servizio Attività Estrattive del Dipartimento Sviluppo Economico della Regione Liguria;
- l'individuazione dei siti di discarica è stata condotta avendo come riferimento la pubblicazione ufficiale della Regione Liguria Discariche in esercizio al dicembre 2009 (portale web della Regione Liguria, Settore Ambiente);
- gli impianti di betonaggio sono stati individuati utilizzando prevalentemente le informazioni presenti sui portali di web di settore (ad esempio si cita NETCONCRETE);
- gli impianti di produzione di conglomerati bituminosi sono stati individuati sulla base di ricerca su web.

Tabella 7-1 Distanza siti da svincolo autostradale

| Codice | Tipo | Distanza [km] | | |
|-----------|-------------------|---------------|--------|--------------|
| | | GE-Ovest | GE-Est | GE-Bolzaneto |
| CAV_GE-01 | Cava | 18,6 | 20,3 | 11,5 |
| CAV_GE-02 | Cava | 11,2 | 12,9 | 4,1 |
| CAV_GE-03 | Cava | 8,2 | 15,3 | 13,1 |
| CAV_GE-05 | Cava | 9,0 | 16,1 | 13,9 |
| CAV_GE-06 | Cava | 15,0 | 5,3 | 13,3 |
| CAV_GE-14 | Cava | 58,7 | 53,0 | 56,9 |
| CAV_GE-15 | Cava | 59,7 | 54,1 | 58,0 |
| CAV_GE-16 | Cava | 60,3 | 54,6 | 58,6 |
| CAV_GE-17 | Cava | 34,2 | 28,6 | 32,5 |
| CAV_GE-19 | Cava | 14,6 | 20,6 | 18,3 |
| CAV_VB-01 | Cava | 241,0 | 248,0 | 246,0 |
| DIS_GE-06 | Discarica | 16,0 | 23,2 | 21,7 |
| DIS_GE-07 | Discarica | 21,6 | 21,2 | 15,7 |
| DIS_SV-03 | Discarica | 71,7 | 79,3 | 76,6 |
| DIS_AL-01 | Discarica | 87,4 | 87,1 | 78,8 |
| BET_GE-01 | Betonaggio | 28,1 | 33,3 | 31,0 |
| BET_GE-03 | Betonaggio | 34,6 | 29,2 | 33,1 |
| BET_GE-06 | Betonaggio | 14,0 | 5,1 | 13,1 |
| BET_GE-06 | Betonaggio | 16,6 | 21,8 | 19,5 |
| BET_GE-07 | Betonaggio | 13,9 | 4,0 | 13,3 |
| BET_GE-08 | Betonaggio | 9,6 | 11,3 | 2,5 |
| BET_GE-09 | Betonaggio | 11,8 | 2,8 | 10,8 |
| BET_GE-10 | Betonaggio | 9,6 | 15,8 | 13,5 |
| BET_GE-11 | Betonaggio | 14,1 | 5,2 | 13,2 |
| BET_GE-12 | Betonaggio | 6,6 | 5,1 | 13,1 |
| BET_GE-13 | Betonaggio | 28,4 | 30,2 | 16,6 |
| BET_GE-14 | Betonaggio | 11,2 | 13,0 | 4,1 |
| BET_GE-15 | Betonaggio | 2,4 | 11,2 | 8,9 |
| CBT_GE-01 | Conglomerati bit. | 13,8 | 4,8 | 12,9 |
| CBT_GE-02 | Conglomerati bit. | 34,4 | 28,7 | 32,7 |
| CBT_GE-03 | Conglomerati bit. | 8,4 | 15,3 | 7,5 |
| CBT_GE-04 | Conglomerati bit. | 28,6 | 30,3 | 16,7 |
| CBT_GE-05 | Conglomerati bit. | 14,2 | 5,3 | 13,3 |
| CBT_GE-06 | Conglomerati bit. | 13,7 | 19,7 | 17,4 |

Tabella 7-2 Anagrafica siti

| Codice | Tipo | Comune | Prov | Località | Materiale |
|-----------|-------------------|--------------------|------|------------------------|--|
| CAV_GE-01 | Cava | Campomorone | GE | Castellaro | Calcere |
| CAV_GE-02 | Cava | Campomorone | GE | Monte Carlo | Calcere |
| CAV_GE-03 | Cava | Genova | GE | Giunchetto | Calcere dolomitico |
| CAV_GE-05 | Cava | Genova | GE | Gneo | Calcere |
| CAV_GE-06 | Cava | Genova | GE | Montanasco (Molassana) | Calcere marnoso |
| CAV_GE-14 | Cava | Ne | GE | Ventuin II | Calcere |
| CAV_GE-15 | Cava | Ne | GE | Cadana | Calcere |
| CAV_GE-16 | Cava | Ne | GE | Costalunga | Calcere |
| CAV_GE-17 | Cava | Rapallo | GE | S. Pietro di Novella | Calcere |
| CAV_GE-19 | Cava | Genova | GE | Tana dei Banditi | Diabase |
| CAV_VB-01 | Cava | Domodossola | VB | | Graniti, Serizzo |
| DIS_GE-06 | Discarica | Genova | GE | Monte Scarpino | Rifiuti non pericolosi (urbani e speciali) |
| DIS_GE-07 | Discarica | Busalla, Savignone | GE | Birra | Rifiuti non pericolosi (urbani e speciali) |
| DIS_SV-03 | Discarica | Cairo Montenotte | SV | Filippa | Rifiuti non pericolosi (speciali) |
| DIS_AL-01 | Discarica | Alessandria | AL | Castelceriolo | Inerti |
| BET_GE-01 | Betonaggio | Cogoleto | GE | Molinetto | Calcestruzzo |
| BET_GE-03 | Betonaggio | Rapallo | GE | | Calcestruzzo |
| BET_GE-05 | Betonaggio | Genova | GE | Molassana | Calcestruzzo |
| BET_GE-06 | Betonaggio | Genova | GE | | Calcestruzzo |
| BET_GE-07 | Betonaggio | Genova | GE | Rivarolo Ligure | Calcestruzzo |
| BET_GE-08 | Betonaggio | Genova | GE | Bolzaneto | Calcestruzzo |
| BET_GE-09 | Betonaggio | Genova | GE | Molassana Bisagno | Calcestruzzo |
| BET_GE-10 | Betonaggio | Genova | GE | Multedo | Calcestruzzo |
| BET_GE-11 | Betonaggio | Genova | GE | Molassana Bisagno | Calcestruzzo |
| BET_GE-12 | Betonaggio | Genova | GE | | Calcestruzzo |
| BET_GE-13 | Betonaggio | Casella | GE | Regiosi | Calcestruzzo |
| BET_GE-14 | Betonaggio | Campomorone | GE | Monte Carlo | Calcestruzzo |
| BET_GE-15 | Betonaggio | Genova | GE | Ex idroscalo | Calcestruzzo |
| CBT_GE-01 | Conglomerati bit. | Genova | GE | Montanasco (Molassana) | Conglomerati bituminosi |
| CBT_GE-02 | Conglomerati bit. | Rapallo | GE | S. Pietro di Novella | Conglomerati bituminosi |
| CBT_GE-03 | Conglomerati bit. | Genova | GE | Borzoli | Conglomerati bituminosi |
| CBT_GE-04 | Conglomerati bit. | Casella | GE | Regiosi | Conglomerati bituminosi |
| CBT_GE-05 | Conglomerati bit. | Genova | GE | Molassana | Conglomerati bituminosi |
| CBT_GE-06 | Conglomerati bit. | Genova | GE | Pegli | Conglomerati bituminosi |

