1	09/2018	REVISIONE	MITIDIERI	FRESIA	CASSANI
0	11/2017	PRIMA EMISSIONE	MITIDIERI	FRESIA	CASSANI
Revisione	**Data**	**Oggetto revisione**	**Redatto**	**Verificato**	**Approvato**

REGIONE LIGURIA

#ItaliaSicura
Presidenza del Consiglio dei Ministri

COMUNE DI GENOVA

PIANO STRALCIO PER LE AREE METROPOLITANE E LE AREE URBANE CON ALTO LIVELLO DI POPOLAZIONE ESPOSTA AL RISCHIO DI ALLUVIONI

Presidenza del Consiglio dei Ministri

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
COMMISSARIO STRAORDINARIO
delegato per l'attuazione degli interventi inseriti nell'A.d.P. del 16.09.2010 e ss.ii.
(ex art. 10 del D.L. n. 91 del 24.06.2014)

Commissario straordinario
Dott. Giovanni TOTI

PROGETTISTI

CAPOGRUPPO MANDATARIA:

ROCKSOIL S.p.A.
CONSULENZA E ASSISTENZA TECNICA
nel campo della GEOINGEGNERIA

MANDANTI:

art ambiente risorse territorio

HYDRODATA INGEGNERIA DELLE RISORSE IDRICHE

Ing. Mario CANGIANO

Ing. Paolo GALLO

Ing. Francesco DE SANCTIS

Dott.ssa Francesca GIOMI

RESPONSABILE STRUTTURA COMMISSARIALE
Ing. Luca BERRUTI

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO
Ing. Stefano PINASCO

Progettista responsabile integrazioni prestazioni specialistiche e Direttore Tecnico della mandataria.
Rocksoil S.p.A.
Ing. Giovanna Cassani
Ord. Ingg. Milano N° 20997

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
DOTT. ING. CASSANI GIOVANNA
Sez. A Settori:
a) civile e ambientale
b) industriale
c) dell'informazione
n° A 20997

Progettista/Progettisti responsabili elaborato
ART ambiente risorse territorio s.r.l
Ing. Ivo Fresia
Ord. Ingg. Torino N° 3299X

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO
Dott. Ing. IVO FRESIA n. 3299X

Dott. Giovanni Carra
Ord. Geologi Emilia Romagna N° 643

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. GIOVANNI CARRA
Emilia-Romagna
GEOLOGO SEZ.A
N. 643 ALBO

Intervento/Opera

SECONDO LOTTO DEI LAVORI RELATIVI ALLA REALIZZAZIONE DELLA GALLERIA SCOLMATRICE DEL TORRENTE BISAGNO IN COMUNE DI GENOVA

PROGETTO ESECUTIVO

N° Progr. ----

Codice elaborato BIS2E - A - SIA01 - RE02 - 1

Oggetto della tavola

STUDI AMBIENTALI

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Studio di impatto ambientale - Sintesi non tecnica

Scala -

Data 14 SETT. 2018

Codice FILE BIS2E-A-SIA01-RE02-1.DWG

I DISEGNI E LE INFORMAZIONI IN ESSI CONTENUTE SONO PROPRIETA' ESCLUSIVA DELLA STRUTTURA COMMISSARIALE E NON POSSONO ESSERE MODIFICATI, RIPRODOTTI, RESI PUBBLICI O UTILIZZATI PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTI, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

INDICE

1 PREMESSA 3

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO 3

2.1 Opere sul torrente Bisagno 4

2.2 Opere in sotterraneo 5

2.3 Ripascimento arenili 6

2.4 Localizzazione e organizzazione aree di cantiere principali 6

2.5 Descrizione delle tecniche e accorgimenti per il contenimento degli impatti 8

2.5.1 Gestione delle acque di cantiere 8

2.6 Razionalizzazione viabilità di cantiere Ex Canile 11

2.7 Produzione e gestione materiali di scavo 13

2.7.1 Contenimento rumore e polveri 16

3 QUADRO DELLE TUTELE E DEI VINCOLI OPERANTI NELL'AREA D'NTERVENTO 17

4 ALTERNATIVE PROGETTUALI 18

4.1 Alternativa zero 18

4.2 Alternative progettuali 19

4.2.1 Alternativa progettuale n.1 20

4.2.2 Alternativa progettuale n.2 21

5 VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI DERIVANTI DALLA REALIZZAZIONE ED ESERCIZIO DELL'OPERA 22

5.1 Atmosfera 22

5.1.1 Fase di cantiere 22

5.1.2 Fase di esercizio 34

5.2 Acque superficiali 34

5.2.1 Fase di cantiere 34

5.2.2 Fase di esercizio 36

5.3 Acque marino-costiere 37

5.3.1 Fase di cantiere 37

5.3.2 Fase di esercizio 38

5.4 Suolo e sottosuolo 39

5.4.1 Fase di cantiere 39

5.4.2 Fase di esercizio 40

5.5 Acque sotterranee 40

5.5.1 Fase di cantiere 40

5.5.2 Fase di esercizio 41

5.6 Biodiversità 42

5.6.1 Ambiente Terrestre: Fase di cantiere 42

5.6.2 Ambiente Terrestre: Fase di esercizio 43

5.6.3 Ambiente marino costiero: Fase di cantiere 44

5.6.4 Ambiente marino costiero: Fase di esercizio 44

5.7 Rumore e Vibrazioni 45

5.7.1 Fase di cantiere 45

5.7.2 Fase di esercizio 47

5.8 Paesaggio, beni materiali e culturali 48

5.8.1 Fase di esercizio 59

5.9 Popolazione e salute pubblica 66

5.9.1 Fase di cantiere 66
5.9.2 Fase di esercizio 67
6 MISURE DI MITIGAZIONE E PREVENZIONE DEGLI IMPATTI **67**
6.1 Atmosfera 67
6.2 Acque superficiali 68
6.3 Acque marino-costiere 69
6.4 Suolo e sottosuolo 69
6.5 Acque sotterranee 70
6.6 Biodiversità 70
6.7 Rumore e Vibrazioni 72

1 PREMESSA

La presente relazione costituisce il documento di sintesi in linguaggio non tecnico relativo allo Studio di Impatto Ambientale (SIA) del "Progetto esecutivo del 2° lotto dei lavori relativi alla realizzazione della galleria scolmatrice del torrente Bisagno in comune di Genova".

La struttura e i contenuti del SIA sono definiti sulla base di quanto stabilito dall'Allegato VII "Contenuti dello Studio di Impatto Ambientale di cui all'articolo 22" della Parte seconda del D. Lgs. n. 152 del 2006 così come modificato dall'art. 22 del D. Lgs. n. 104 del 2017.

Il citato D.lgs. 104/2017, che si applica ai procedimenti di VIA avviati a partire dal 16 maggio 2017 (art. 23, comma 1), oltre ad apportare modifiche circa i tempi e i soggetti coinvolti nel procedimento di VIA, ridefinisce i contenuti dello Studio di Impatto Ambientale (SIA), delineando un nuovo approccio metodologico alle attività di analisi e valutazioni previste nell'ambito del SIA e stabilendo il superamento dell'articolazione del SIA nei tre quadri Progettuale, Pianificatorio e Ambientale, a seguito di abrogazione del D.P.C.M. 27 dicembre 1988 (art. 26, comma1, lettera b D.lgs. 104/2017).

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto in esame ha ad oggetto l'insieme di opere funzionali a intercettare le portate di piena intermedie del torrente Bisagno. Esso comprende oltre alla galleria scolmatrice, con sviluppo complessivo di 6.500 m circa, le opere di presa e sistemazione dell'alveo del torrente Bisagno, l'opera di presa sul rio Sciorba, gli interventi connessi allo sbocco a mare presso la spiaggia di San Giuliano, con il completamento del manufatto di convergenza della galleria Bisagno sulla galleria scolmatrice del torrente Fereggiano, i cui lavori sono in corso di completamento.

Il progetto prevede inoltre una serie di interventi di ripascimento di arenili realizzati utilizzando il materiale di scavo in esubero prodotto in cantiere, allo scopo di minimizzare i quantitativi di materiale da destinare a discarica.

Sia le opere in progetto che le aree di cantiere sono localizzate all'interno del territorio comunale di Genova, mentre i siti di ripascimento ricadono in parte nel comune di Genova e in parte nel comune di Arenzano.

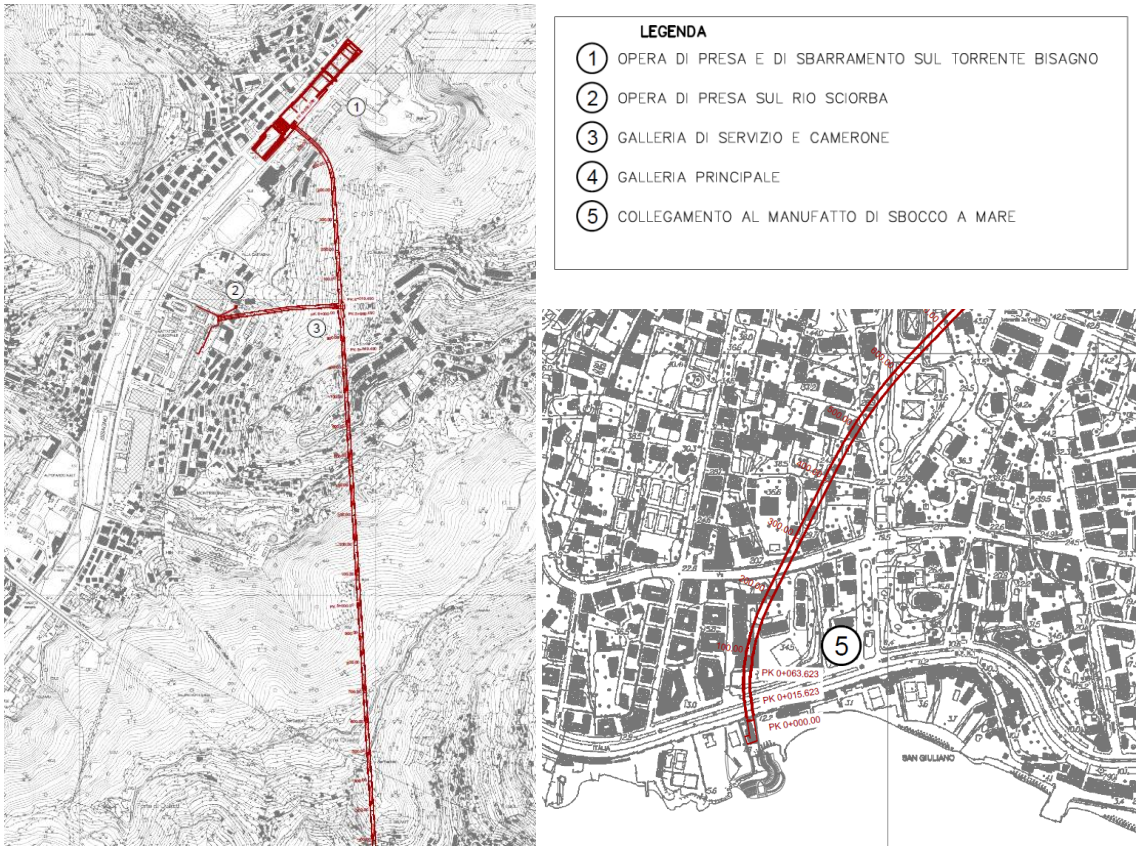


Figura 1-1 - Inquadramento generale dell'intervento

2.1 Opere sul torrente Bisagno

Il trasferimento di quota parte delle portate di piena alla galleria scolmatrice del Bisagno è garantito dalla realizzazione dei seguenti interventi da realizzare all'interno dell'alveo del torrente Bisagno:

- briglia selettiva con vasca di dissipazione e controbriglia: posta tra il ponte stradale Fleming e il ponte Gallo, poco a monte dell'esistente rampa di discesa in alveo, è prevista la realizzazione di un manufatto per la trattenuta dei corpi galleggianti trasportati a valle dalla corrente fluviale nel corso degli eventi di piena più gravosi;
- sistemazione idraulica del torrente: gli interventi di sistemazione hanno una lunghezza di circa 350 m nel tratto a monte dell'opera di sbarramento e di circa 100 m in quello a valle; la sistemazione prevede una risagomatura del fondo alveo con una pendenza pari al 5 per mille e la realizzazione di n. 5 soglie di fondo in c.a.. ;
- opera di presa con sfioratore longitudinale: l'opera di presa è costituita da un canale a cielo aperto a sezione rettangolare con larghezza variabile da 6 m a monte a 12 m a valle, posto in fregio alla sponda sinistra del corso d'acqua; lungo il muro di sponda del canale lato fiume, viene realizzato uno sfioratore laterale di lunghezza pari a 120 m, con profilo di sfioro di tipo Creager, provvisto di aeroforo lungo tutto lo sviluppo dello sfioratore, con bocca di presa collocata in corrispondenza del contatto tra il tratto curvo di monte e il muro di sponda;
- opera di sbarramento trasversale: ubicata poco a monte del ponte stradale Ugo Gallo, sarà costituita da una traversa a tre luci di ugual larghezza, presidiate da altrettante paratoie a settore; l'accesso alle paratoie e alla struttura nel suo complesso sarà garantito da due passerelle in carpenteria metallica e soletta in c.a.; completano l'opera un edificio di controllo e il manufatto per

l'alloggiamento dei panconi collocati su una struttura posta in adiacenza alla sponda sinistra elevata in alveo.

Sono inoltre previste le seguenti opere accessorie:

- passerella pedonale;
- edificio di controllo.

2.2 Opere in sotterraneo

L'impianto progettuale prevede che la galleria scolmatrice sia scavata per la maggior parte con sistema meccanizzato, impiegando una TBM da roccia di tipo aperto.

Lo stato dei luoghi (limitatezza delle aree disponibili nel contesto densamente urbanizzato), unitamente alle necessità costruttive (allineamento del tracciato) e alle esigenze strettamente connesse alla logistica di cantiere per l'assemblaggio della fresa hanno determinato la scelta di collocare in sotterraneo gli spazi adibiti all'assemblaggio stesso. In particolare si è reso necessario prevedere un camerone di montaggio posizionato lungo il tracciato della galleria scolmatrice la cui posizione consentisse di massimizzare il tratto di galleria sul quale avanzare con lo scavo meccanizzato.

Tale presupposto ha dettato l'individuazione del tracciato della "finestra di servizio" tramite la quale accedere dall'area di cantiere ubicata presso l'ex- canile comunale al camerone medesimo; la scelta dell'allineamento della finestra ha assecondato inoltre le ovvie esigenze legate alla limitazione dello sviluppo dello scavo in tradizionale (in ragione di una riduzione dei tempi e dei costi di realizzazione) nonché la necessità di seguire il corridoio di passaggio preferenziale individuato in corrispondenza dell'edificio scolastico di via Terpi.