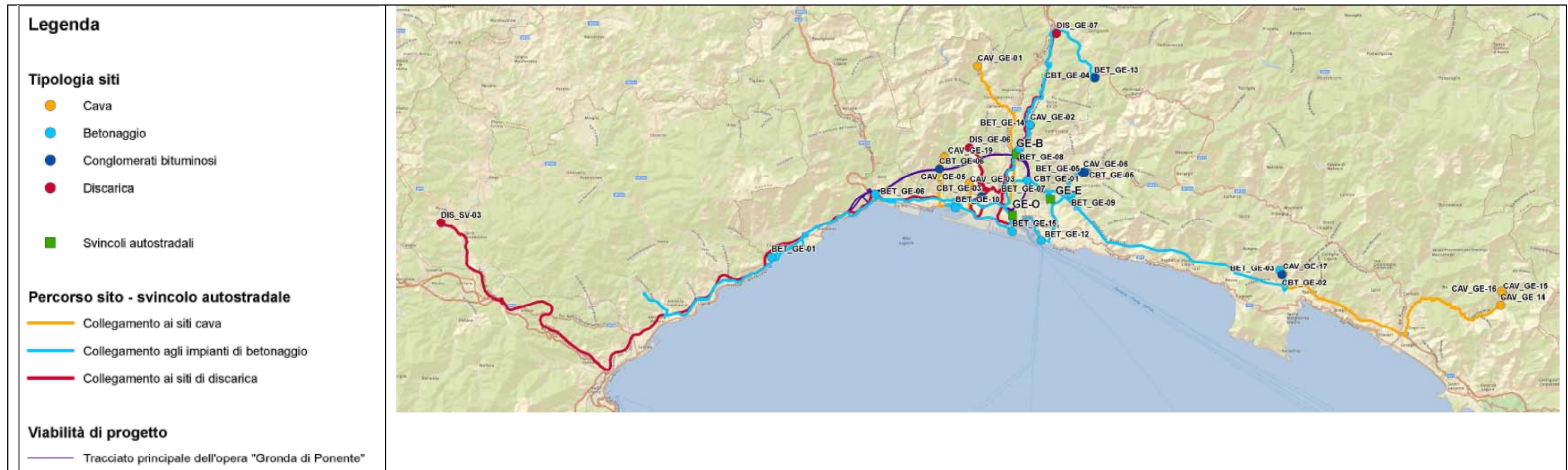


Figura 7-1 Individuazione di cave, discariche e impianti di betonaggio

Tabella 7-3 Quadro dati gestionali

| Codice | Tipo | Prodotti da cava | Produzione cava | Capacità residua | Materiali conferibili in discarica | Potenzialità giornaliera | Capacità residua |
|-----------|-------------------|--|--|---|--|--------------------------|------------------|
| CAV_GE-01 | Cava | Inerti vari, inerti per calcestruzzo | 100.000 mc/anno | 1.500.000 mc | \ | \ | \ |
| CAV_GE-02 | Cava | Inerti vari, inerti per calcestruzzo | n.d. | 350000 mc per prossimi 5 anni | \ | \ | \ |
| CAV_GE-03 | Cava | Calce, inerti per calcestruzzo | 160.000mc | 3.000.000mc di cui 1.700.000mc vincolati al progetto Terzo Valico | \ | \ | \ |
| CAV_GE-05 | Cava | Calcestruzzi, inerti e stabilizzati | 250.000 t/anno | 1.500.000 t / 500.000 mc | \ | \ | \ |
| CAV_GE-06 | Cava | Pietrischi, sabbie, conglomerati bituminosi, inerti per calcestruzzo | inerti 900 mc - conglomerati 800 tonn | Analoga per prossimi 5 anni | \ | \ | \ |
| CAV_GE-14 | Cava | Inerti vari, inerti per calcestruzzo | 900 -1.000 mc/giorno | 500.000mc (dato cumulato) | \ | \ | \ |
| CAV_GE-15 | Cava | Inerti vari, inerti per calcestruzzo | 900 -1.000 mc/giorno | 500.000mc (dato cumulato) | \ | \ | \ |
| CAV_GE-16 | Cava | Inerti vari, inerti per calcestruzzo | 900 -1.000 mc/giorno | 500.000mc (dato cumulato) | \ | \ | \ |
| CAV_GE-17 | Cava | Conglomerati bituminosi, emulsione bituminosa acida e inerti vari | 7.000 ql/giorno, nessun limite per inerti. | n.d. | \ | \ | \ |
| CAV_GE-19 | Cava | Inerti vari, inerti per calcestruzzo | 400 / 500mc/giorno | 400.000mc | \ | \ | \ |
| CAV_VB-01 | Cava | Scogli | Elevata | Elevata | \ | \ | \ |
| DIS_GE-06 | Discarica | \ | \ | \ | 150106, 200301, 170504, 170904, 170101, 170201, 170302, 170506, 170405, 160214, 170401, 170402, 170102, 200202, 170103 | 1.300 t/giorno | 1.300.000 mc |
| DIS_GE-07 | Discarica | \ | \ | \ | n.d. | 50 t/giorno | 50.000 mc |
| DIS_SV-03 | Discarica | \ | \ | \ | 170101, 170504 | n.d. | n.d. |
| DIS_AL-01 | Discarica | \ | \ | \ | 170102, 170101, 200301, 101311, 170103, 170802, 170107, 170904, 010399, 010410, 010413, 010408, 200301, 170302, 170504 | n.d. | n.d. |
| BET_GE-01 | Betonaggio | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| BET_GE-03 | Betonaggio | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| BET_GE-05 | Betonaggio | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| BET_GE-06 | Betonaggio | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| BET_GE-07 | Betonaggio | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| BET_GE-08 | Betonaggio | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| BET_GE-09 | Betonaggio | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| BET_GE-10 | Betonaggio | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| BET_GE-11 | Betonaggio | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| BET_GE-12 | Betonaggio | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| BET_GE-13 | Betonaggio | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| BET_GE-14 | Betonaggio | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| BET_GE-15 | Betonaggio | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| CBT_GE-01 | Conglomerati bit. | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| CBT_GE-02 | Conglomerati bit. | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| CBT_GE-03 | Conglomerati bit. | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| CBT_GE-04 | Conglomerati bit. | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| CBT_GE-05 | Conglomerati bit. | \ | \ | \ | \ | \ | \ |
| CBT_GE-06 | Conglomerati bit. | \ | \ | \ | \ | \ | \ |

7.2 IL TRAFFICO DI CANTIERE

7.2.1 Traffico su gomma

In merito al piano del traffico di cantiere, nelle tabelle sottostanti sono stati calcolati il numero di autocarri e betoniere necessari per il trasporto delle terre e dei calcestruzzi verso le destinazioni relative (cfr. APG0901 e APG 0902).

I valori sono stati calcolati dividendo le quantità degli smarini e del CLS per le portate degli autocarri (20 mc/cad) e delle autobetoniere (10 mc/cad sulle strade locali e 12 mc/cad per quelle che transitano in autostrada), ottenendo il numero complessivo di mezzi d'opera necessari per trasportare i materiali.

Inoltre, dividendo il numero di automezzi totali utilizzati nei singoli ambiti per il numero di giorni previsti (in un mese) dal cronoprogramma di progetto per ciascun ambito di cantiere, si ottiene il numero di viaggi/giorno.

Nel calcolo dei viaggi/giorno vengono ovviamente valutati anche i ritorni "a vuoto" degli autocarri (cfr. Tabella 7-4 e Tabella 7-5).

Nel conteggio dello smarino da trasportare su autostrade e viabilità locali sono state escluse le quantità di terre mandate al cantiere di Cornigliano tramite slurrydotto (più di 4.000.000 di smarino) o trasportate attraverso i tratti di nuova viabilità.

Tabella 7-4 Traffico di cantiere – trasporto smarino e cls in autostrada

| Cod. | Origine | Destinazione | Note | Tratto | Quantità smarino | Portata autocarro | Quantità calcestruzzo | Portata betoniera | N. autocarri | Numero betoniere | Automezzi totali | Durata in mesi | Durata in gg (21/mese) | Automezzi giorno |
|------|-------------------|-------------------|---------------|--------|------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|--------------|------------------|------------------|----------------|------------------------|------------------|
| 11 | Voltri | CI-04 Cornigliano | | A10 | 126.095 | 20 | - | 12 | 6.305 | - | 6.305 | 24 | 504 | 13 |
| 11 | CI-04 Cornigliano | Voltri | Ritorno vuoto | A10 | 126.095 | 20 | - | 12 | 6.305 | - | 6.305 | 24 | 504 | 13 |
| 13 | Voltri | CI-04 Cornigliano | | A10 | 126.095 | 20 | - | 12 | 6.305 | - | 6.305 | 24 | 504 | 13 |
| 13 | CI-04 Cornigliano | Voltri | Ritorno vuoto | A10 | 126.095 | 20 | - | 12 | 6.305 | - | 6.305 | 24 | 504 | 13 |
| 14 | Voltri | CI-04 Cornigliano | | A10 | 126.095 | 20 | - | 12 | 6.305 | - | 6.305 | 24 | 504 | 13 |
| 14 | CI-04 Cornigliano | Voltri | Ritorno vuoto | A10 | 126.095 | 20 | - | 12 | 6.305 | - | 6.305 | 24 | 504 | 13 |
| 15 | Voltri | CI-04 Cornigliano | | A10 | 126.095 | 20 | - | 12 | 6.305 | - | 6.305 | 24 | 504 | 13 |
| 15 | CI-04 Cornigliano | Voltri | Ritorno vuoto | A10 | 126.095 | 20 | - | 12 | 6.305 | - | 6.305 | 24 | 504 | 13 |
| 16 | CI-04 Cornigliano | Voltri | | A10 | 126.095 | 20 | - | 12 | 6.305 | - | 6.305 | 24 | 504 | 13 |
| 14 | Voltri | CI-03 Voltri | Ritorno vuoto | A10 | - | 20 | 157.409 | 12 | - | 13.117 | 13.117 | 24 | 504 | 26 |
| 14 | CI-03 Voltri | Voltri | | A10 | - | 20 | 157.409 | 12 | - | 13.117 | 13.117 | 24 | 504 | 26 |
| 15 | Voltri | CI-03 Voltri | Ritorno vuoto | A10 | - | 20 | 157.409 | 12 | - | 13.117 | 13.117 | 24 | 504 | 26 |
| 15 | CI-03 Voltri | Voltri | | A10 | - | 20 | 157.409 | 12 | - | 13.117 | 13.117 | 24 | 504 | 26 |
| 16 | CI-03 Voltri | Voltri | | A10 | - | 20 | 157.409 | 12 | - | 13.117 | 13.117 | 24 | 504 | 26 |
| 1 | Bolzaneto | CI-04 Cornigliano | | A7 | 552.730 | 20 | - | 12 | 27.637 | - | 27.637 | 66 | 1.386 | 20 |
| 1 | CI-04 Cornigliano | Bolzaneto | Ritorno vuoto | A7 | 552.730 | 20 | - | 12 | 27.637 | - | 27.637 | 66 | 1.386 | 20 |
| 2 | Bolzaneto | CI-04 Cornigliano | | A7 | 552.730 | 20 | - | 12 | 27.637 | - | 27.637 | 66 | 1.386 | 20 |
| 8 | Bolzaneto | CI-04 Cornigliano | | A7 | 552.730 | 20 | - | 12 | 27.637 | - | 27.637 | 66 | 1.386 | 20 |
| 10 | Bolzaneto | CI-04 Cornigliano | | A10 | 552.730 | 20 | - | 12 | 27.637 | - | 27.637 | 66 | 1.386 | 20 |
| 10 | CI-04 Cornigliano | Bolzaneto | Ritorno vuoto | A10 | 552.730 | 20 | - | 12 | 27.637 | - | 27.637 | 66 | 1.386 | 20 |
| 11 | Bolzaneto | CI-04 Cornigliano | | A10 | 552.730 | 20 | - | 12 | 27.637 | - | 27.637 | 66 | 1.386 | 20 |
| 11 | CI-04 Cornigliano | Bolzaneto | Ritorno vuoto | A10 | 552.730 | 20 | - | 12 | 27.637 | - | 27.637 | 66 | 1.386 | 20 |

| Cod. | Origine | Destinazione | Note | Tratto | Quantità smarino | Portata autocarro | Quantità calcestruzzo | Portata betoniera | N. autocarri | Numero betoniere | Automezzi totali | Durata in mesi | Durata in gg (21/mese) | Automezzi giorno |
|------|-------------------|-------------------|---------------|--------|---------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| 9 | CI-04 Cornigliano | Bolzaneto | Ritorno vuoto | A7 | 552.730 | 20 | - | 12 | 27.637 | - | 27.637 | 66 | 1.386 | 20 |
| 3 | CI-04 Cornigliano | Bolzaneto | Ritorno vuoto | A7 | 552.730 | 20 | - | 12 | 27.637 | - | 27.637 | 66 | 1.386 | 20 |
| 18 | Vesima | CI-03 Voltri | Ritorno vuoto | A10 | - | 20 | 6.024 | 12 | - | 502 | 502 | 36 | 756 | 1 |
| 18 | CI-03 Voltri | Vesima | | A10 | - | 20 | 6.024 | 12 | - | 502 | 502 | 36 | 756 | 1 |
| 6 | Genova Est | Sori | Ritorno vuoto | A12 | 500.000 | 20 | - | 12 | 25.000 | - | 25.000 | 66 | 1.386 | 18 |
| 6 | Sori | Genova Est | | A12 | 500.000 | 20 | - | 12 | 25.000 | - | 25.000 | 66 | 1.386 | 18 |
| 5 | Genova Est | CI-04 Cornigliano | | A13 | 198.264 | 20 | - | 12 | 9.913 | - | 9.913 | 66 | 1.386 | 7 |
| 5 | CI-04 Cornigliano | Genova Est | Ritorno vuoto | A14 | 198.264 | 20 | - | 12 | 9.913 | - | 9.913 | 66 | 1.386 | 7 |
| 4 | Genova Est | CI-04 Cornigliano | | A12 | 198.264 | 20 | - | 12 | 9.913 | - | 9.913 | 66 | 1.386 | 7 |
| 4 | CI-04 Cornigliano | Genova Est | Ritorno vuoto | | 198.264 | 20 | - | 12 | 9.913 | - | 9.913 | 66 | 1.386 | 7 |
| 7 | Genova Est | CI-04 Cornigliano | | | 198.264 | 20 | - | 12 | 9.913 | - | 9.913 | 66 | 1.386 | 7 |
| 8 | Genova Est | CI-04 Cornigliano | | | 198.264 | 20 | - | 12 | 9.913 | - | 9.913 | 66 | 1.386 | 7 |
| 10 | Genova Est | CI-04 Cornigliano | | | 198.264 | 20 | - | 12 | 9.913 | - | 9.913 | 66 | 1.386 | 7 |
| 10 | CI-04 Cornigliano | Genova Est | Ritorno vuoto | | 198.264 | 20 | - | 12 | 9.913 | - | 9.913 | 66 | 1.386 | 7 |
| 11 | Genova Est | CI-04 Cornigliano | | | 198.264 | 20 | - | 12 | 9.913 | - | 9.913 | 66 | 1.386 | 7 |
| 11 | CI-04 Cornigliano | Genova Est | Ritorno vuoto | | 198.264 | 20 | - | 12 | 9.913 | - | 9.913 | 66 | 1.386 | 7 |
| 9 | CI-04 Cornigliano | Genova Est | Ritorno vuoto | | 198.264 | 20 | - | 12 | 9.913 | - | 9.913 | 66 | 1.386 | 7 |
| 5 | Genova Est | Torbella | Ritorno vuoto | | - | 20 | 175.502 | 12 | - | 14.625 | 14.625 | 66 | 1.386 | 11 |
| 5 | Torbella | Genova Est | | | - | 20 | 175.502 | 12 | - | 14.625 | 14.625 | 66 | 1.386 | 11 |
| 17 | Vesima | CI-03 Voltri | Ritorno vuoto | A10 | - | 20 | 6.024 | 12 | - | 502 | 502 | 36 | 756 | 1 |
| 14 | Vesima | CI-03 Voltri | Ritorno vuoto | A10 | - | 20 | 6.024 | 12 | - | 502 | 502 | 36 | 756 | 1 |
| 14 | CI-03 Voltri | Vesima | | A10 | - | 20 | 6.024 | 12 | - | 502 | 502 | 36 | 756 | 1 |
| 7 | Torbella | CI-04 Cornigliano | | A12 | 1.041.949 | 20 | - | 12 | 52.097 | - | 52.097 | 66 | 1.386 | 38 |