La "finestra di servizio" presenta uno sviluppo pari a 406 m, sino all'attacco dello scavo del camerone di montaggio TBM.

Le geometrie del camerone di montaggio sono state definite congruentemente con l'esigenza di disporre di idonei spazi e volumi per l'assemblaggio della fresa; è prevista in particolare l'installazione di un carroponte di ingombro trasversale pari a circa 17.00 m e altezza di circa 16.00-17.00 m. Il lancio della fresa, ad assemblaggio effettuato, richiede l'apprestamento di un tratto di galleria di lunghezza sufficiente a ospitare il corpo macchina e la serie dei carri di back-up (allestimento con sviluppo complessivo pari a 130-140 m). La realizzazione della cosiddetta camera di lancio è stata prevista con metodo tradizionale di scavo, per una estensione di 120 m dalla parete sud del camerone di montaggio.

Per la realizzazione della galleria si procederà dal suddetto camerone verso monte con metodo tradizionale, mentre verso valle si procederà prevalentemente con sistema meccanizzato.

In particolare, verso monte, dal camerone sarà avviato lo scavo del tratto di galleria scolmatrice fino all'opera di presa/sbarramento sul Bisagno (ovvero della tratta di monte), per uno sviluppo complessivo di circa 650 m.

Lo scavo in roccia avverrà con metodo tradizionale e prevalente ricorso ad esplosivo, salvo l'applicazione del metodo di scavo denominato SUPERWEDGE nella tratta a più basse coperture, in corrispondenza di via Merello; tale metodologia operativa, basata sul principio del cuneo spaccaroccia, è stata specificatamente sviluppata per la demolizione di roccia con minimizzazione delle problematiche connesse all'emissione di rumore, vibrazione e polveri (dinamica di abbattimento basata sull'inserimento di cunei in fori con la conseguente formazione di fratture). Il settore terminale della galleria lungo via Merello, l'innesto di quest'ultima su via Adamoli, compreso il sotto attraversamento della stessa via Adamoli, saranno scavati entro i riporti antropici soprastanti la coltre detritico-alluvionale in posto, lo scavo pertanto avanzerà mediate mezzi meccanici ordinari, ricorrendo a sezioni tipo caratterizzate da importanti interventi di consolidamento, preconsolidamento e presostegno del cavo, in considerazione del modesto ricoprimento e della presenza

della viabilità di superficie. L'abbattimento dell'ultimo diaframma sulla vasca di dissipazione avverrà ad ultimazione delle lavorazioni su tutto lo sviluppo della galleria scolmatrice fino a mare (incluso la tratta scavata con fresa), eliminando in tale maniera qualsiasi fattore di rischio indotto dalla potenziale connessione idraulica del cantiere in sotterraneo con l'alveo del Bisagno.

Lo scavo con fresa TBM si svilupperà invece da valle del camerone, per 5.785 m dalla testata della camera di lancio, per innestarsi sul breve tratto di galleria scavato con metodo tradizionale, da mare, al di sotto di C.so Italia e del Forte San Giuliano. Quest'ultimo settore si estende per circa 64 m.

Anche per il tratto terminale della galleria, la scelta progettuale di intervenire con tecnica tradizionale di scavo è discesa dalla delicatezza del contesto, caratterizzato da modestissime coperture in corrispondenza dell'asse stradale di C.so Italia e del Forte San Giuliano, unitamente alla constatazione delle specifiche condizioni geomeccaniche dell'ammasso interessato dallo scavo nonché della natura dei materiali di riporto sotto il sedime di C.so Italia. Sono state nello specifico previste sezioni di avanzamento caratterizzate da interventi di consolidamento e preconsolidamento/presostegno al contorno e al fronte, molto più efficacemente attuabili con metodo di scavo tradizionale piuttosto che con sistema meccanizzato.

2.3 Ripascimento arenili

Si è già indicato in precedenza come dal punto di vista quantitativo le scelte progettuali ad oggi definite individuano volumi di materiali di scavo in galleria (valutati in banco) a circa 721.000 m³, con la possibilità di reimpiegarne significative quantità per il ripascimento degli arenili.

A tale proposito è stata condotta una specifica attività di verifica dei siti ottimali per la realizzazione di interventi di ripascimento strutturale, tali cioè da garantire la disponibilità di volumi congruenti con le necessità del cantiere.

Come indicato nella tabella sottostante (per maggiori dettagli si rimanda alla specifica relazione allegata al presente progetto esecutivo), ad oggi sono state individuate le seguenti aree, per un volume complessivo disponibile pari a circa 360.675 m³ (stesi).

Siti di ripascimento	Distanza media dal cantiere [km]	Ripascimento stagionale [m³]	Ripascimento strutturale [m³]
Arenzano	40	3.570	85.080
Vesima	27	0	61.440
Voltri	24	0	129.375
C.so Italia	7 + 2 miglia	0	30.000
Sturla	7 + 3 miglia	0	35.750
Levante	7 + 5 miglia	1.080	14.380
TOTALE		**4.650**	**356.025**
TOTALE		**8.700**	**384.800**

Tabella 1 – Quantitativi di materiale di cui è previsto l'impiego per ripascimento.

2.4 Localizzazione e organizzazione aree di cantiere principali

Le aree di cantiere principali sono costituite dall'ex Canile municipale, in corrispondenza dell'accesso al sottosuolo per la realizzazione dei tronchi di galleria e rappresenta l'area principale di accantieramento, e dall'area di sbocco a mare, nei pressi di C.so Italia.

In corrispondenza dell'area di cantiere dell'ex Canile municipale si prevede la realizzazione di spazi di servizio e di installazioni temporanee finalizzate a garantire l'esecuzione delle opere, minimizzando gli scambi con l'esterno e, in particolare, i trasporti sulla viabilità ordinaria.

La realizzazione dell'area di cantiere avverrà a seguito della demolizione dei fabbricati attualmente presenti all'interno del perimetro i quali saranno sostituiti da un unico volume coperto, destinato ad ospitare gli impianti a maggiori emissioni di rumore e polveri da utilizzare per frantumazione, vagliatura e lavaggio dello smarino.

All'interno dell'area di cantiere si svilupperanno infatti le attività di gestione dei materiali di scavo e le forniture di materiali per la costruzione della galleria. La gestione dei materiali comprende i trattamenti necessari per rendere immediatamente utilizzabile lo smarino sia per la produzione del calcestruzzo sia per gli interventi di ripascimento previsti ai fini della minimizzazione dei quantitativi destinati a discarica.

A tale scopo sarà infatti installato all'interno di un edificio appositamente realizzato, un impianto di frantumazione, lavaggio e vagliatura dell'inerte il quale, per i quantitativi necessari alla realizzazione dell'opera, sarà destinato ad alimentare l'impianto di betonaggio nonché gli interventi di ripascimento delle spiagge.

A tale proposito, come verrà meglio dettagliato nel seguito, si specifica come l'impianto di betonaggio sarà posizionato inizialmente in superficie, nei pressi dell'imbocco della galleria di servizio, e sarà poi trasferito all'interno della galleria in corrispondenza del camerone di montaggio della fresa di scavo.

La quota di materiale di scavo non utilizzata per il confezionamento del cls, in funzione delle proprie caratteristiche litologiche e litotecniche, variabili in funzione della tipologia di rocce attraversate durante lo scavo, sarà destinata prioritariamente al ripascimento degli arenili, in funzione dei quantitativi autorizzati, infine a centri di recupero inerti.

Il traffico in uscita dal cantiere sulla viabilità ordinaria (via Adamoli) avverrà tramite una rotatoria di nuova realizzazione che permetterà la gestione del traffico e l'uscita in sicurezza nelle due direzioni di marcia.

L'opera di imbocco alla galleria di servizio richiede un consistente interventi di consolidamento del versante sovrastante (già descritto nel par. 2.4 della presente relazione). Tale opera sarà la prima ad essere realizzata in fase di avvio dei lavori e rimarrà fino al termine dello scavo e del completamento delle gallerie.

Terminata la fase di realizzazione dell'intervento complessivo, l'opera di imbocco nel suo complesso sarà soggetta ad un intervento di recupero morfologico, finalizzato a minimizzare l'impatto visivo residuo.

Circa il cantiere di sbocco, si evidenzia che allo scopo di ridurre al massimo la durata delle attività in corrispondenza dello sbocco, queste ultime non verranno avviate contestualmente all'avvio dei lavori nelle aree di cantiere di monte. A tale proposito si evidenzia come dal cantiere di sbocco verrà realizzata una porzione limitata di galleria verso monte, con sistema di scavo in tradizionale, per una lunghezza pari a circa 65 m, funzionale all'estrazione della TBM e al suo smontaggio.

Infatti la esigua copertura in corrispondenza di C.so Italia rende impossibile procedere alla realizzazione dello scavo con tecnologia meccanizzata fino allo sbocco.

Le opere in corrispondenza di C.so Italia verranno pertanto avviate in modo da raggiungere il diaframma di separazione tra i due tratti di galleria appena dopo la esecuzione delle ultime porzioni di scavo con TBM, in corrispondenza della progr. 0+065 circa.

L'area di intervento corrisponde all'area del cantiere attualmente occupata per la realizzazione della galleria scolmatrice del Fereggiano, nell'ambito del quale è prevista la realizzazione del manufatto di sbocco, idoneo per il raccordo con il tratto terminale della galleria del Bisagno.

Per una descrizione di dettaglio del layout di cantiere e delle modalità di gestione dello stesso, si rimanda alla relativa relazione descrittiva (Elaborato BIS2E-A-CAN00-RE01-1).

Preme ricordare in questa sede come a conclusione delle attività e a seguito dello smantellamento dei cantieri, il progetto prevede specifici interventi di inserimento paesaggistico e ambientale delle aree liberate

dai cantiere (per una descrizione di dettaglio degli interventi di inserimento si vedano gli elaborati BIS2E-A-IPA01-RE01-1 e BIS2E-A-IPA02-RE01-1 e relativi elaborati grafici).

2.5 Descrizione delle tecniche e accorgimenti per il contenimento degli impatti

Il contenimento dell'impatto ambientale determinato dalla realizzazione dell'intervento è perseguito sia attraverso l'adozione di soluzioni progettuali che di tecniche in grado di prevenire a monte la produzione di impatti.

Circa le ricadute in termini ambientali delle principali scelte progettuali si è detto nei capitoli precedenti, mentre nel seguito si analizzano alcune delle scelte operate nell'ambito della gestione dei cantieri, al fine di contenere il consumo di risorse (acque, materie prime) e i principali impatti sull'ambiente (in primo luogo rumore e dispersione polveri).

2.5.1 Gestione delle acque di cantiere

L'area di cantiere ex-Canile prevede una serie di installazioni idroesigenti che inoltre produrranno acque di scarico di diversa tipologia.

Al fine di contenere il consumo di acqua sono stati previsti sistemi di trattamento e ricircolo per le principali lavorazioni idroesigenti, ovvero, il sistema di lavaggio inerti, l'impianto di confezionamento del calcestruzzo, l'impianto di escavazione della galleria e il lavaruote, che operano a ciclo idrico chiuso, con capacità di riciclo che raggiungono anche il 90% dei fabbisogni per ciclo.

In considerazione dei diversi sistemi a ciclo chiuso previsti per le attività maggiormente idroesigenti, ai fini di una semplificazione del sistema di gestione delle acque all'interno del cantiere, le rimanenti quantità di acque richieste vengono approvvigionate da acquedotto, secondo le modalità descritte nel seguito.

Approvvigionamento delle acque

L'approvvigionamento della risorsa idrica avverrà dalla condotta di acquedotto comunale presente su via Adamoli, previa installazione di un contatore dedicato al cantiere.

A valle del contatore l'acqua sarà distribuita alle seguenti utenze:

- baracche di cantiere per le utenze civili;
- reintegro dell'impianto lavaruote a ciclo idrico chiuso;
- reintegro dell'impianto di lavaggio inerti;
- riempimento della vasca di stoccaggio dalla quale vengono prelevate le acque per il reintegro dell'impianto di betonaggio e il reintegro dell'impianto di escavazione della galleria.

Acque meteoriche

L'area di cantiere sarà opportunamente pavimentata con strato bituminoso praticamente impermeabile. Le pendenze saranno realizzate per convogliare le acque verso la rete di raccolta prevista e per evitare che le acque interne al cantiere possano interessare aree esterne.

L'area centrale, avente una superficie pari a circa 4400 m^2, convoglierà le acque meteoriche verso una canaletta grigliata centrale di lunghezza 50 m, larghezza pari a 50 cm, altezza variabile da 50 a 100 cm e pendenza del fondo pari a 1%.

L'area più a sud, di superficie pari a 1500 m^2 convoglierà le acque all'interno del collettore principale attraverso una serie di caditoie sul lato ovest del piazzale.

L'ente gestore della rete fognaria pubblica non risulta nelle condizioni di ricevere acque derivanti da lavorazioni o prima pioggia del cantiere, pertanto si propende per una soluzione di trattamento delle acque di dilavamento senza distinzione tra le acque di prima e seconda pioggia, ovvero tutte le acque raccolte dalla rete passeranno attraverso un sistema di trattamento in continuo composto da un comparto di sedimentazione/sfangamento e uno di disoleazione, prima di scaricare in acque superficiali. Gli impianti saranno pertanto dimensionati sulle portate meteoriche di punta.

La rete del piazzale centrale scaricherà nel rio Sciorba, deviato secondo la configurazione di progetto. Il piazzale sud scaricherà nel rio Superiore.

Acque reflue civili

L'acqua potabile dell'acquedotto sarà collegata alle utenze civili delle baracche di cantiere. I reflui prodotti, da considerarsi di tipo domestico, saranno scaricati con apposita rete alla condotta di pubblica fognatura presente in prossimità dell'area.

Acque di galleria

Le acque provenienti dalla galleria sono costituite dalle venute interne dovute alle infiltrazioni all'interno dell'ammasso in perforazione e verranno pompate in superficie per garantire la tenuta in asciutto dell'area di scavo.

Tali acque, pari a un valore massimo di portata stimato pari a circa 14 l/s, possono potenzialmente veicolare materiale litoide pertanto si prevede che vengano trattate all'interno dell'impianto di sedimentazione/disoleazione utilizzato per le acque di piazzale, prima dello scarico nel rio Sciorba.

Le acque ausiliarie alla fresa sono ricircolate all'interno di un sistema chiuso e non ricadono pertanto nel sistema di gestione delle acque di cantiere. L'integrazione del circuito sarà approvvigionata dalle vasche di stoccaggio di acqua potabile previste in prossimità dell'ingresso della zona di cantiere.