| Cod. | Origine | Destinazione | Note | Tratto | Quantità smarino | Portata autocarro | Quantità calcestruzzo | Portata betoniera | N. autocarri | Numero betoniere | Automezzi totali | Durata in mesi | Durata in gg (21/mese) | Automezzi giorno |
|------|-------------------|-------------------|---------------|------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|
| 4 | Torbella | CI-04 Cornigliano | | A12 | 1.041.949 | 20 | - | 12 | 52.097 | - | 52.097 | 66 | 1.386 | 38 |
| 4 | CI-04 Cornigliano | Torbella | Ritorno vuoto | A12 | 1.041.949 | 20 | - | 12 | 52.097 | - | 52.097 | 66 | 1.386 | 38 |
| 8 | Torbella | CI-9 Cornigliano | | A7 | 1.041.949 | 20 | - | 12 | 52.097 | - | 52.097 | 66 | 1.386 | 38 |
| 9 | CI-04 Cornigliano | Torbella | Ritorno vuoto | A7 | 1.041.949 | 20 | - | 12 | 52.097 | - | 52.097 | 66 | 1.386 | 38 |
| 10 | Torbella | CI-04 Cornigliano | | A10 | 1.041.949 | 20 | - | 12 | 52.097 | - | 52.097 | 66 | 1.386 | 38 |
| 11 | Torbella | CI-04 Cornigliano | | A10 | 1.041.949 | 20 | - | 12 | 52.097 | - | 52.097 | 66 | 1.386 | 38 |
| 10 | CI-04 Cornigliano | Torbella | Ritorno vuoto | A10 | 1.041.949 | 20 | - | 12 | 52.097 | - | 52.097 | 66 | 1.386 | 38 |
| 10 | CI-04 Cornigliano | Torbella | Ritorno vuoto | A10 | 1.041.949 | 20 | - | 12 | 52.097 | - | 52.097 | 66 | 1.386 | 38 |
| 10 | Genova Ovest | CI-04 Cornigliano | | A10 | 197.477 | 20 | 197.581 | 12 | 9.874 | 16.465 | 26.339 | 66 | 1.386 | 19 |
| 11 | Genova Ovest | CI-04 Cornigliano | | A10 | 197.477 | 20 | 197.581 | 12 | 9.874 | 16.465 | 26.339 | 66 | 1.386 | 19 |
| 12 | CI-04 Cornigliano | Genova Ovest | Ritorno vuoto | Canepa- GE Ovest | 197.477 | 20 | 197.581 | 12 | 9.874 | 16.465 | 26.339 | 66 | 1.386 | 19 |

Tabella 7-5 Piano del traffico di cantiere per tratte autostradali

| Codice | Automezzi giorno | Bolzaneto | Torbella | Ge Est | Ge Ovest | Voltri | Vesima |
|--------|------------------|-----------|----------|--------|----------|--------|--------|
| 1 | 40 | 40 | | | | | |
| 2 | 20 | 20 | | | | | |
| 3 | 20 | 20 | | | | | |
| 4 | 89 | | 75 | 14 | | | |
| 5 | 35 | | | 35 | | | |
| 6 | 36 | | | 36 | | | |
| 7 | 45 | | 38 | 7 | | | |
| 8 | 65 | 20 | 38 | 7 | | | |
| 9 | 65 | 20 | 38 | 7 | | | |
| 10 | 173 | 40 | 113 | 14 | 19 | | |
| 11 | 148 | 40 | 38 | 14 | 19 | 25 | |
| 12 | 19 | | | | 19 | | |
| 13 | 25 | | | | | 25 | |
| 14 | 78 | | | | | 77 | 1 |
| 15 | 77 | | | | | 77 | |
| 16 | 39 | | | | | 39 | |
| 17 | 1 | | | | | | 1 |
| 18 | 1 | | | | | | 1 |
| TOTALE | 977 | 199 | 338 | 136 | 57 | 243 | 3 |

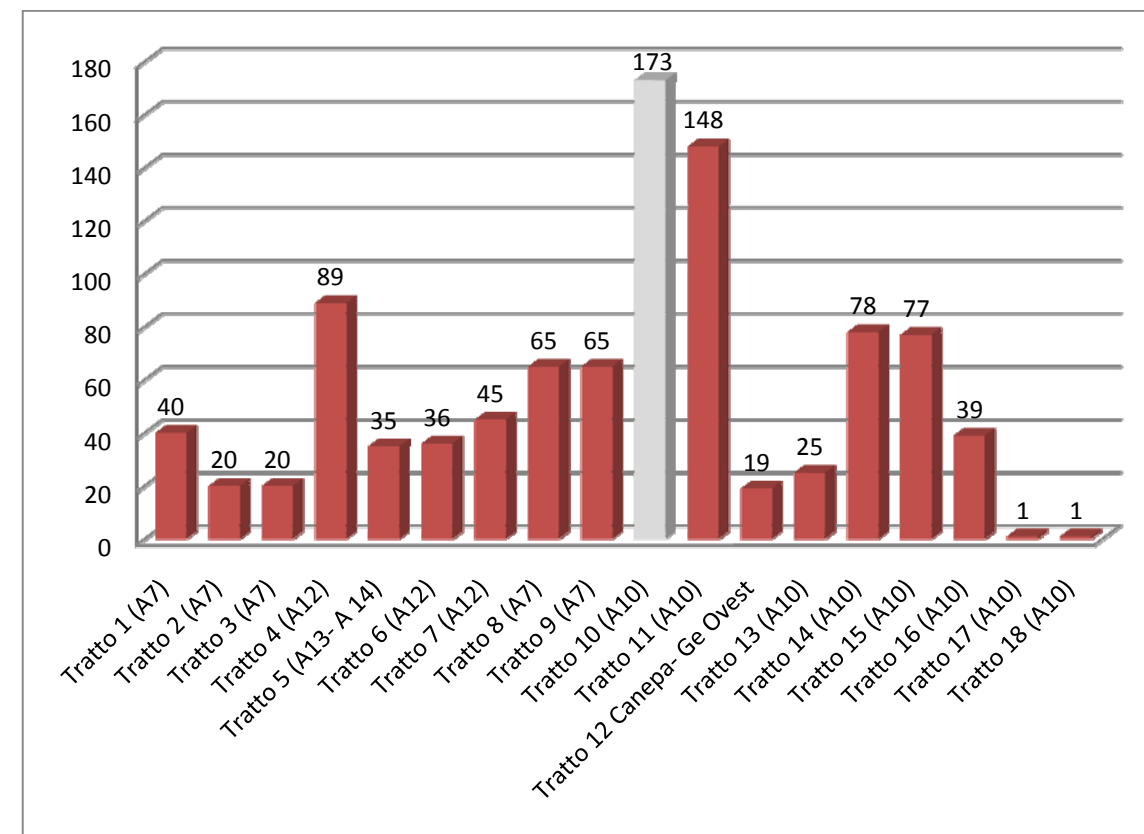


Figura 7-2 automezzi/giorno relativi ad ogni singolo tratto

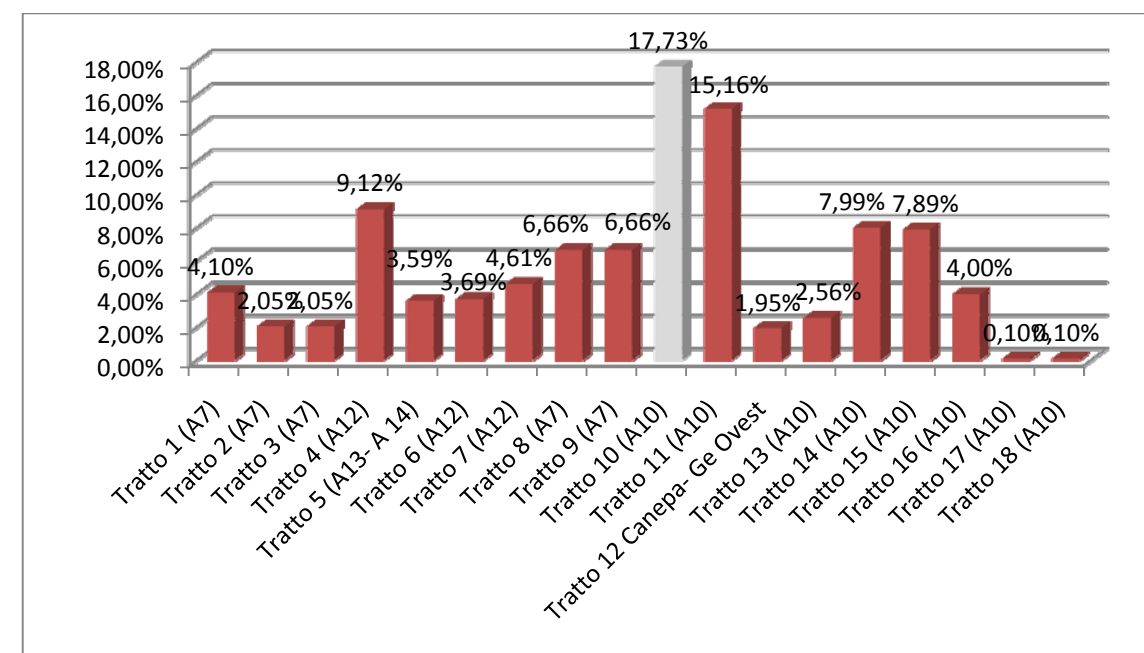


Figura 7-3 % automezzi passanti per i singoli tratti

Come si può vedere dalla tabella riepilogativa e dalle figure seguenti (cfr. Figura 7-2 e Figura 7-3), le tratte autostradali più caricate sono la n. 10 e la n. 11 (rispettivamente 173 e 148 viaggi/giorno), che costituiscono il tratto dalla spalla Est del Morandi fino al cantiere di Cornigliano, dove si riuniscono quasi tutti i percorsi provenienti dagli ambiti di cantiere.

La Tabella 7-6 riporta il numero di viaggi/giorno per ciascuna tratta di viabilità locale, calcolato a partire dalle quantità di materiale movimentato.

Tabella 7-6 Piano del traffico di cantiere – trasporto su viabilità locali

| Codice | Origine | Destinazione | Note | Tratto | Quantità concetti TBM | Portata autocarro | Quantità calcestruzzo | Portata betoniera | Numero autocarri | Numero betoniere | Automezzi totali | Durata in mesi | Durata in gg (21/mese) | Automezzi giorno |
|--------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|------------------------|------------------|
| A | Sv. Bolzaneto | CI-1 Bolzaneto | | Via Bruzzo | 145.000 | 3 | - | 10 | 48.013 | - | 48.013 | 72 | 1.512 | 32 |
| A | CI-1 Bolzaneto | Sv. Bolzaneto | Ritorno vuoto | Via Colano | 145.000 | 3 | - | 10 | 48.013 | - | 48.013 | 72 | 1.512 | 32 |
| C | V.tti Leiro | CI-6 Voltri | Ritorno vuoto | Via Buffa + Lemerle | - | 3 | 19.285 | 10 | - | 1.929 | 1.929 | 36 | 756 | 3 |
| C | CI-6 Voltri | V.tti Leiro | | Via Buffa + Lemerle | - | 3 | 19.285 | 10 | - | 1.929 | 1.929 | 36 | 756 | 3 |
| D | V.tti Cerusa | CI-6 Voltri | Ritorno vuoto | Via delle Fabbriche | - | 3 | 20.390 | 10 | - | 2.039 | 2.039 | 36 | 756 | 3 |
| D | CI-6 Voltri | V.tti Cerusa | | Via delle Fabbriche | - | 3 | 20.390 | 10 | - | 2.039 | 2.039 | 36 | 756 | 3 |
| F | V.tti Beo, Frana e Vesima E+O | CI-6 Voltri | Ritorno vuoto | Via Rubens | - | 3 | 4.867 | 10 | - | 487 | 487 | 36 | 756 | 1 |
| F | CI-6 Voltri | V.tti Beo, Frana e Vesima E+O | | Via Rubens | - | 3 | 6.024 | 10 | - | 602 | 602 | 36 | 756 | 1 |
| E | V.tti Cerusa | CI-6 Voltri | Ritorno vuoto | Via Voltri | - | 3 | 20.390 | 10 | - | 2.039 | 2.039 | 36 | 756 | 3 |
| E | CI-6 Voltri | V.tti Cerusa | | Via Voltri | - | 3 | 20.390 | 10 | - | 2.039 | 2.039 | 36 | 756 | 3 |
| E | V.tti Beo, Frana e Vesima E+O | CI-6 Voltri | Ritorno vuoto | Via Voltri | - | 3 | 4.867 | 10 | - | 487 | 487 | 36 | 756 | 1 |
| E | CI-6 Voltri | V.tti Beo, Frana e Vesima E+O | | Via Voltri | - | 3 | 6.024 | 10 | - | 602 | 602 | 36 | 756 | 1 |
| B | V.tti Cerusa | CI-6 Voltri | Ritorno vuoto | Viabilità portuale | - | 3 | 20.390 | 10 | - | 2.039 | 2.039 | 36 | 756 | 3 |
| B | CI-6 Voltri | V.tti Cerusa | | Viabilità portuale | - | 3 | 20.390 | 10 | - | 2.039 | 2.039 | 36 | 756 | 3 |
| B | V.tti Beo, Frana e Vesima E+O | CI-6 Voltri | Ritorno vuoto | Viabilità portuale | - | 3 | 4.867 | 10 | - | 487 | 487 | 36 | 756 | 1 |
| B | CI-6 Voltri | V.tti Beo, Frana e Vesima E+O | | Viabilità portuale | - | 3 | 6.024 | 10 | - | 602 | 602 | 36 | 756 | 1 |
| B | V.tti Leiro | CI-6 Voltri | Ritorno vuoto | Viabilità portuale | - | 3 | 19.285 | 10 | - | 1.929 | 1.929 | 36 | 756 | 3 |

Come si può vedere dalla seguente tabella riepilogativa (cfr. Tabella 7-7), la tratta viabile più caricata è la A (64 autocarri/giorno), che costituisce il percorso dei conci prefabbricati tra lo svincolo di Bolzaneto ed il sito di stoccaggio CI-15 posto sull'altra sponda del Polcevera.

A distanza segue la tratta B, che è il tragitto dove si riuniscono, a Voltri, le autobetoniere che portano il calcestruzzo prodotto all'impianto di betonaggio CI-03 di Voltri fino ai viadotti delle valli Cerusa, Leiro e all'area di Vesima.

| Codice | A | B | C | D | E | F |
|-----------------------------|----|----|---|---|---|---|
| Automezzi giorno | 64 | 12 | 5 | 5 | 7 | 2 |
| Totale automezzi utilizzati | 94 | | | | | |

Tabella 7-7 Numero di autocarri/giorno sulle viabilità locali

7.2.2 Traffico marittimo

La costruzione dell'opera a mare comporterà la presenza nel canale di calma di mezzi marittimi diversi a seconda delle operazioni di cantiere previste.

Per la posa dei cassoni è prevedibile l'utilizzo di rimorchiatori per il trasporto oltre a pontoni con gru durante le fasi di affondamento e alle imbarcazioni di appoggio e controllo (pilottine). Durante il versamento e la movimentazione dei materiali granulari saranno invece necessarie gru montate su pontoni, bettoline ecc. In particolare si prevede la presenza di:

- 1 pontone per la stesa del geotessuto sul fondale;
- 8 bettoline/giorno per il trasporto del materiale per la formazione dello scanno di imbasamento;
- 1 pontone con gru per la posa in opera;
- 2 rimorchiatori ogni tre giorni per il trasporto dei cassoni dal sito di prefabbricazione;
- 2 barche di appoggio;
- 2 pontoni con gru per le operazioni di varo ed affondamento dei cassoni;
- 12 bettoline/giorno per il trasporto del materiale di riempimento dei cassoni.