Impianto lavaruote

L'impianto consiste in una pedana attrezzata con ugelli per il lavaggio delle ruote degli automezzi durante il loro passaggio. L'acqua utilizzata per il lavaggio viene raccolta e inviata, tramite il gruppo pompe di rilancio, nell'impianto di trattamento ad essa dedicato per l'eliminazione dei fanghi accumulati. **L'acqua trattata viene riutilizzata a ciclo chiuso per i successivi lavaggi** e non necessita pertanto di alcun scarico nella rete fognaria. Poiché le acque di lavaggio delle ruote sono contaminate principalmente da solidi in sospensione, sono previsti i seguenti trattamenti delle acque: dissabbiatura, disoleazione e chiarificazione con l'impiego di un prodotto flocculante. I fanghi derivanti dal processo saranno estratti dall'impianto tramite sollevamento a catena e smaltiti in discarica come rifiuti.

L'acqua perduta nella fase di lavaggio, e in parte per evaporazione, è stimata pari a circa il 10 % e sarà reintegrata da acquedotto nella vasca di stoccaggio delle acque depurate.

Impianto di lavaggio inerti

Nell'area di cantiere ex-Canile è prevista l'installazione di un impianto di lavaggio e recupero degli inerti provenienti dall'escavazione della galleria. Una parte dell'impianto sarà collocata all'interno del capannone previsto in progetto, mentre lo stadio finale di estrazione di particelle fini con idrociclone sarà collocato in prossimità dell'area baracche.

L'impianto richiede un **flusso d'acqua medio pari a 33 l/s che viene costantemente riciclata in un impianto chiuso**, non determinando di fatto scarichi. Circa il 10% del volume risulta perso da ogni ciclo, pertanto l'impianto dovrà essere integrato da acquedotto per una portata media di 3,3 l/s.

Schema di gestione delle acque di cantiere

Sulla base di quanto descritto in precedenza è possibile rappresentare il ciclo di approvvigionamento delle acque secondo il seguente schema (Figura 1-2 e Figura 1-3):

L'acqua derivata da acquedotto comunale sarà utilizzata per i seguenti usi:

- integrazione al circuito del dispositivo lavaruote;
- integrazione del circuito di lavaggio inerti;
- riempimento della vasca di stoccaggio acqua (40 m^3) utilizzata per il confezionamento del calcestruzzo e le acque di servizio alla fresa T.B.M.;
- domestici e civili delle baracche di cantiere.

Lo scarico delle acque reflue delle baracche di cantiere sarà recapitato in pubblica fognatura.

Le acque meteoriche di piazzale e quelle di venuta provenienti dalla galleria subiranno un trattamento di sedimentazione e disoleazione prima dello scarico nei rii Sciorba e Superiore.

Per l'esatta localizzazione degli scarichi di cantiere si rimanda all'elaborato di progetto BIS2E-A-CAN03-PL13-0 "Rete di smaltimento delle acque meteoriche e di trattamento delle acque reflue".

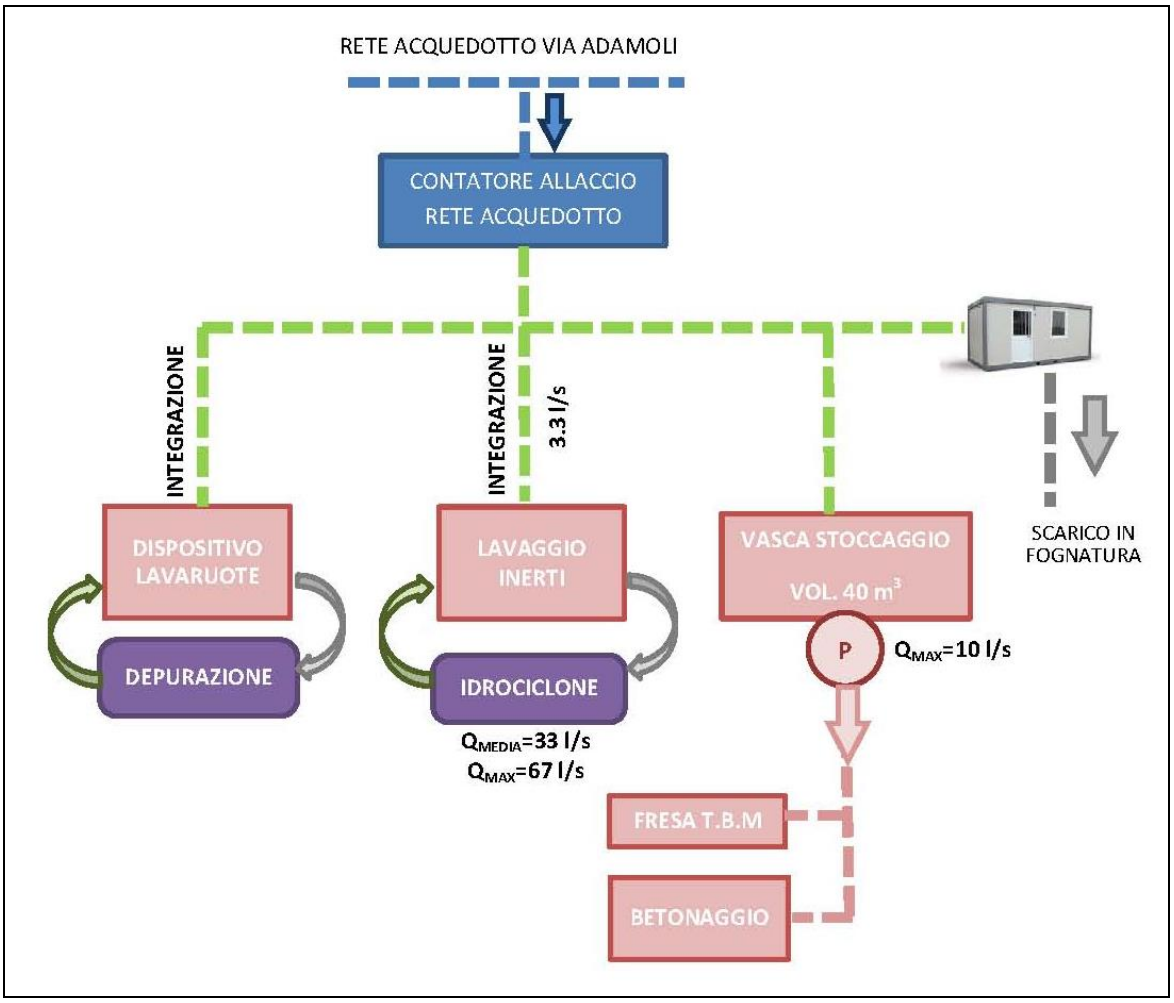


Figura 1-2 – Diagramma di flusso per l'approvvigionamento e utilizzo dell'acqua di cantiere.

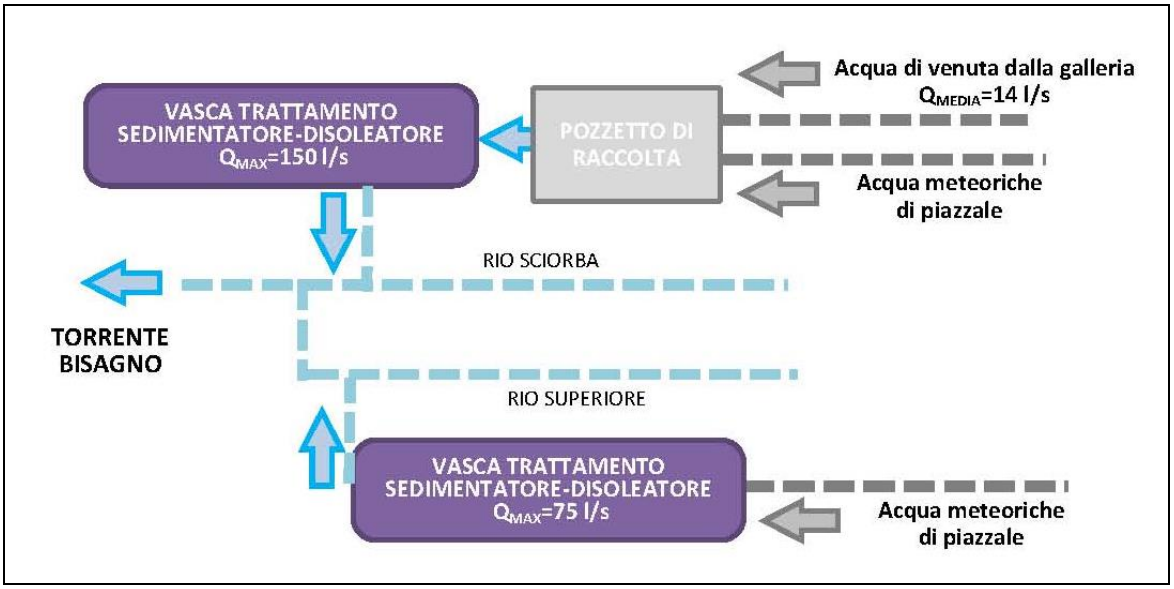


Figura 1-3 – Diagramma di flusso per lo scarico delle acque meteoriche e di galleria.

2.6 Razionalizzazione viabilità di cantiere Ex Canile

La rete viaria di accesso al cantiere, con particolare riferimento a quella di collegamento con la rete autostradale è costituita dall'allineamento, lungo la sponda sinistra del Bisagno, di via Adamoli, del Lungo Bisagno Istria e del Lungo Bisagno Dalmazia. Verso il centro della città, proprio lungo la citata arteria, è presente lo svincolo per l'autostrada Genova Est che conduce, attraversando il torrente in corrispondenza di un esteso tratto tombato, alla barriera autostradale (Figura 1-4).

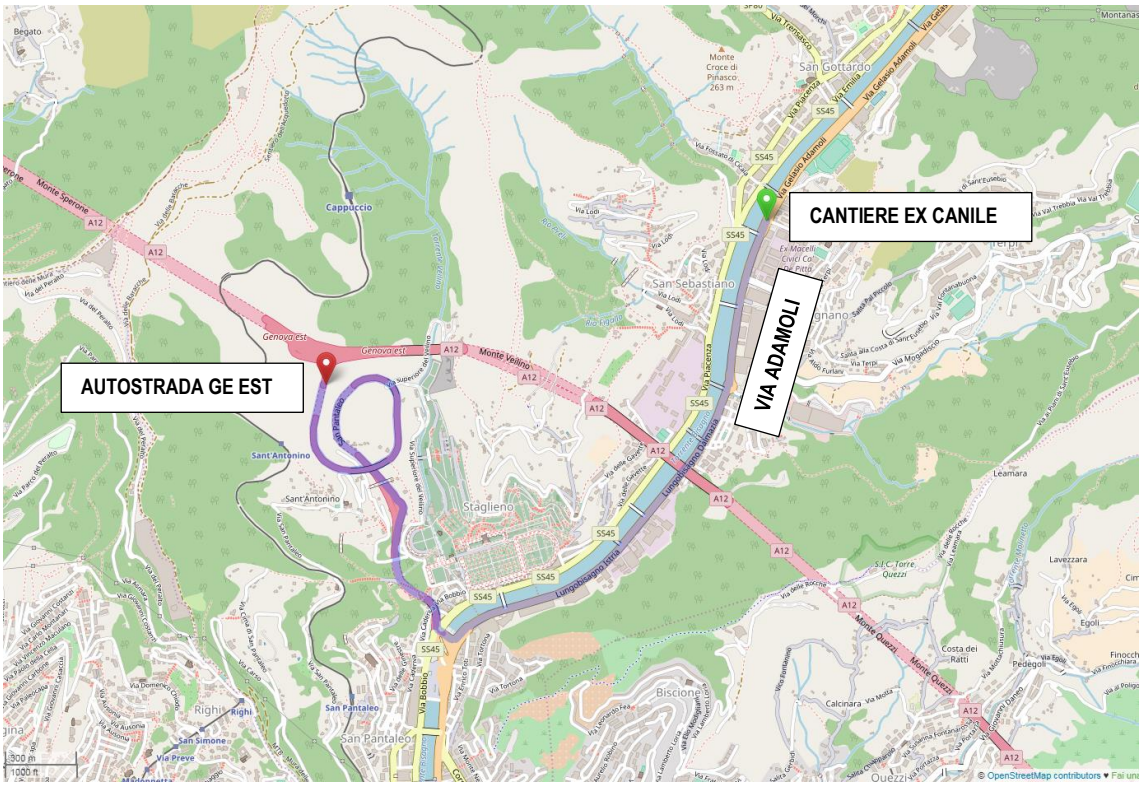


Figura 1-4 – Schema viario di collegamento del cantiere Ex Canile con la rete autostradale.

I dati del traffico su Via G. Adamoli sono stati forniti dall'ufficio settore regolazione della direzione mobilità del Comune di Genova che svolge regolarmente censimenti puntuali del traffico e sono già stati ampiamente descritti nel documento relativo alla valutazione dell'impatto acustico dell'opera.

La seguente tabella sintetizza i risultati di una campagna di indagine di durata settimanale che mostra l'entità del traffico lungo la viabilità di riferimento ed in particolare l'incidenza del traffico pesante sul totale.

Strada – Via G.Adamoli (Lungo Bisagno Istria e L.B. Dalmazia)	**TMd**	**%Pd**	**TMn**	**%Pe**
Lunedì 9 maggio 2016	1890	18	298	12
Martedì 10 maggio 2016	1959	19	318	12
Mercoledì 11 maggio 2016	2003	18	332	13
Giovedì 05 maggio 2016	2009	19	336	12
Venerdì 06 maggio 2016	2076	19	377	11
Sabato 07 maggio 2016	1687	16	347	8

TMd – Numero medio di transiti orari durante il periodo diurno (06.00-22.00)
TMn – Numero medio di transiti orari durante il periodo notturno (22.00-06.00)
%P –percentuale di veicoli pesanti durante ogni singolo periodo

Tabella 2 – Dati del traffico su Via Adamoli.

I passaggi orari durante il periodo diurno rimangono estremamente elevati, nell'ordine dei 2.000 all'ora e l'incidenza dei mezzi pesanti si attesta sul 18 % circa. Allo stato attuale, pertanto, durante il periodo diurno (06.00-22.00) transitano circa 380 automezzi pesanti ogni ora mentre durante il periodo notturno ne transitano circa 40.

Le caratteristiche della viabilità considerata rimangono costanti lungo tutto il percorso individuato e sono proprie di una viabilità ad alto scorrimento con due corsie per ogni senso di marcia (Tabella 3).

Lungo il tratto considerato sono presenti 10 impianti semaforici e una rotonda che limitano di fatto la velocità di transito, rendendo agevoli le immissioni dalle vie laterali e dai ponti sul Bisagno.

Caratteristiche funzionali	**Via Adamoli (Lungo Bisagno Istria e Lungo Bisagno Dalmazia)**
- funzione nella rete urbana	- interquartiere (rete principale)
- movimento servito	- asse di fondovalle/tangenziale
- servizio offerto	- buona capacità di trasporto
	- sicurezza a media velocità
	- condizionamento reciproco fra gli utenti crescente con il flusso veicolare
	- velocità e comfort fortemente variabili in ragione del flusso veicolare presente (qualità e composizione del traffico)
- requisiti di sicurezza	- sistemazione infrastrutturale per quanto possibile omogenea
- componenti di traffico ammesse	- tutte senza limitazioni
- accessi	- presenti lungo il tracciato
- corsie di emergenza e piazzole di sosta	- non presenti
- separazione dei sensi di circolazione	- mediante segnaletica

Tabella 3 – Caratteristiche funzionali Via Adamoli.

La realizzazione della nuova rotatoria di accesso al cantiere agevolerà l'immissione nel traffico degli automezzi in uscita dal cantiere senza interrompere il flusso lungo via Adamoli (Figura 1-5).

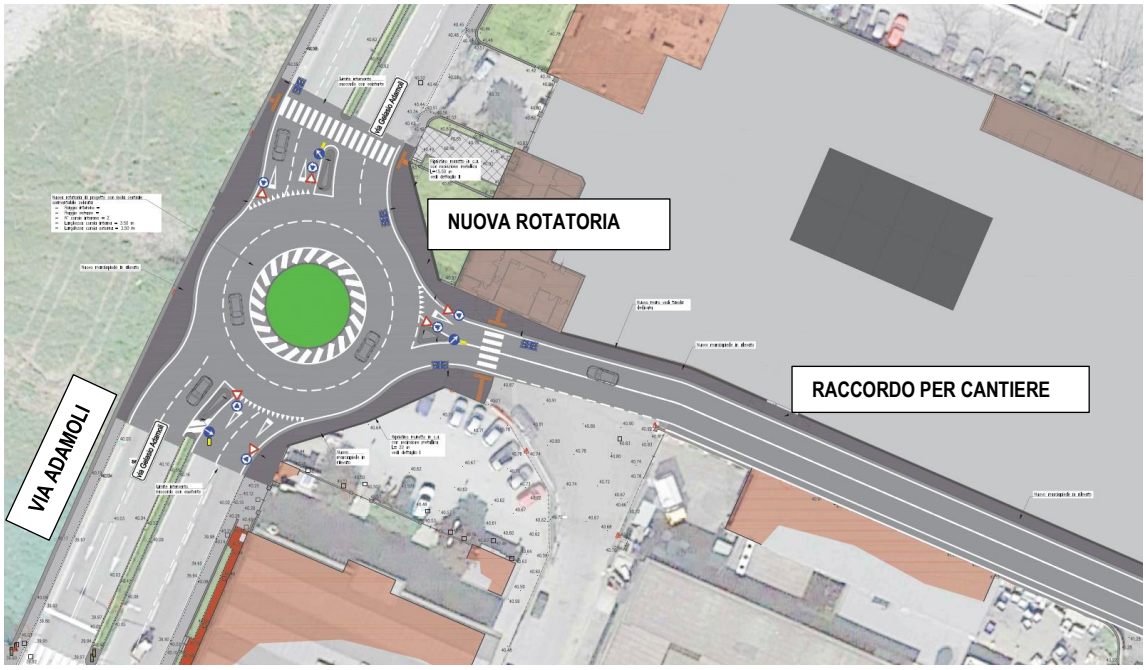


Figura 1-5 – Rotatoria di accesso al cantiere Ex Canile.

2.7 Produzione e gestione materiali di scavo

Il riutilizzo del materiale da scavo prodotto in cantiere assicura una riduzione drastica del consumo di risorse naturali riducendo, nel contempo, drasticamente la produzione di rifiuti.

I volumi di materiali di scavo prodotti nell'ambito del cantiere ammontano complessivamente a circa 809.200 m³ valutati in banco, suddivisi in differenti ambiti del cantiere:

- Ambito alveo Bisagno: 75.170 m³;
- Ambito ex-canile: 726.253 m³, suddivisi nell'area del cantiere (22.568 m³) e della galleria (703.685 m³);
- Ambito sbocco (C.so Italia): 7.750 m³.

Si prevede di reimpiegare per la produzione del cls necessario per l'opera circa 87.500 m³. Il rimanente quantitativo di materiale, sarà destinato in massima parte al reimpiego all'esterno dell'area di cantiere per il ripascimento degli arenili e, in misura minore, sarà destinato a discarica, qualora abbia caratteristiche non compatibili con gli usi previsti.

Per la dettagliata descrizione delle modalità di gestione del materiale si rimanda all'elaborato BIS2E-A-CAN02-RE01-1, mentre nel seguito si riporta una sintesi dei percorsi previsti per il trasporto delle terre e rocce da scavo tra le diverse aree impiegate nel processo di gestione, la cui rappresentazione grafica è riportata negli elaborati BIS2EACAN02PL050 e BIS2EACAN02PL060 del progetto esecutivo a cui si rimanda per i dettagli.

Ai fini dell'individuazione dei percorsi seguiti dai mezzi in uscita dalla tre aree di cantiere e di conseguenza per la definizione dei flussi complessivi sui vari tronchi di viabilità, sono state classificate le destinazioni prevedibili in base agli schemi grafici riportati nelle seguenti Figura 1-6 e Figura 1-7.

In particolare, i tronchi di viabilità considerati sono i seguenti:

Viabilità Urbana

- ADAMOLI NORD : rappresenta il tratto stradale in uscita dal cantiere ex Canile comprendente il Cantiere alveo Bisagno ed gli impianti di recupero inerti posti a nord di ques'ultimo;
- ADAMOLI SUD AUTOSTRADA tratto stradale comprendente Lungo Bisagno Dalmazia fino all'ingresso in autostrada GE Est;
- ADAMOLI SUD DEPOSITO FOCE è costituito dalla viabilità di collegamento del cantiere Ex Canile con l'area di deposito "Molo foce Bisagno", comprendente Lungo Bisagno Dalmazia Corso De Stefanis, Corso Sardegna e Corso Torino;
- ADAMOLI SUD LEVANTE rappresenta la prosecuzione verso levante della viabilità necessaria per raggiungere i siti di ripascimento accessibili via terra ovvero Via Barabino, Via Righetti e Via dei Mille;
- USCITA PRA VERSO AREA DEPOSITO VOLTRI Viabilità urbana e in ambito portuale per l'area di deposito della spiaggia di Voltri;
- USCITA ARENZANO E VIABILITÀ URBANA Viabilità urbana tra casello autostradale e spiagge oggetto di ripascimento via terra;

Viabilità Autostradale

- GENOVA EST - GENOVA PRÀ è il tratto autostradale compreso tra l'ingresso in autostrada GE EST e l'uscita dal casello GE PRA
- GENOVA PRÀ – ARENZANO è il tratto autostradale compreso tra l'uscita dal casello GE PRA e Arenzano
- OLTRE ARENZANO tratto autostradale verso Savona e Imperia

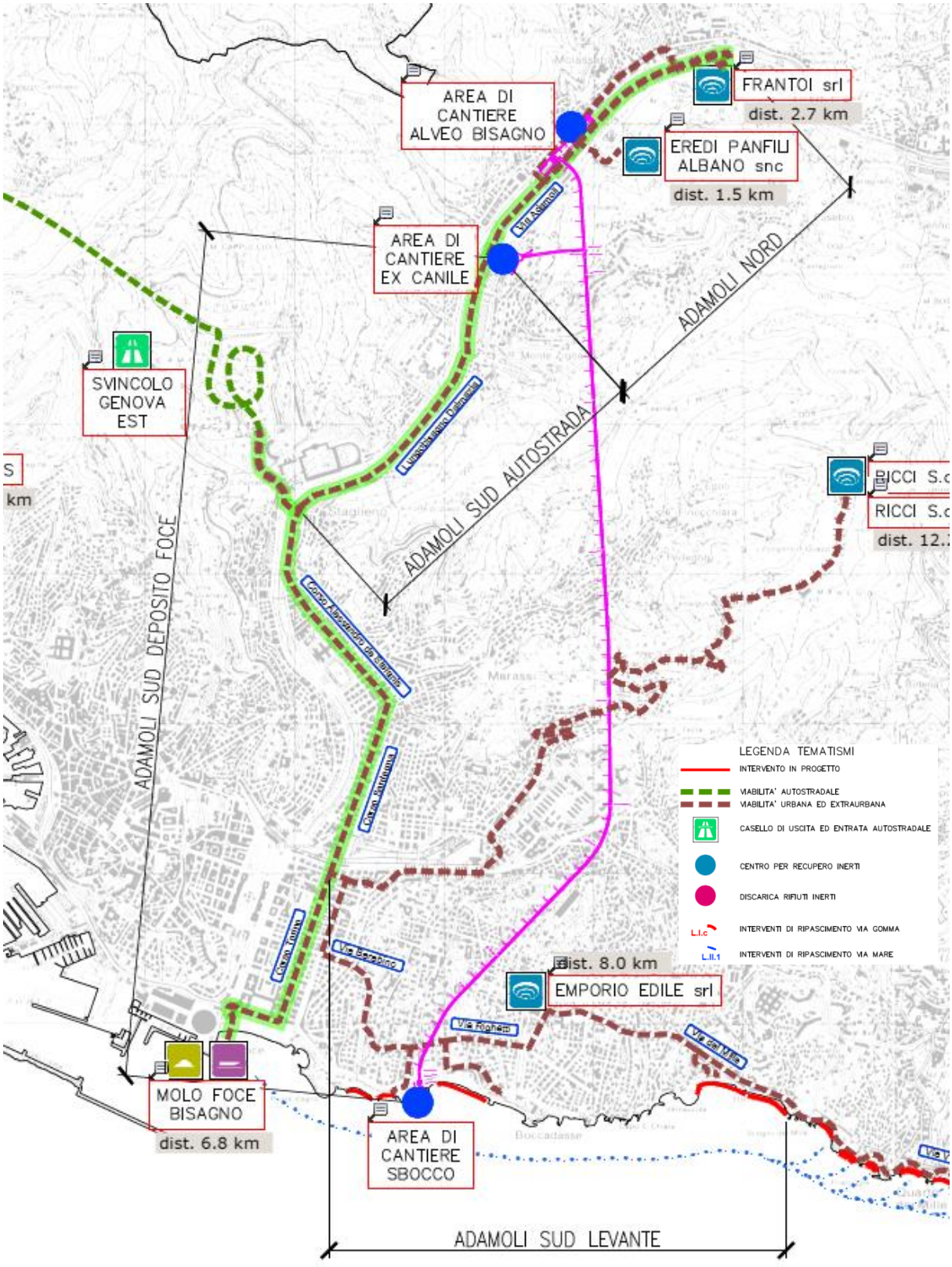


Figura 1-6 – Stralcio Planimetria con indicazione dei siti di destinazione della viabilità principale in area urbana

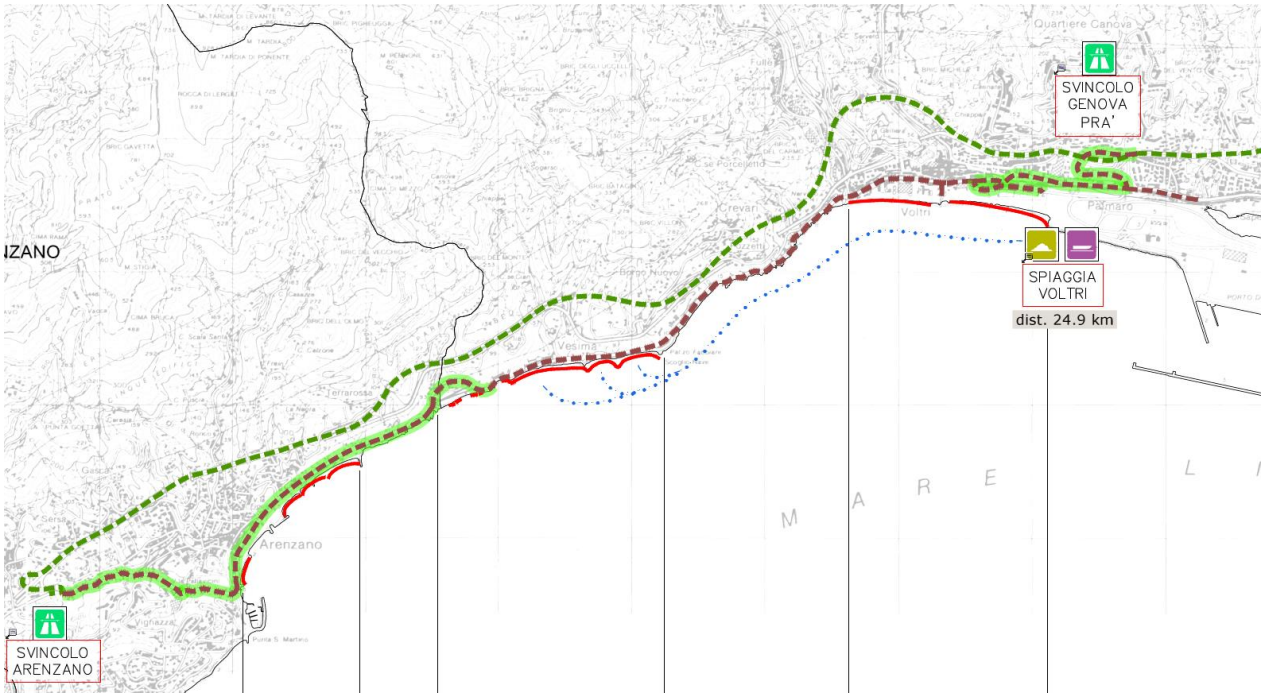


Figura 1-7 – Stralcio Planimetria con indicazione dei siti di destinazione e della viabilità principale in uscita dall'Autostrada (Genova Pra ed Arenzano)

Nella seguente Tabella 4 si riporta la massima pressione sui tronchi stradali (mezzi / ora).

MASSIMA PRESSIONE SUI TRONCHI (mezzi/ora)	
Viabilità Urbana Genova	
Adamoli Nord	7,4
Adamoli Sud Autostrada	11,2
Adamoli sud Deposito Foce	1,2
Adamoli Sud Levante	3,7
Viabilità autostradale	
Ingressi GE EST	9,1
Genova EST - Genova Prà	9,1
Genova Pra - Arenzano	4,8
Oltre Arenzano	2,9
Viabilità urbana Ponente	
Uscita Pra Verso area deposito Voltri	4,3
Uscita Arenzano e viabilità urbana	2,0

Tabella 4 – Massima pressione sui tronchi stradali (mezzi / ora)

2.7.1 Contenimento rumore e polveri

La gestione dei materiali di scavo per il loro successivo utilizzo nei siti di ripascimento e per la produzione di cls necessitano di attività di trattamento particolarmente impattanti.