In concomitanza con le fasi costruttive, come precedentemente ricordato, sarà necessario ridurre l'ampiezza del tratto navigabile del canale ad una larghezza approssimativa di circa 30 m, dedicando l'area restante alle operazioni dei mezzi di cantiere.

Al fine di verificare che i requisiti necessari per una navigazione in condizioni di sicurezza rimangano soddisfatti anche in fase di realizzazione dell'opera, si è effettuato il dimensionamento della larghezza del canale secondo le linee guida riportate nel manuale PIANC¹⁰, in riferimento alle caratteristiche delle navi che vi possono transitare.

La larghezza al fondo del canale, nel caso di circolazione a senso unico, viene determinata tramite la seguente relazione:

$$w = w_{BM} + \sum_{i=1}^n w_i + w_{Br} + w_{Bg}$$

che per un canale a doppio senso di circolazione diventa:

$$w = 2w_{BM} + 2 \sum_{i=1}^n w_i + w_{Br} + w_{Bg} + w_p$$

in cui:

- w_{BM} = larghezza minima di manovra;
- w_i = incremento di larghezza per canali rettilinei determinato da fattori ambientali e condizioni di navigazione;
- w_{Br}, w_{Bg} = incrementi di larghezza che tengono conto del "bank effect";
- w_p = incremento di larghezza per canali a doppio senso di circolazione.

I diversi termini che concorrono alla determinazione della larghezza del canale sono determinati sulla base di quanto riportato nelle linee guida precedentemente citate.

Per il calcolo della larghezza e della profondità del canale si è fatto riferimento alle caratteristiche della motonave utilizzata per il trasporto pubblico ($L_{OA}=29.9$ m, $B=7.2$ m) che presenta dimensioni maggiori rispetto alle altre navi di progetto e risulta quindi dimensionante per i calcoli eseguiti; la velocità di transito delle imbarcazioni è stata considerata pari a 6 nodi, che rappresenta il limite fissato dall'Autorità Portuale all'interno del "Regolamento di sicurezza e dei servizi marittimi del Porto di Genova".

Nel calcolo si sono considerate condizioni meteomarine del sito tipiche di situazioni ricorrenti; per il moto ondoso nel canale si è considerata un'altezza di 1.5 m (tempo di ritorno 1 anno), che peraltro corrisponde alle condizioni limite di navigazione all'esterno del canale, e per il vento si è fatto riferimento ad una velocità (36 nodi) caratterizzata da un tempo di ritorno di 5 anni.

I risultati ottenuti nelle condizioni meteomarine di riferimento, riportati in Figura 7-4, evidenziano che la larghezza di 30 m del canale di calma (in relazione ad una circolazione a senso unico) è sufficiente a garantire la sicurezza della navigazione per le imbarcazioni che utilizzano attualmente il canale di calma.

È quindi ipotizzabile che per tutto il corso della costruzione dell'opera a mare che, come detto in precedenza, richiederà di ridurre l'ampiezza del tratto navigabile del canale ad una larghezza approssimativa di circa 30 m, il canale sia sottoposto a regime di traffico alternato e il transito sia limitato ai mezzi di soccorso e di collegamento urbano (navebus), ai fini di garantire i requisiti necessari per una navigazione in sicurezza.

¹⁰ PIANC (1995) "Approach Channels: Preliminary Guidelines" (First report of the joint Working Group PIANC and IAPH - Supplement to Bulletin no.87, April 1995)

Dimensioni caratteristiche della nave di progetto

| | | |
|--|-------|---|
| Lunghezza fuori tutto (L_{oa}) | 29.9 | m |
| Lunghezza tra le perpendicolari (L_{bp}) | 28.41 | m |
| Larghezza (B) | 7.20 | m |
| Pescaggio (T) | 2.50 | m |

Profondità del canale

Il rapporto "profondità/pescaggio" deve essere pari ad almeno 1.10 in acque protette, a 1.3 in acque con onde max da 1 m e 1.5 m in acque con onde ancor più alte, con periodi e direzioni di provenienza sfavorevoli. Tali valori tengono conto dello squat e delle incertezze di dragaggio e rilievo.

Nel caso in esame il valore consigliato di profondità è:

3.8 m

| | | |
|-------------------|-------|---|
| Profondità canale | 13.00 | m |
|-------------------|-------|---|

Larghezza del canale

Bacino di manovra (W_M) 1.3

| | | |
|--------------------------|---|-----|
| Manovrabilità della nave | g | 1.3 |
|--------------------------|---|-----|

"Bank effect" (W_B) 1

| | | |
|---------------------|---|-----|
| Tipo di sponda (dx) | b | 0.5 |
|---------------------|---|-----|

| | | |
|---------------------|---|-----|
| Tipo di sponda (sx) | b | 0.5 |
|---------------------|---|-----|

Condizioni ambientali (W_i) 1.5

| | | | |
|---------------------|---|------|-----|
| Velocità della nave | 6 | nodi | 0.0 |
|---------------------|---|------|-----|

| | | | |
|--------------------------------|----|------|-----|
| Velocità del vento trasversale | 36 | nodi | 1.0 |
|--------------------------------|----|------|-----|

| | | | |
|-------------------------------|---|------|-----|
| Velocità corrente trasversale | 0 | nodi | 0.0 |
|-------------------------------|---|------|-----|

| | | | |
|---------------------------------|-----|------|-----|
| Velocità corrente longitudinale | 0.5 | nodi | 0.0 |
|---------------------------------|-----|------|-----|

| | | | |
|------------------------------|-----|---|-----|
| Altezza d'onda significativa | 1.5 | m | 0.5 |
|------------------------------|-----|---|-----|

| | | |
|---------------------------|---|-----|
| Condizioni di navigazione | a | 0.0 |
|---------------------------|---|-----|

| | | |
|-----------------|---|-----|
| Tipo di fondale | s | 0.0 |
|-----------------|---|-----|

| | | |
|-----------------------|---|-----|
| Profondità del canale | 0 | 0.0 |
|-----------------------|---|-----|

| | | |
|-------------------------|---|-----|
| Pericolosità del carico | 1 | 0.0 |
|-------------------------|---|-----|

| | | | |
|--|---|-------|---|
| Larghezza al fondo del canale con circolazione a senso unico | = | 27.36 | m |
| Rapporto w/b | = | 3.8 | |

Figura 7-4 Dimensionamento della larghezza del canale secondo le linee guida riportate in "Approach channels - Preliminary guidelines" (Supplement to bulletin no 87 - april 1995)

8 GLI INTERVENTI E LE MISURE DI INSERIMENTO AMBIENTALE

8.1 PROTEZIONE DEL SISTEMA IDRICO

Al fine di assicurare una corretta gestione delle acque nelle aree di cantiere, sono stati progettati idonei sistemi per le tre aree di riferimento:

- Cantieri industriali
- Cantieri di imbocco
- Campo base

8.1.1 Cantieri industriali

Di seguito si riportano inoltre le principali caratteristiche comuni a tutti i campi industriali:

- Tutte le aree saranno opportunamente delimitate da recinzioni secondo le caratteristiche e dimensioni previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.
- Tutte le superfici saranno completamente asfaltate mediante pacchetto stradale realizzato con 20 cm di materiale arido stabilizzato, 10cm di base, 5 cm di binder e 4 cm di tappeto di usura.
- Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.
- Tutti i depositi di carburante (ove presenti) saranno conformi alla normativa vigente in materia (D.M. 19/03/1990 n. 76).

Le attività di lavorazione sui cantieri industriali comportano la generazione diretta o indiretta di acque reflue che, prima di essere immesse nel loro recapito finale, devono essere adeguatamente trattate.

Le origini delle acque reflue sono relative a:

- Acque meteoriche di dilavamento dei piazzali dei cantieri;
- Acque reflue civili.

Acque meteoriche di piazzale

Per il drenaggio delle acque meteoriche provenienti dai piazzali pavimentati si prevede di ricorrere a canalette prefabbricate di dimensioni 50x50cm con griglia carrabile ed a collettori interrati in c.a.v. di diametro variabile (generalmente inferiore a DN800mm) in funzione delle esigenze.