I trattamenti necessari per rendere immediatamente utilizzabile lo smarino sia per la produzione del calcestruzzo sia per gli interventi di ripascimento previsti ai fini della minimizzazione dei quantitativi di materiali destinati a discarica richiedono l'uso di macchine particolarmente impattanti sia perché particolarmente rumorose che per la produzione di polvere.

Allo scopo di contenere gli impatti derivanti da tali attività, all'interno del cantiere ex canile è prevista la realizzazione di un edificio destinato ad ospitare gli impianti a maggiori emissioni di rumore e polveri, ovvero l'impianto mobile per la frantumazione, vagliatura e lavaggio dello smarino.

I sistemi di mitigazione attuati per il contenimento delle emissioni di polveri e rumore sono descritti nei relativi capitoli di valutazione degli impatti di Componente 7.1 (Atmosfera) 7.7 (Rumore).

L'impianto di produzione di calcestruzzo, le cui caratteristiche tecniche saranno conformi a quanto previsto dalla DGR 1260/2010, sarà posizionato in superficie, nei pressi dell'imbocco della galleria di servizio solo nella fase iniziale dei lavori, mentre, a seguito della realizzazione del camerone di montaggio, sarà trasferito all'interno della galleria in corrispondenza della fresa di scavo. Tale collocazione assicurerà la completa mitigazione dell'impatto acustico dello stesso verso l'esterno.

La fornitura di energia elettrica al cantiere sarà assicurata da impianti di cogenerazione.

3 QUADRO DELLE TUTELE E DEI VINCOLI OPERANTI NELL'AREA D'NTERVENTO

L'analisi degli strumenti di pianificazione e di programmazione territoriale e settoriale di riferimento ai fini della verifica di coerenza e conformità del progetto con le disposizioni vigenti in materia vincolistica e di tutela ambientale è stata condotta sulla base della lettura combinata delle norme e delle tavole dei seguenti piani:

- Piano Territoriale Regionale (PTR);
- Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico (PTCP);
- Piano di bacino – Stralcio per l'assetto idrogeologico;
- Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Genova;
- Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Arenzano.

Nell'analisi è stato considerato l'insieme di opere e manufatti di progetto previsti nei territori dei comuni di Genova e Arenzano, compreso il ripristino finale dell'area ex canile.

Premessa che il processo di redazione del Piano Territoriale Regionale (PTR) della Liguria è attualmente sospeso, dall'analisi effettuata non sono emersi elementi di incompatibilità con quanto previsto dagli strumenti di pianificazione territoriali e di settore indagati.

Si specifica inoltre che il Piano di Bacino stralcio per il torrente Bisagno, approvato con D.C.P. n. 62 del 04/12/2001 e modificato con D.C.M. n.11 del 11/03/2015, nell'ambito delle azioni strutturali di tipo idraulico prevede la realizzazione dello scolmatore delle piene a servizio del Bisagno e dei rii minori Fereggiano, Rovare e Noce. L'intervento è descritto nel "Piano degli interventi della mitigazione del rischio".

Dall'analisi dei Vincoli ambientali e è emerso quanto segue:

Vincoli paesistici ai sensi dell'art. 136 comma 1, lettera c) del D. Lgs. 42/2004 (c.d. "bellezza d'insieme") – Comune di Genova

- "Zona in località San Giuliano (Genova) comprendente la Abbazia La Chiesa e gli spazi verdi circostanti (Manca Gu)": in corrispondenza dell'opera di sbocco di mare D.M. 08.09.1977);

- "Piano Territoriale Paesistico di Genova – Nervi – Santo Ilario": in corrispondenza dei siti di ripascimento di levante (D.M. 04.07.1953);
- "Fascia costiera fino a quota 100 dal torrente Nervi al torrente Sturla nel Comune di Genova – Quarto – Quinto (D.M. 11.12.1954);
- "Sede stradale della Via Aurelia in Provincia di Genova per una profondità di m. 50 sia a monte che a valle". (D.M. 19.06.1958).

Elementi di interesse paesaggistici ai sensi dell'art. 142, comma 1, lettere a) e c) del D. Lgs. 42/2004 – Comune di Genova

- i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
- i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna.

Vincoli paesistici ai sensi dell'art. 136 comma 1, lettera c) del D. Lgs. 42/2004 (c.d. "bellezza d'insieme") – Comune di Arenzano

- "Zona collinare in località Maloa e Terrarossa ricca di vegetazione mediterranea e di numerosi belvederi";
- "Sede stradale della Via Aurelia in Provincia di Genova per una profondità di m. 50 sia a monte che a valle". (D.M. 19.06.1958).

Elementi di interesse paesaggistici ai sensi dell'art. 142, comma 1, lettere a) e c) del D. Lgs. 42/2004 – Comune di Arenzano

i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare.

4 ALTERNATIVE PROGETTUALI

4.1 Alternativa zero

L'evoluzione territoriale della Val Bisagno e, in modo particolare, l'espansione della città di Genova nel corso dell'ultimo secolo, hanno comportato un'intensa urbanizzazione ed una consistente modifica dell'assetto morfologico e dell'uso del suolo del bacino. L'espansione delle aree residenziali e delle attività industriali/commerciali e la realizzazione di infrastrutture hanno comportato una progressiva riduzione delle superfici permeabili (suolo naturale, agricolo e vegetazione) e la riduzione dello spazio a disposizione dei corsi d'acqua a causa di canalizzazioni artificiali, sbarramenti, arginature, tombamenti

L'insieme di questi fattori ha fortemente compromesso l'assetto idrogeologico del bacino, e ha comportato la variazione del "modo di risposta" agli eventi meteorici del torrente Bisagno e dei suoi affluenti e l'incremento dei fenomeni di dissesto.

Per quanto riguarda l'assetto idrologico del bacino del Torrente Bisagno, la progressiva "impermeabilizzazione" del territorio ha infatti determinato, a parità di precipitazione, un progressivo incremento dei volumi di acqua di ruscellamento generabili ed una generale riduzione dei relativi tempi di corrivazione. Come conseguenza, nel tempo, si è verificato un progressivo incremento della frequenza dei fenomeni alluvionali, ossia una riduzione del periodo di ritorno degli eventi significativi.

Infatti, dagli inizi del secolo l'area urbana del tratto terminale del Bisagno è stata interessata da numerosi eventi alluvionali significativi. Il quadro conoscitivo risultante dagli studi svolti dalla Regione, dalla Provincia e dal Comune conferma la situazione di criticità: in condizioni di portate di piena, in particolare nel tratto compreso tra Molassana e la Foce, le sezioni idrauliche non sono in grado di garantire il deflusso: ciò si verifica in modo più marcato in corrispondenza di alcune opere realizzate in passato, e principalmente in corrispondenza della copertura del tratto terminale del Bisagno.

In tale scenario va inquadrata l'alternativa zero, ovvero la non realizzazione della galleria scolmatrice finalizzata ad intercettare le portate di piena intermedie del torrente Bisagno.

In assenza di intervento l'evoluzione dei sistemi ambientali comporterebbe certamente l'eliminazione delle interferenze connesse alle fasi di realizzazione e di esercizio dello scolmatore, ma comporterebbe di contro il verificarsi di alcuni effetti sull'ambiente, anche di rilevante entità, derivanti sia dai fenomeni di dissesto idrogeologico del bacino che non verrebbero mitigati o risolti, sia dagli interventi che sono ugualmente necessari per la manutenzione ordinaria/straordinaria del corso d'acqua e per la gestione delle opere esistenti.

La valutazione dell'alternativa Opzione zero, dunque, deve in primo luogo considerare gli effetti della mancata esecuzione dell'opera di progetto, in termini di impatto sulla popolazione oltre che sulle cose materiali e sul contesto territoriale nel suo complesso.

Deve inoltre considerare le attività che si rendono in ogni caso necessarie per il controllo e la mitigazione del rischio idraulico attuale, come d'altro canto preveder il Piano di bacino stralcio per il tratto interessato.

4.2 Alternative progettuali

Il progetto oggetto di valutazione discende da una serie di alternative progettuali definite prioritariamente per rispondere alle mutate condizioni dei luoghi (il Progetto Definitivo generale risale al 2007), ma con evidenti positive ricadute sia in termini di contenimento degli impatti su alcune delle componenti ambientali interferite che di riduzione del disagio nei confronti della popolazione locale.

Già il Disciplinare di gara per l'affidamento del progetto esecutivo oggetto di valutazione (2016) inquadrava una doppia alternativa per quanto concerne il tracciato della galleria scolmatrice, in variante rispetto al Progetto Definitivo generale (2007), dettata dalle mutate condizioni dei luoghi presso l'imbocco della prevista finestra laterale di accesso (nuove edificazioni in area artigianale) alla galleria scolmatrice verso mare, nonché dall'obbligo di realizzare lo scavo con sistema meccanizzato ed esclusivamente da monte verso mare (prescrizioni contenute nel Disciplinare di gara). Le alternative si basavano sui seguenti due aspetti:

- individuazione di possibili aree disponibili per la realizzazione di pozzi destinati esclusivamente al calaggio della fresa;
- approntamento del cantiere a servizio dello scavo in meccanizzato all'interno del canale di sfioro posto in comunicazione, tramite rampa mobile, con la viabilità di accesso (Via Adamoli).

A partire da quanto stabilito nel disciplinare di gara, il layout delle opere elaborato in sede di offerta prevedeva:

- il mantenimento dell'accesso alla galleria, in fase di scavo, da finestra laterale, perseguendo l'obiettivo principale di isolare idraulicamente il cantiere in sotterraneo rispetto agli eventi meteorici e le conseguenti variazioni di livello in alveo Bisagno;
- la realizzazione di un camerone in sotterraneo per il montaggio della fresa al quale accedere tramite la suddetta finestra, **con conseguente, significativa riduzione degli impatti sul contesto antropico e ambientale**.

In particolare la soluzione proposta in fase di gara garantiva l'eliminazione di interferenze sia con l'impianto calcistico della Sciorba, sia con l'area giardini della piscina all'aperto, presso i quali l'ipotesi indicata nel Disciplinare prevedeva due corridoi di accesso alla galleria scolmatrice. Essa inoltre, prevedendo lo scavo della galleria a foro cieco al di sotto di Via Adamoli e sbocco diretto in alveo (canale sfioratore con attaccato dal camerone di montaggio con metodo tradizionale, verso monte, eliminava la necessità di un cantiere a cielo aperto in corrispondenza dell'importante asse viario in sinistra Bisagno.

In fase di avvio degli studi di approfondimento propedeutici alla Progettazione Esecutiva, il Comune di Genova ha indicato l'opportunità di utilizzare quale area di accantieramento principale il sedime dell'ex canile Comunale (ubicato circa 450 m a valle dell'area sportiva Sciorba), con relativa possibilità di realizzare da tale area la finestra di accesso al camerone di montaggio TBM, mantenendo il layout progettuale introdotto in seno all'Offerta con i relativi aspetti migliorativi sopra menzionati.

Gli studi propedeutici hanno approfondito i principali aspetti riguardanti le tre alternative illustrate nel seguito.

4.2.1 Alternativa progettuale n.1

L'attacco della galleria scolmatrice è previsto all'altezza del parcheggio a servizio del campo sportivo Sciorba, in osservanza alle indicazioni contenute nel Disciplinare di gara che identifica questa soluzione come preferibile rispetto all'attacco posto più a monte (zona giardini piscine) da valutarsi, solo nel caso in cui si rilevino difficoltà tecnico-esecutive particolari nella prima soluzione.

Questa alternativa progettuale **richiede un importante intervento in alveo Bisagno**, in quanto prevede la realizzazione di un canale a sezione rettangolare, in sub-alveo, di sviluppo pari a circa 300 m. Tale canale si colloca in prosecuzione dello sfioratore di superfice che, secondo tale layout, mantiene sostanzialmente inalterata la posizione identificata nel Progetto Definitivo 2007. L'approfondimento del canale oltre la sezione di traversa (anch'essa ubicata nella medesima posizione del PD) è ottenuto per mezzo di uno scivolo realizzato con profilo Creager, a valle del quale è previsto un bacino di dissipazione. Al termine del canale in sub-alveo è quindi collocato l'imbocco della galleria scolmatrice, effettuato con attacco in retto, con relativa semplificazione costruttiva. La tratta di canale in subalveo, per evidenti ragioni connesse alla minimizzazione degli effetti del cantiere sulla capacità idraulica dell'alveo medesimo, richiede il ricorso al metodo costruttivo tipo Milano. Il metodo comporta l'esecuzione anticipata di elementi di contenimento laterale degli scavi (previsti in questa sede delle paratie di pali secanti di grande diametro, tecnologia questa caratterizzata da minor impatto ambientale sul delicato contesto fluviale, potendo eliminare il ricorso ai fanghi bentonitici altrimenti richiesti per la realizzazione dei diaframmi presenti nel PD).

L'area di cantiere principale è prevista sul sedime dell'ex-canile comunale e fascia limitrofa attualmente ad uso AMIA per garantire un'efficace accessibilità da e per Via Adamoli. E' prevista la realizzazione di una finestra di accesso da scavare con metodo tradizionale per uno sviluppo di circa 250 m, dalla quale attaccare lo scavo del camerone di montaggio della TBM, dal quale procedere con lo scavo in tradizionale della galleria scolmatrice, per 460 m, in direzione dell'alveo Bisagno e, ad assemblaggio ultimato, avviare lo scavo con fresa da roccia in direzione mare, per uno sviluppo complessivo di 5.985 m.

Il tracciato della finestra di accesso sottopassa l'edificio scolastico di Via Terpi, con copertura indicativa di 15 m, per poi addentrarsi nella direzione dell'asse della galleria scolmatrice (copertura massima in corrispondenza del camerone di montaggio TBM nell'ordine dei 90 m). La galleria scolmatrice presenta coperture nell'ordine degli 8 m nel passaggio al di sotto di Via Adamoli e del parcheggio dell'area sportiva Sciorba. Lo scavo avanzerà in tale contesto nella direzione dell'alveo, prevedendo interventi di preconsolidamento al contorno e al fronte, vista l'entità dei ricoprimenti in calotta, le litologie coinvolte (alluvioni e detriti di versante) e la sensibilità del contesto interferito.