Al fine di minimizzare l'interferenza con gli impianti e la viabilità di cantiere le canalette sono state generalmente ubicate lungo il perimetro delle aree di cantiere e collegate mediante pozzetti disposti in funzione della configurazione planimetrica dell'area stessa.

Ciascuna area di cantiere è stata attrezzata con un impianto di disoleazione di prima pioggia di capienza variabile in funzione della superficie impermeabile da trattare, costituito da pozzetto deviatore, pozzetto separatore dei fanghi e separatore olii coalescente.

Si precisa che, in accordo a quanto previsto dalla Normativa, gli impianti sono dimensionati per il trattamento dei soli volumi di prima pioggia (AMPP) corrispondenti ad un'altezza d'acqua pari a 5mm.

Acque reflue civili

Le acque reflue civili saranno raccolte mediante un sistema di collettori in PVC DN160 e immesse in un apposito impianto di depurazione biologica (vasca tipo Imhoff) a valle del

quale è previsto un pozzetto per prelievo campioni e successivamente la restituzione al recettore esistente.

8.1.2 Cantieri di imbocco

Di seguito si riportano le principali caratteristiche comuni a tutti i cantieri di imbocco:

- Tutte le aree saranno opportunamente delimitate da recinzioni secondo le caratteristiche e dimensioni previste dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.
- Tutte le superfici saranno completamente asfaltate mediante pacchetto stradale realizzato con 20 cm di materiale arido stabilizzato, 10cm di base, 5 cm di binder e 4 cm di tappeto di usura.
- Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere, locali uffici, ricovero, depositi, ecc. saranno opportunamente appoggiati su idonei basamenti in cemento armato dimensionati per sopportare i carichi ivi presenti.
- Tutti i depositi di carburante (ove presenti) saranno conformi alla normativa vigente in materia (D.M. 19/03/1990 n. 76).
- Il drenaggio delle acque provenienti dai piazzali e dai parcheggi avviene mediante canalette e tubazioni in c.a.v. che recapitano in appositi impianti di depurazione.

Le attività di lavorazione sui cantieri di imbocco comportano la generazione diretta o indiretta di acque reflue che, prima di essere immesse nel loro recapito finale, devono essere adeguatamente trattate.

Le origini delle acque reflue sono relative a:

- Attività di avanzamento degli scavi della galleria;
- Acque meteoriche di dilavamento dei piazzali dei cantieri;
- Lavaggio ruote dei mezzi che trasportano il materiale scavato ed il calcestruzzo;
- Lavaggio delle canalette delle autobetoniere;
- Scarichi civili.

Per ogni singolo tipo di acque e per ogni area di cantiere è stata prevista una rete distinta di raccolta e convogliamento con immissione nell'impianto di depurazione ubicato nell'area di cantiere.

Si prevede il riutilizzo delle acque reflue industriali e meteoriche trattate mentre per le acque depurate in esubero, per le acque provenienti dai versanti si prevede lo scarico nei recettori esistenti.

Attività di avanzamento scavo

Le acque di drenaggio di falda provenienti dalla galleria durante i lavori, insieme ad eventuali residui delle lavorazioni, saranno raccolte ed inviate all'impianto di trattamento. Le acque di falda si presenteranno con portate variabili, dipendenti dalle stagioni, dallo scavo nei tratti più o meno permeabili o fratturati e dalla presenza di faglie.

A tal proposito sul collettore di adduzione all'impianto è stato previsto un pozzetto con misuratore di portata a stramazzo, con predisposizione per un'eventuale misura in continuo.

Acque meteoriche

Le acque meteoriche provenienti dai versanti ("acque pulite") e che non interferiscono con le aree dei cantieri verranno raccolte lungo i limiti del cantiere mediante fossi di guardia e convogliate direttamente nel loro recapito finale.

Per quanto riguarda lo smaltimento delle acque meteoriche delle aree dei cantieri, sono state previste reti di raccolta mediante canalette e collettori; per la quota parte relativa al volume di prima pioggia (AMPP) saranno convogliate nelle vasche di accumulo e successivamente all'impianto di trattamento, per la restante quota parte eccedente saranno recapitate direttamente al recettore esistente.

Si fa notare che anche le acque prodotte durante il lavaggio dei piazzali saranno recapitate nella rete di smaltimento acque meteoriche e di conseguenza saranno trattate.

A monte di ciascuna vasca di accumulo è stato previsto un pozzetto separatore diviso in due parti (camere) da uno stramazzone livellatore.

Lavaggio ruote

I mezzi che lasciano l'area di cantiere dovranno pulire i pneumatici passando attraverso un apposito manufatto di lavaggio munito di ugelli per il lavaggio delle superfici esterne ed interne delle ruote singole o gemellate. L'acqua di lavaggio sarà convogliata in una vasca di decantazione acque reflue e in seguito inviata all'impianto di trattamento per essere riutilizzata.

Lavaggio canale delle autobetoniere

I conglomerati cementizi per i rivestimenti della galleria saranno recapitati al cantiere mediante le autobetoniere, le quali, finito il getto dovranno pulire i dispositivi di scarico (le canne) prima di immettersi sulle strade pubbliche.

Il lavaggio delle canne delle betoniere verrà effettuato dalla riserva in dotazione della betoniera.

Per il lavaggio delle canne sarà realizzata una vasca di decantazione. L'acqua di sfioro dalla vasca sarà inviata all'impianto di trattamento.

Scarichi civili

Nei cantieri ove è stata prevista l'installazione di apprestamenti dotati di servizi igienico-sanitari il cantiere verrà attrezzato con un depuratore biologico (vasca Imhoff) per il trattamento dei liquami e la successiva restituzione al recettore. Sul collettore di smaltimento è stato previsto un pozzetto di ispezione per prelievo campioni.

8.1.3 Campo base

Vista la particolare conformazione plano-altimetrica dell'area del campo base, la gestione idraulica delle acque meteoriche è stata organizzata individuando 3 aree:

- Area 'A': zona alloggi dormitorio a quota +87m s.l.m.;
- Area 'B': zona uffici e zona parcheggio di area 1;
- Area 'C': zona alloggi e fabbricati a quota +78.5m s.l.m. e mensa.

Per ciascuna area sono state previste due reti distinte:

- Rete idraulica per il drenaggio delle acque provenienti dai versanti e dalle coperture dei fabbricati;
- Rete idraulica per il drenaggio delle acque provenienti dai piazzali e dai parcheggi.

Tali reti recapitano nella rispettiva condotta principale lungo la viabilità interna.

Le acque provenienti dai versanti e delle coperture dei fabbricati vengono raccolte mediante canalette eventualmente con griglia carrabile e tubazioni in c.a.v che recapitano direttamente ai recettori esistenti.

Le acque provenienti dai piazzali e dai parcheggi vengono raccolte mediante tubazioni in c.a.v. che recapitano in appositi impianti di disoleazione a gravità con separatore fanghi e separatore olii coalescente.

Si precisa che, in accordo a quanto previsto dalla Normativa, gli impianti sono dimensionati per il trattamento dei soli volumi di prima pioggia (AMPP) corrispondenti ad un'altezza d'acqua pari a 5mm.

Le acque reflue civili saranno raccolte mediante un sistema di collettori in PVC DN200 e pozzetti 60x60cm ogni 50m e immerse nella rete fognaria pubblica di raccolta delle acque nere in corrispondenza del varco di ingresso su Corso Perrone.

Sul collettore relativo agli scarichi di cucina sarà posto un manufatto de grassatore.

8.2 MITIGAZIONI PER POTENZIALE ISTERILIMENTO PUNTI D'ACQUA

Al fine di individuare le maggiori problematiche e le principali caratteristiche delle aree potenzialmente soggette a criticità per l'approvvigionamento idrico, è stato condotto un dettagliato studio idrogeologico, a cui si rimanda per maggiori dettagli (cfr. IDRO301). Nel seguito si riassumono gli interventi previsti per il mantenimento dell'approvvigionamento idrico in fase transitoria e di esercizio.

Sono state individuate nove aree in cui potenzialmente si potrebbero verificare effetti di isterilimento e criticità delle risorse idriche locali; otto sono ubicate in destra Polcevera e solo una in sinistra Polcevera.