4.2.2 *Alternativa progettuale n.2*

L'attacco della galleria scolmatrice sull'alveo Bisagno è previsto all'altezza di Via Merello, ovvero in prossimità dell'area verde delle piscine all'aperto in corrispondenza delle quali era indentificato, nell'ambito del Disciplinare di gara, il corridoio di passaggio da valutare come alternativo rispetto a quello preferenziale ubicato presso l'area sportiva Sciorba.

Tale soluzione di tracciato **determina in primo luogo una sostanziale riduzione degli interventi in alveo**, mantenendo di fatto inalterati sviluppo longitudinale e conformazione geometrica dello sfioratore laterale e dello scivolo con relativo bacino di dissipazione; l'attacco della galleria scolmatrice è ubicato immediatamente a valle del bacino stesso, con eliminazione pertanto del lungo tratto di canale in subalveo presente nell'alternativa numero 1.

E' mantenuto l'impianto progettuale che prevede lo scavo di una finestra laterale d'accesso dall'area di cantiere principale posta, analogamente a quanto descritto per l'alternativa 1, presso l'ex canile comunale, nonché la realizzazione del camerone di montaggio TBM al termine della stessa, sull'asse della galleria scolmatrice. Con riferimento a tale aspetto sono state identificate due soluzioni alternative per il tracciato della finestra laterale, ovvero:

- **alternativa 2a**, con finestra laterale di accesso avente medesimo andamento planimetrico della finestra di alternativa 1, pur con possibilità di mantenere un profilo a quota sensibilmente superiore (a vantaggio del contenimento delle opere di presidio del versante per impostare l'attacco degli scavi). Il passaggio sotto l'edificio scolastico di Via Terpi avviene con coperture comunque non inferiori ai 15 m, mentre il tracciato si sviluppa per circa 390 m sino a raggiungere la posizione per la realizzazione del camerone di montaggio TBM, ubicato in posizione più interna rispetto alla Valle Bisagno, di quanto previsto con l'alternativa progettuale 1 (copertura prossima ai 120 m), cosi come il tracciato stesso della galleria scolmatrice (condizione questa connessa alla posizione più a monte dell'attacco sull'alveo Bisagno). La tratta della galleria scolmatrice da scavarsi con sistema meccanizzato misura 5.973 m, mentre la tratta prevista in tradizionale, verso monte (alveo Bisagno) è pari a 650 m;
- **alternativa 2b**, con finestra laterale di accesso avente tracciato sub-parallelo alla direzione della valle Bisagno, funzionale alla massimizzazione del tratto di galleria scolmatrice da scavarsi con sistema meccanizzato; planimetricamente, la tratta di finestra immediatamente dopo l'imbocco sottopassa con coperture dell'ordine dei 15 m i fabbricati ai civici 33 -35 di Via Spalato, per poi spingersi a profondità superiori sino alla posizione del camerone (il cui ricoprimento in calotta è di 90 m). La tratta della galleria scolmatrice da scavarsi con sistema meccanizzato misura 6.375 m, mentre la tratta prevista in tradizionale, verso monte (alveo Bisagno) presenta 250 m di sviluppo lineare.

Lo scavo in tradizionale nel contesto di Via Adamoli /incrocio Via Merello avverrà, per entrambe le alternative, con coperture nell'ordine degli 8 m, prevedendo sezioni di scavo con ricorso a preconsolidamenti al contorno e al fronte, con eliminazione di qualsivoglia attività effettuata da piano strada e preservazione della completa fruibilità delle aree (viabilità, area verde piscine ecc..).

Dal confronto diretto delle alternative progettuali è apparsa evidente la complessità tecnica connessa alla realizzazione degli interventi in subalveo previsti dall'alternativa 1, che richiede l'esecuzione di lavorazioni specialistiche da effettuarsi operando direttamente in alveo, prima di avviare lo scavo a foro cieco secondo la logica costruttiva del metodo Milano, per un'estensione di circa 300 m. Queste le opere previste: tamponi di fondo per l'impermeabilizzazione dello scavo, consolidamenti a presidio dei muri di sponda lungo Via Adamoli, paratie di pali secanti a garanzia di tenuta delle correnti di subalveo e della falda, getti in opera per

la realizzazione della copertura. Tali lavorazioni non possono prescindere dall'approntamento di un'area di cantiere adeguatamente protetta e isolata rispetto alle portate transitanti in alveo Bisagno, la quale determinerebbe una riduzione della sezione idraulica del torrente Bisagno perdurante per l'intero sviluppo dei lavori. Elemento di ulteriore criticità, sempre connesso all'alternativa 1, consistente nel passaggio del canale in subalveo al di sotto del Ponte Ugo Gallo. Le ridotte altezze operative sotto l'impalcato del ponte avrebbero precluso l'adozione della tecnologia dei pali trivellati, imponendo il ricorso a lavorazioni di più facile gestione, quali berlinesi di micropali, cui si associa, tuttavia, l'esigenza di provvedere all'impermeabilizzazione delle pareti di scavo nonché l'approntamento di mezzi di sostegno laterale quali tiranture, con evidenti maggiori oneri realizzativi e difficoltà esecutive.

Il Commissario Straordinario, con lettera Prot. PG/2017/295022 del 08.09.2017, si è espresso a valle dell'esame del citato studio di fattibilità, individuando nell'alternativa "2a" la soluzione da perseguire nello sviluppo delle attività di progettazione esecutiva.

5 VALUTAZIONE DEI POTENZIALI IMPATTI DERIVANTI DALLA REALIZZAZIONE ED ESERCIZIO DELL'OPERA

Ai fini della valutazione dei potenziali impatti sull'ambiente delle attività necessarie alla realizzazione degli interventi e all'esercizio dell'opera sono state indagate le seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera
- Acque superficiali
- Acque marino-costiere
- Suolo e sottosuolo
- Acque sotterranee
- Biodiversità: Ambiente Terrestre, Ambiente marino costiero
- Rumore e Vibrazioni
- Paesaggio, beni materiali e culturali
- Popolazione e salute umana

I risultati delle valutazioni sono riportati nel seguito per ognuna delle componenti indagate e riferiti sia alla fase di cantiere che alla fase di funzionamento dell'opera.

5.1 Atmosfera

La tipologia di opera in progetto (interventi di carattere idraulico con realizzazione di galleria scolmatrice) comporta l'assenza di emissioni in atmosfera attribuibili all'opera in esercizio.

Di conseguenza, gli eventuali impatti sull'atmosfera derivanti dall'opera in progetto sono limitati alla sola fase di cantiere necessaria per la realizzazione dell'opera stessa.

5.1.1 Fase di cantiere

Poiché gli inquinanti potenzialmente critici sul territorio interessato dall'opera sono il particolato atmosferico e gli ossidi di azoto, si ritiene che le emissioni significative associate alla fase di cantiere siano:

- emissioni da intervento specifico (area di cantiere o di lavorazione, realizzazione di opera): si tratta principalmente di polveri, che vengono emesse soprattutto per risollevamento dovuto all'attività di movimento terra e inerti in genere e ai transiti dei mezzi su viabilità e aree di cantiere; (le emissioni dagli scarichi dei motori dei mezzi, anch'esse presenti, risultano però nettamente inferiori in termini quantitativi);

- emissioni da traffico indotto: si tratta di polveri e ossidi di azoto emessi dagli scarichi dei motori dei mezzi pesanti adibiti al trasporto a destinazione del materiale inerte ricavato dallo scavo delle gallerie

La presenza delle fonti di emissione sopra elencate porta a ipotizzare che durante la fase di realizzazione dell'opera si possano verificare, in particolare presso alcune aree di intervento, episodi di aumento localizzato della concentrazione di polveri dovuti essenzialmente a emissioni da risollevamento.

Si parla di episodi e non di condizioni generalizzate in quanto, nella sequenza delle tipiche lavorazioni di cantiere, solo alcune fasi (per esempio l'escavazione e la successiva movimentazione di materiali fini) sono potenzialmente caratterizzate da emissioni elevate di polveri; inoltre gli aumenti di concentrazione di polveri possono risultare significativi solamente in presenza di condizioni meteorologiche favorevoli al ristagno degli inquinanti (forte stabilità atmosferica, ecc.), e tali condizioni non sono tipiche del sito e inoltre si verificano principalmente in periodo notturno, periodo in cui l'attività di cantiere ha luogo in galleria e in ambienti chiusi, oppure avviene a ritmo ridotto.

In generale le emissioni di polvere dai cantieri possono comunque essere efficacemente mitigate attraverso l'adozione di alcune semplici misure di gestione (per esempio bagnatura delle piste e delle aree non pavimentate, eventuale posa di teloni con funzione di barriera antipolvere a bordo delle piste, utilizzo di mezzi telonati per il trasporto degli inerti polverosi ...) che vengono descritte più in dettaglio nella parte relativa alle proposte di mitigazione.

Inoltre, il traffico indotto, costituito sostanzialmente dai flussi di mezzi per il traporto dello smarino generato dallo scavo della galleria verso i siti di destinazione finali esterni al cantiere, rappresenta una ulteriore fonte di emissioni in atmosfera non localizzata presso le aree di cantiere, e quindi in grado potenzialmente di impattare non solo le zone immediatamente prossime ai cantieri, ma anche porzioni di territorio più distanti. Tuttavia occorre osservare che nel caso in oggetto i flussi di traffico indotto dall'attività vanno a sommarsi ai flussi di traffico già esistenti sul territorio interessato, che tali flussi di traffico esistenti sono elevati e che di conseguenza il contributo dovuto al traffico indotto dall'attività tende a risultare scarsamente significativo.

Per contestualizzare le affermazioni generali riportate sopra, i punti successivi dello studio hanno lo scopo di descrivere, dal punto di vista dei potenziali impatti sull'atmosfera, l'intervento in progetto e di quantificare per quanto possibile le emissioni e le immissioni associate all'attività di cantiere in progetto.

5.1.1.1 Potenziali fonti di impatto sull'atmosfera

Come evidenziato in precedenza, l'attività di cantiere per la realizzazione dell'opera in progetto influisce sull'atmosfera secondo due modalità: impatto da intervento specifico (area di cantiere e lavorazioni), impatto da traffico indotto su viabilità esterna alle aree di intervento.

I diversi interventi specifici che costituiscono nel loro complesso l'attività di cantiere in progetto sono elencati di seguito:

- Cantiere ex-canile;
- Interventi sul torrente Bisagno (opere di sfioramento e Presa);
- Interventi sul rio Sciorba;
- Galleria scolmatrice;
- Galleria di servizio;
- Opera di sbocco a mare;
- Interventi di ripascimento spiagge (suddivisi in settore di levante e settore di ponente).

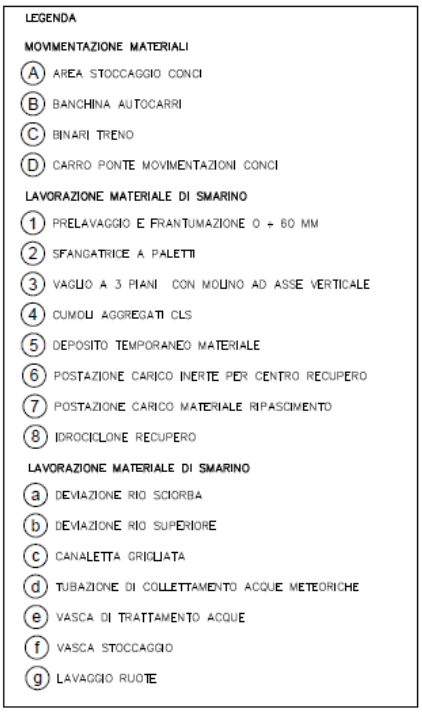
Cantiere ex-canile

Il cantiere ex-canile costituisce il principale cantiere dell'opera. Il layout schematico del cantiere è riportato nella figura seguente.

Dal punto di vista delle emissioni in atmosfera e degli impatti ad esse collegati, si osserva che nel cantiere sono previste le seguenti attività

- trattamento (frantumazione, vagliatura e lavaggio con sfangatura) di materiale di smarino proveniente dallo scavo delle gallerie; una parte dello smarino viene riutilizzato come inerte da calcestruzzo presso l'impianto di betonaggio, anch'esso situato nel cantiere.
- deposito temporaneo di inerte
- carico dell'inerte sui mezzi pesanti per il trasporto ai luoghi di destinazione.

Oltre alle attività sopra citate occorre prendere in considerazione, almeno per la fase iniziale dei lavori, l'impianto di betonaggio per la produzione di cls. Tale impianto, infatti, sarà posizionato inizialmente in superficie, nei pressi dell'imbocco della galleria di servizio e, a seguito della realizzazione del camerone di montaggio, verrà trasferito all'interno della galleria in corrispondenza della fresa di scavo.



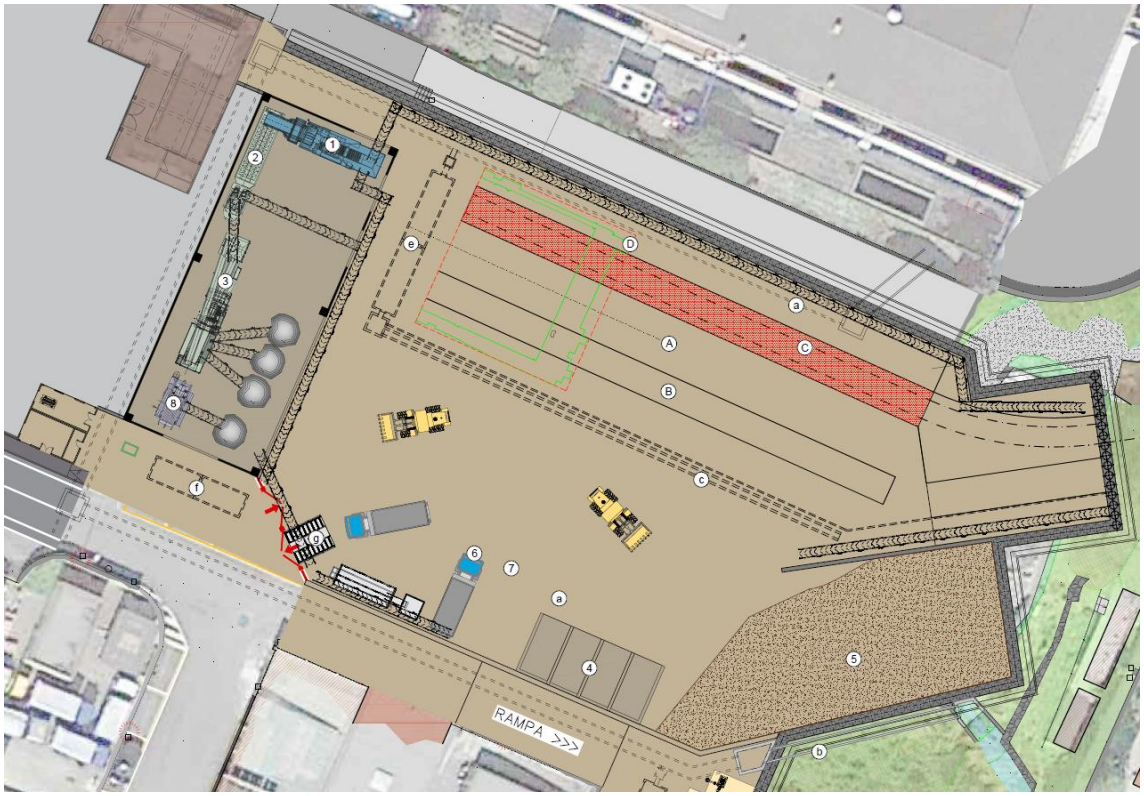


Figura 5-1 - Layout cantiere ex-canile – settore finestra accesso galleria



Figura 5-2 - Layout cantiere ex-canile – settore dotazioni logistico-assistenziali

Prima di procedere alla stima delle emissioni in atmosfera generate dall'attività del cantiere ex-canile

Il trattamento di frantumazione e vagliatura degli inerti estratti è evidentemente in grado di generare emissioni di polveri, in misura quantitativamente variabile e dipendente essenzialmente dalla pezzatura del

materiale in ingresso e in uscita e soprattutto dalla portata di lavorazione. Per il contenimento di tali emissioni in atmosfera il progetto prevede che il trattamento di frantumazione, vagliatura, lavaggio e sfangatura avvenga all'interno di una struttura chiusa (capannone) e che già in fase di trattamento vengano adottati sistemi di abbattimento delle polveri. Le caratteristiche dei trattamenti svolti all'interno del capannone e le modalità di contenimento e abbattimento delle emissioni di particolato sono descritte più in dettaglio nel seguito.

Per quanto riguarda le emissioni in atmosfera dovute all'azione del vento sui cumuli di deposito temporaneo degli inerti, si stima che, nonostante l'elevata ventosità della zona, il predominare di materiale di granulometria elevata limiti notevolmente il sollevamento prodotto dall'azione del vento sui cumuli.

Analogamente, si stima che anche le emissioni di polveri in atmosfera legate alla movimentazione e al carico del materiale sui mezzi siano intrinsecamente limitate dalla granulometria grossolana del materiale trattato.

In ogni caso, data la vicinanza dell'area di cantiere ex-canile a ricettori residenziali, scolastici e religiosi, si prevede di mettere in atto con opportuna frequenza specifiche misure gestionali di mitigazione (manutenzione e pulizia di piazzali e viabilità di accesso, bagnatura dei cumuli di deposito, …) e di intensificare la frequenza di tali misure in corrispondenza di condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli (per esempio condizioni di siccità prolungata o di elevata ventosità).

Il cantiere ex-canile è inoltre caratterizzato dall'accesso dei mezzi pesanti adibiti al trasporto a destinazione (principalmente i siti di ripascimento) della frazione di materiale di smarino che resta come sottoprodotto; evidentemente il transito di tali mezzi pesanti può produrre emissioni per risollevamento dalla sede stradale. Per ridurre la polverosità del fondo stradale su cui transitano i mezzi di trasporto la viabilità di accesso al cantiere e il piazzale di cantiere saranno pavimentati e presso il cantiere sarà installato un impianto di lavaggio ruote per evitare che i mezzi in uscita vadano ad apportare materiale polveroso sul fondo stradale.

Infine per quanto riguarda le emissioni di ossidi di azoto generate dall'attività di cantiere si osserva che presso il cantiere non sono presenti impianti di combustione né impianti di cogenerazione per la produzione di energia elettrica, e che gli impianti all'interno del capannone (e della galleria) sono alimentati elettricamente, e pertanto tali impianti non sono associate emissioni di ossidi di azoto.

Le uniche fonti di emissione di ossidi azoto associate al cantiere ex-canile sono quindi i motori dei mezzi d'opera e dei camion utilizzati per la movimentazione locale e il trasporto a destinazione degli inerti. Per ridurre tali emissioni di ossidi di azoto è stato scelto a livello progettuale di avvalersi di un parco mezzi conforme a standard emissivi europei recenti e quindi cautelativi: nello specifico saranno utilizzati solamente mezzi d'opera con motori rispondenti almeno allo standard Stage IV e camion con motori rispondenti almeno allo standard Euro V.

Per dare un sostegno quantitativo alle affermazioni sopra elencate, nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale è stata effettuata una stima delle emissioni di PM_{10} e di ossidi di azoto associati all'attività del cantiere ex-canile, facendo riferimento alle indicazioni dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente degli Stati Uniti (US EPA), contenute nella pubblicazione AP-42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors, e ai dati dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), contenuti nella pubblicazione EMEP/EEA emission inventory guidebook.

In particolare, sono state calcolate le seguenti tipologie di emissioni:

- Emissioni Capannone trattamento inerti;
- Emissioni Area esterna cantiere;
- Emissioni di polveri dall'impianto di betonaggio;
- Emissioni di ossidi di azoto.

Dalle valutazioni effettuate, si sono ottenute le emissioni complessive riportate nelle tabelle seguenti

Emissione giornaliera		
PM10	**1,87**	**Kg**
Ossidi di azoto	**1,34**	**Kg**

Si osserva che in termini assoluti i quantitativi stimati di polveri emesse sono in ogni caso limitati, ma non al punto da potere escludere a priori la loro significatività (per esempio applicando i criteri contenuti nelle già citate Linee Guida della regione Toscana).

Pertanto, sulla base delle emissioni stimate in precedenza, è stata realizzata, attraverso l'applicazione di un modello di dispersione (ISC3 di US EPA), una simulazione modellistica che ha portato a stimare le concentrazioni di PM10 e NOx previste nel territorio circostante l'area di cantiere.

Dai risultati emerge che il contributo alla concentrazione di PM_{10} dato dall'attività di cantiere (espresso come concentrazione media annua di PM10 generata dalla sola attività di cantiere) risulta sostanzialmente superiore a 4 µg/m^3, solo in corrispondenza della sorgente, cioè dell'area di cantiere. Alle distanze corrispondenti ai ricettori più prossimi la concentrazione stimata per il PM_{10} è inferiore a 2 µg/m^3.

Per gli ossidi di azoto, dato che le emissioni iniziali stimate sono quantitativamente inferiori a quelle stimate per il PM_{10}, l'incremento di concentrazione stimato, sempre come valore medio annuale, diventa inferiore a 2 µg/m^3 già a breve distanza dalla sorgente.

In conclusione, gli impatti sull'atmosfera stimati per l'attività prevista nell'area del cantiere Ex-canile risultano circoscritti sostanzialmente alla sola area di cantiere, e sono scarsamente significativi per il territorio circostante

Interventi sul torrente Bisagno

Gli interventi sul torrente Bisagno prevedono attività di cantiere in un tratto di circa 500 m dell'alveo del torrente, principalmente per la realizzazione delle opere di sfioramento e presa che serviranno per il convogliamento delle acque nella galleria scolmatrice, una volta terminata l'opera.

In linea generale, le attività di cantiere sono evidentemente in grado di produrre sollevamento di polveri, naturalmente in misura diversa in base alla specifica attività svolta: le emissioni maggiori si hanno in corrispondenza delle attività di escavazione e movimentazione del materiale escavato, mentre altre fasi, come per esempio il getto di calcestruzzo, hanno emissioni inferiori.

Per lo specifico caso degli interventi sul torrente Bisagno è stata effettuata una stima di massima delle emissioni in atmosfera associate alle lavorazioni. Tra le diverse attività previste dal cronoprogramma dei lavori e illustrate nella documentazione progettuale, sono state individuate come attività fonti di emissioni in atmosfera (diffuse) significative le attività di escavazione e movimento terra e il transito di mezzi lungo la viabilità di cantiere non pavimentata.

Per stimare le emissioni associate alle attività sopra citate, si è fatto riferimento alle indicazioni dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente degli Stati Uniti (US EPA) contenute nella pubblicazione *AP-42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors*, e ai dati dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), contenuti nella pubblicazione *EMEP/EEA emission inventory guidebook*. In particolare, si è fatto riferimento alla metodologia europea, per ciò che riguarda le emissioni prodotte direttamente dai veicoli (i dati sono specifici per il parco veicoli europeo), e alle indicazioni EPA, per gli altri tipi di emissioni.

I risultati ottenuti mostrano che il contributo alla concentrazione di PM10 dato dall'attività di cantiere (espresso come concentrazione media annua di PM_{10} generata dalla sola attività di cantiere) risulta comunque sempre inferiore a 5 µg/m^3, e si avvicina a tale valore solo all'interno della sorgente, cioè dell'area di cantiere. Alle distanze corrispondenti ai ricettori più prossimi la concentrazione stimata per il PM_{10} è compresa tra 2 e 4 µg/m^3.

Per gli ossidi di azoto, dato che le emissioni iniziali stimate sono quantitativamente inferiori a quelle stimate per il PM_{10}, l'incremento di concentrazione stimato, sempre come valore medio annuale, non è mai superiore a 1 $\mu g/m^3$

In conclusione, adottando mitigazioni quali la bagnatura sistematica e periodica della pista, gli impatti sull'atmosfera stimati per l'attività prevista nell'area intervento Bisagno risultano circoscritti sostanzialmente alla sola area di cantiere, e sono scarsamente significativi per il territorio circostante.

Interventi sul rio Sciorba

Gli interventi sul rio Sciorba sono interventi di ridotta rilevanza per quanto riguarda il movimento di inerti e l'attività di mezzi, pertanto il loro impatto sull'atmosfera è da ritenersi trascurabile

Galleria scolmatrice e galleria di servizio

Lo scavo della galleria scolmatrice e lo scavo della galleria di servizio sono attività sotterranee, e quindi non impattano direttamente sull'atmosfera.

Escludendo l'impianto di ventilazione e ricambio aria all'interno delle gallerie (impianto comunque dotato di sistemi di filtraggio e abbattimento delle polveri), i potenziali impatti sull'atmosfera legati all'intervento di scavo della galleria scolmatrice e della galleria di servizio possono avere luogo quando il materiale estratto esce in superficie e viene movimentato, trattato, trasportato e/o accumulato.

In base al progetto, il materiale di smarino risultante dallo scavo delle gallerie viene trasportato all'esterno, tipicamente mediante convogliatori, attraverso la galleria di servizio, che a sua volta comunica con l'area del cantiere ex-canile.

Pertanto gli impatti legati al trasporto e al trattamento del materiale prodotto dagli interventi di realizzazione della galleria scolmatrice principale e della galleria di servizio sono già stati considerati nella trattazione degli impatti delle lavorazioni del cantiere ex-canile.

Opera di sbocco a mare

L'intervento di realizzazione dell'opera di sbocco a mare prevede lo svolgimento di attività di cantiere per la realizzazione del tratto terminale di galleria che, dopo il sottopasso di Corso Italia, convoglia a mare le acque dello scolmatore. In corrispondenza dell'opera di sbocco avviene inoltre il raccordo tra la galleria scolmatrice del torrente Bisagno (il presente progetto) e la galleria scolmatrice del rio Fereggiano (già in fase di realizzazione).

Per mitigare gli impatti verso l'esterno dell'intervento di realizzazione dello sbocco a mare è prevista una struttura provvisoria di contenimento e copertura dell'area di cantiere (capannone provvisorio). Tutte le attività di cantiere necessarie per la realizzazione delle opere ed in particolare della galleria si svolgeranno all'interno di tale capannone, chiuso da tamponamenti laterali e dotato di impianti di abbattimento delle emissioni di polveri verso l'esterno.

Per tale motivo si può affermare che gli impatti sull'atmosfera legati all'intervento di realizzazione dell'opera di sbocco a mare siano trascurabili.

Interventi di ripascimento spiagge

Il progetto prevede che la maggior parte dell'inerte ottenuto dallo scavo delle gallerie (gallerie di servizio e galleria scolmatrice) sia destinato a interventi di ripascimento spiagge. Tali interventi sono suddivisi in due settori. Settore di levante e settore di ponente.

Il ripascimento in sé prevede la movimentazione di inerti di granulometria grossolana (ciottoli da spiaggia) in un ambiente intrinsecamente ad elevato grado di umidità, e pertanto si ritiene che non dia luogo a emissioni di polveri significative.

Di conseguenza si ritiene che i potenziali impatti sull'atmosfera legati agli interventi di ripascimento siano solamente gli impatti legati al traffico di mezzi, descritti più in dettaglio al punto seguente.

Impatti da traffico indotto

I potenziali impatti sull'atmosfera generati dal traffico indotto sono dovuti alle emissioni dei mezzi che escono dal cantiere e trasportano materiale inerte ai siti di destinazione e di utilizzo (in primo luogo i siti di ripascimento). Tali impatti potenziali, quindi, non sono localizzati ai soli siti di intervento, ma riguardano tutto il territorio circostante i tratti di viabilità interessati.