In caso di compromissione delle risorse attualmente esistenti, durante la fase di scavo delle gallerie, si ipotizza un intervento di soccorso immediato, attraverso la predisposizione in campo di serbatoi di compenso, da ubicare in punti ottimali per un funzionamento a gravità e/o in prossimità dell'utenza; questi serbatoi possono essere parzialmente interrati e non presentano difficoltà tecniche di installazione. Una volta allacciati alla rete locale si ipotizza il rifornimento tramite autobotti con frequenza 1-2 giorni/settimana, in funzione delle esigenze/consumi dei singoli nuclei famigliari allacciati.

Questo schema di soccorso dovrà essere attivato prima che i lavori di scavo possano interessare le singole aree critiche in modo tale da poter far fronte all'eventuale emergenza in tempo reale.

Per la fase di esercizio, in concomitanza con l'eventuale riscontro di una o più interferenze si dovranno studiare, anche in affiancamento con gli Enti Gestori del Servizio Idrico Integrato, le soluzioni più opportune ed economicamente più vantaggiose per gli utenti, quali ad esempio:

- Utilizzo acqua drenata dalle gallerie;
- Prolungamento linea acquedotti esistenti, da valle e/o da monte;
- Potenziamento pozzi;
- Aumento capacità di invaso con nuovi serbatoi;
- Nuova rete di distribuzione con allaccio a rete esistente.

8.3 INTERVENTI ANTIRUMORE TEMPORANEI: CRITERI GENERALI

In linea generale, in fase di cantierizzazione sarà necessario ricercare e mettere in atto tutti i possibili accorgimenti tecnico organizzativi e/o interventi volti a rendere il clima acustico inferiore ai valori massimi indicati nella normativa tecnica nazionale e regionale. Nel caso tale condizione non fosse comunque raggiungibile, l'appaltatore dovrà effettuare delle valutazioni di dettaglio e, laddove necessario, richiedere al Comune una deroga ai valori limite, ai sensi delle vigenti normative in tema di acustica ambientale.

Nel presente paragrafo vengono quindi indicate le opere di mitigazione del rumore proponibili, nonché i provvedimenti tecnici atti a contenere il rumore nelle diverse situazioni riscontrabili all'interno delle aree di lavorazione.

Le opere di mitigazione del rumore proponibili per le aree di cantiere possono essere ricondotte a due categorie:

- interventi "attivi" finalizzati a ridurre alla fonte le emissioni di rumore
- interventi "passivi", finalizzati a intervenire sulla propagazione del rumore nell'ambiente esterno.

In termini generali, considerando che si pone la necessità di rispettare la normativa nazionale sui limiti di esposizione dei lavoratori (DL277 del 15 agosto 1991), è certamente preferibile adottare idonee soluzioni tecniche e gestionali in grado di limitare la rumorosità delle macchine e dei cicli di lavorazione, piuttosto che intervenire a difesa dei ricettori adiacenti alle aree di cantiere.

E' necessario dunque garantire, in fase di programmazione delle attività di cantiere, che operino macchinari e impianti di minima rumorosità intrinseca.

Successivamente, ad attività avviate, è importante effettuare una verifica puntuale su ricettori critici mediante monitoraggio, al fine di identificare le eventuali criticità residue e di conseguenza individuare le tecniche di mitigazione più idonee.

La riduzione delle emissioni direttamente sulla fonte di rumore può essere ottenuta tramite una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature, con opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e, infine, intervenendo quando possibile sulle modalità operazionali e di predisposizione del cantiere.

Vengono nel seguito riassunte in forma di check list le azioni finalizzate a limitare a monte il carico di rumore nelle aree di cantiere.

Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali:

- Selezione di macchine ed attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali.
- Impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate.
- Installazione, se già non previsti e in particolare sulle macchine di una certa potenza, di silenziatori sugli scarichi.
- Utilizzo di impianti fissi schermati.
- Utilizzo di gruppi elettrogeni e compressori di recente fabbricazione insonorizzati.

Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature:

- Eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione.
- Sostituzione dei pezzi usurati e che lasciano giochi.
- Controllo e serraggio delle giunzioni.

- Bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive.
- Verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori.
- Svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.

Modalità operazionali e predisposizione del cantiere:

- Orientamento degli impianti che hanno un'emissione direzionale in posizione di minima interferenza (ad esempio i ventilatori).
- Localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici o dalle aree più densamente abitate.
- Utilizzazione di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio.
- Limitazione allo stretto necessario delle attività nelle prime/ultime ore del periodo diurno (6-8 e 20-22).
- Imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati).
- Divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

Per quanto riguarda gli interventi "passivi", questi potranno consistere sostanzialmente nell'interposizione tra sorgente e ricettore di opportune schermature in grado di ottimizzare il clima acustico circostante.

In termini realizzativi tali obiettivi possono essere attuati ad esempio realizzando, al perimetro delle aree di cantiere, schermature provvisorie ottenute con materiali di stoccaggio, terreno rimosso, attrezzature inutilizzate.

8.4 LINEE GUIDA DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE IN FASE DI COSTRUZIONE

Le metodologie di monitoraggio ambientale, ipotizzate e descritte nella relazione MAM-GEN-003-R (a cui si rimanda per maggiori dettagli), sono tese alla valutazione degli effetti apportati dalle attività di costruzione del tracciato, di cantiere, di realizzazione della viabilità di servizio, nonché del successivo esercizio autostradale, sull'Ambiente Antropico, in termini di inquinamento atmosferico, da rumore e da vibrazioni, sull'Ambiente Idrico superficiale, sotterraneo e marino, a controllo dell'efficacia del sistema di conterminazione dell'opera a mare, sull'Assetto del territorio, in relazione alle situazioni morfologiche interferenti con potenziali ricettori sensibili.

Le finalità che hanno ispirato l'articolazione del progetto sono le seguenti:

- Documentare l'evolversi della situazione ante-operam al fine di verificare la naturale dinamica dei fenomeni ambientali in atto prima dell'inizio dei lavori.
- Garantire il controllo di situazioni specifiche fornendo indicazioni funzionali all'eventuale adeguamento della conduzione dei lavori alla luce di particolari esigenze ambientali.
- Segnalare il manifestarsi di eventuali anomalie ambientali, in modo da intervenire immediatamente evitando lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti della qualità ambientale.

- Accertare la reale efficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione degli impatti sull'ambiente idrico ed antropico.
- Adottare misure di contenimento degli eventuali effetti non previsti;
- Verificare le modifiche ambientali intervenute per effetto della realizzazione dell'opera, distinguendoli dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio.

Il "Monitoraggio Ambientale" si propone dunque di affrontare in modo approfondito e sistematico, la prevenzione, l'individuazione ed il controllo dei possibili effetti negativi arrecati all'ambiente dalla realizzazione della nuova opera autostradale.

Gli elementi di novità, introdotti dal progetto di Genova e messi in evidenza da alcune relazioni specialistiche contenute nel PD e nel SIA, sono la misura delle fibre di amianto a-reodisperse ed il controllo in acqua di mare. Con la rilevazione di queste tipologie qualitative il Monitoraggio Ambientale proposto ricopre in modo completo il controllo delle potenziali criticità previste a progetto.

Per quanto riguarda la fase di costruzione, sono previste attività di monitoraggio suddivise cronologicamente in due fasi:

- ante operam (12 mesi prima dell'avvio dei lavori);
- corso d'opera (o di costruzione).

I settori di riferimento sono riportati nella tabella che segue.

| Settore Ambientale | Descrizione |
|---|---|
| Ambiente Antropico: Atmosfera, Rumore e Vibrazioni | Indicatori chimico-fisici legati alla diffusione del rumore, della polluzione atmosferica e delle vibrazioni |
| Ambiente Idrico: Acque superficiali, sotterranee e marine | Indicatori chimico-fisici legati alla qualità ed al deflusso delle acque superficiali, sotterranee e marine. |
| Assetto del territorio | Indicatori fisici per movimenti profondi e gravitativi, in seguito all'esecuzione di scavi, provvisori o definitivi, in corrispondenza di aree particolarmente vulnerabili e di ricettori considerati sensibili |