Per la valutazione degli impatti da traffico indotto sono stati ritenuti maggiormente significativi i seguenti ambiti interessati dalla viabilità percorsa dal traffico dei mezzi di cantiere:

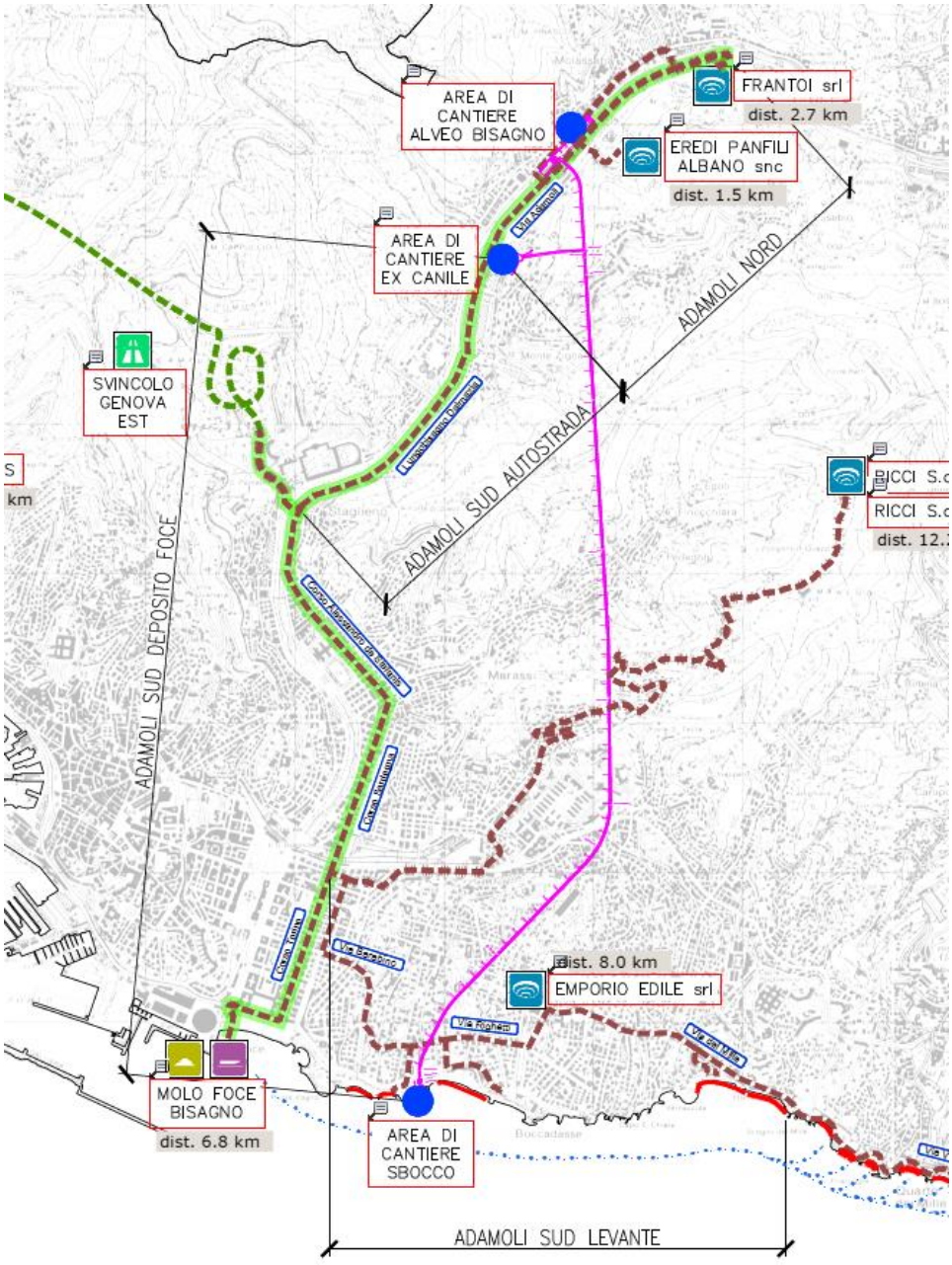
Viabilità urbana Genova:

- Adamoli Nord;
- Adamoli Sud Autostrada;
- Adamoli Sud Deposito Foce;
- Adamoli Sud Levante;

Viabilità autostradale:

- Ingresso Genova Est;
- Genova Est – Genova Prà;
- Genova Prà – Arenzano;
- Oltre Arenzano.

Gli ambiti elencati sono riportati nelle figure seguenti, estratte dalle tavole di progetto.


AREA DI CANTIERE ALVEO BISAGNO
FRANTOI srl
dist. 2.7 km
EREDI PANFILI ALBANO snc
dist. 1.5 km
AREA DI CANTIERE EX CANILE
ADAMOLI NORD
SVINCOLO GENOVA EST
ADAMOLI SUD AUTOSTRADA
ADAMOLI SUD DEPOSITO FOCE
RICCI S.c
dist. 12.
dist. 8.0 km
EMPORIO EDILE srl
MOLO FOCE BISAGNO
dist. 6.8 km
AREA DI CANTIERE SBOCCO
ADAMOLI SUD LEVANTE

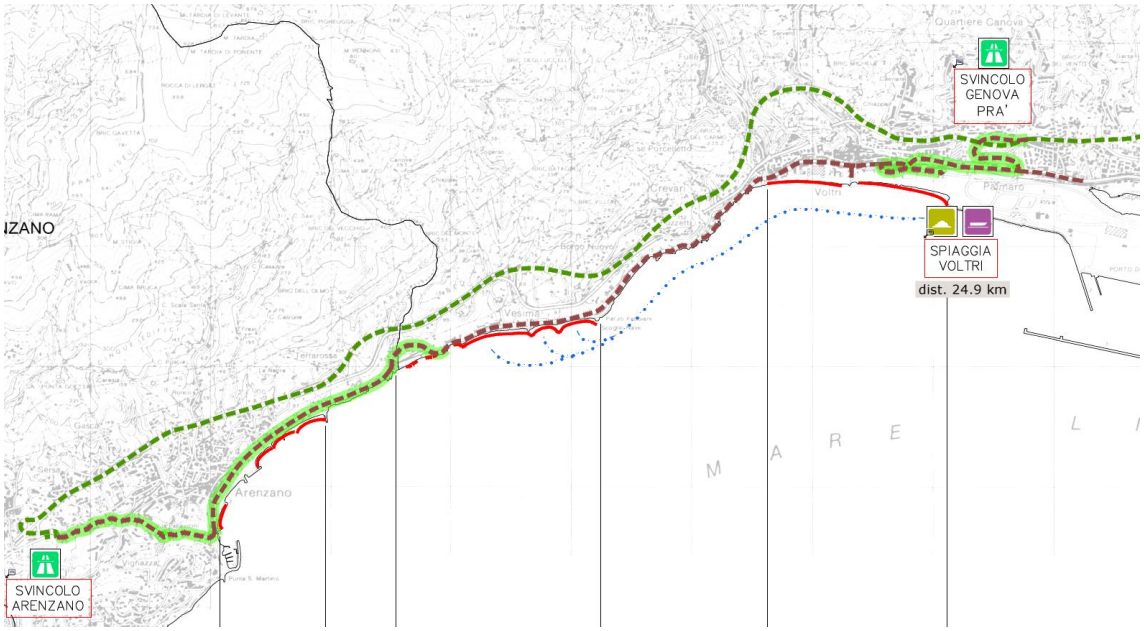


Figura 5-3 – Ambiti per valutazione impatto sull'atmosfera del traffico indotto

Come emerge dalla documentazione di progetto relativa ai flussi di traffico, e in conformità a quanto citato nel punto relativo al cantiere ex-canile, il flusso massimo previsto di mezzi pesanti per il trasporto dell'inerte in uscita dal cantiere ex-canile si verifica in corrispondenza della fase di scavo della galleria scolmatrice ed è pari a 196 mezzi/giorno, cioè a 392 transiti/giorno; distribuendo tali transiti su 14 ore di attività, si ha un flusso massimo di mezzi di cantiere di 28 veicoli pesanti/ora.

Per la stima delle emissioni attribuite al traffico allo stato di fatto, cioè al traffico già presente sulla viabilità, sono stati utilizzati i fattori di emissione specifici contenuti nell'inventario INEMAR[1] relativi al traffico su strade urbane, sia per veicoli leggeri sia per veicoli pesanti, riassunti nella seguente tabella.

Tipo veicolo	**Fattore di emissione specifico (mg/km)**	
	Particolato PM10	**Ossidi di azoto**
Automobili	48	492
Commerciali leggeri	84	907
Veicoli leggeri	53	554
Veicoli pesanti	265	6966

Per quanto riguarda le emissioni dei mezzi di cantiere, nel computo emissivo viene considerato, in base a quanto indicato in sede progettuale, l'utilizzo per il trasporto del materiale escavato di camion con motori rispondenti ai limiti di emissione dello standard Euro V.

	Particolato PM_{10}	**Ossidi di azoto**
Veicoli pesanti standard Euro V	150	4654

[1] INEMAR (INventario EMissioni ARia), è un database progettato per realizzare l'inventario delle emissioni in atmosfera, attualmente utilizzato in sette regioni e due provincie autonome. L'inventario INEMAR utilizza la metodologia COPERT IV, riferimento per la stima delle emissioni da trasporto su strada in ambito europeo.

Stima impatto traffico indotto area Via Adamoli

I dati sui flussi di traffico associati a Via Adamoli allo stato attuale sono stati già riportati in precedenza, e sono stati ampiamente descritti nella relazione relativa all'impatto acustico. In base a tali dati si può calcolare un flusso di traffico orario medio su base settimanale (da lunedì a sabato) di 1937 veicoli/ora, con una percentuale del 18% di veicoli pesanti

Via Adamoli	Flusso orario medio (diurno)	% veicoli pesanti
Lunedì 9 maggio 2016	1890	18
Martedì 10 maggio 2016	1959	19
Mercoledì 11 maggio 2016	2003	18
Giovedì 05 maggio 2016	2009	19
Venerdì 06 maggio 2016	2076	19
Sabato 07 maggio 2016	1687	16
Valore medio settimanale	**1937**	**18**

Tenendo conto dei flussi di mezzi di cantiere indicati in precedenza si ottengono su base oraria i valori delle tabelle seguenti, relative allo stato di fatto e allo stato di progetto. Si segnala che per le emissioni di PM_{10} in entrambi gli scenari si è considerato solo il contributo dei motori, trascurando il risollevamento di polveri dalla sede stradale.

EMISSIONI DI PARTICOLATO PM10				
Sorgente	Flusso di traffico orario (massimo impatto) [veicoli/ora]			Emissione oraria (massimo impatto) [g/km]
Sorgente	Veicoli	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	
Via Adamoli – Stato di fatto	1937	1584	353	177,5
Via Adamoli – Stato di progetto	1965	1584	381	181,7
Incremento percentuale	1.4 %	0 %	7.9 %	2.4 %

EMISSIONI DI BIOSSIDO DI AZOTO				
Sorgente	Flusso di traffico orario (massimo impatto) [veicoli/ora]			Emissione oraria (massimo impatto) [g/km]
Sorgente	Veicoli	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	
Via Adamoli – Stato di fatto	1937	1584	353	3336
Via Adamoli – Stato di progetto	1965	1584	381	3467
Incremento percentuale	1.4 %	0 %	7.9 %	3.9 %

Tabella 5 – Emissioni di NO2 e PM10 da traffico

Gli incrementi stimati per le emissioni sono superiori a quelli per i flussi di traffico, in quanto il traffico indotto è composto esclusivamente da mezzi pesanti, e quindi i fattori di emissione specifici associati in questo caso al traffico indotto sono superiori a quelli medi associati al generico traffico stradale.

Le stime effettuate sono state formulate nell'ipotesi cautelativa di flusso massimo di mezzi generato dal cantiere, e portano a valutare un incremento percentuale delle emissioni massime orarie variabile del 2,4 % per il PM10 e del 3.9 % per il biossido di azoto. Come valore medio giornaliero gli incrementi sono sicuramente inferiori, dato che il traffico dei mezzi di cantiere è attivo per 14 ore su 24, e quindi per 10 ore non si hanno incrementi di traffico rispetto allo sto di fatto. A maggior ragione come valore medio annuale gli incrementi delle emissioni risulteranno ulteriormente ridotti, dato che non si prevede il flusso massimo di mezzi per tutti i giorni dell'anno.

Si può pertanto concludere che nelle immediate vicinanze del cantiere ex-canile, cioè lungo via Adamoli, l'impatto sull'atmosfera del traffico indotto può essere considerato scarsamente significativo rispetto all'impatto del traffico già presente sulla viabilità urbana interessata dal traffico stesso.

Stima impatto traffico indotto nei diversi ambiti considerati

Per estendere lo stesso tipo di stima di impatto ai diversi ambiti precedentemente elencati occorre, prima di tutto, definire i flussi massimi dei mezzi di cantiere associati ai tronchi stradali di tali ambiti. Tali flussi, espressi in termine di transiti/ora, sono riportati nel seguito.

Viabilità urbana Genova

Tronco	Massimo Traffico di cantiere (transiti/ora)
Adamoli Nord	14,8
Adamoli Sud Autostrada	22,4
Adamoli Sud Deposito Foce	2,4
Adamoli Sud Levante	7,4

Viabilità autostradale

Tronco	Massimo Traffico di cantiere (transiti/ora)
Ingresso Genova Est	18,2
Genova Est – Genova Prà	18,2
Genova Prà – Arenzano	9,6
Oltre Arenzano	5,8

Si osserva che in tutti i tronchi considerati il flusso massimo dei mezzi di cantiere, in termini di transiti/ora, è inferiore al valore massimo di 28 transiti/ora considerato nella valutazione precedente relativa al traffico di Via Adamoli.

Inoltre, anche in assenza di dati specifici relativi al traffico allo stato di fatto sui tronchi interessati, si possono comunque formulare alcune considerazioni quantitative che permettono ungualmente di fornire una valutazione dei potenziali impatti sull'atmosfera.

Infatti data la tipologia dei tronchi interessati (l'asse viario che segue il corso del Bisagno, oppure la viabilità autostradale e successivamente la Via Aurelia per gli ambiti a ponente) si può ragionevolmente ipotizzare, anche sulla base di dati storici come quelli pubblicati nel Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Genova, che i flussi di traffico attuali sugli archi viari interessati siano paragonabili a quelli di Via Adamoli, oppure, nel caso dell'autostrada e della Via Aurelia, sicuramente superiori.

Pertanto gli incrementi percentuali di emissioni attribuibili al traffico indotto nelle aree considerate non potranno essere superiori a quelli stimati nel caso precedente relativo al traffico Via Adamoli, ma anzi

saranno sicuramente inferiori. Di conseguenza anche per gli altri ambiti oggetto di valutazione si può concludere che l'impatto sull'atmosfera del traffico indotto può essere considerato scarsamente significativo rispetto all'impatto del traffico già presente sulla viabilità interessata dal passaggio dei mezzi di cantiere.

5.1.2 Fase di esercizio

Come affermato in precedenza, l'opera in progetto è un'opera idraulica e, una volta in esercizio, non genera emissioni in atmosfera. Pertanto, non si individuano impatti negativi sulla matrice atmosfera.

5.2 Acque superficiali

5.2.1 Fase di cantiere

Cantiere ex-canile e Interventi sul rio Sciorba

In fase di realizzazione dell'area di cantiere, il rio Sciorba che attualmente attraversa l'area dell'ex canile intubato, e il suo affluente rio Superiore, verranno deviati dal loro corso, per essere posti ai margini dell'area, sempre intubati.

La deviazione del percorso comporterà lavorazioni che possono potenzialmente causare alterazioni locali della qualità delle acque, in particolare della torbidità, a causa dei materiali fini messi in sospensione. Si evidenzia però che l'aumento della torbidità è circoscritto al solo periodo dei lavori ed è reversibile in un breve arco di tempo. Inoltre, si deve considerare che l'alveo dei rii si presenta asciutto per lunghi periodi, agevolando la realizzazione dei lavori in concomitanza dell'assenza di acqua.

Altra interferenza con i due rii è costituita dagli scarichi delle acque di piazzale

Le acque di scarico presenti nel cantiere possono essere raggruppate schematicamente, secondo la loro natura, nel seguente modo:

- **acque di piazzale**: provenienti dai piazzali pavimentati presenti nell'intera area di accantieramento; possono contenere solidi sospesi derivanti dagli scavi e trasportati dai mezzi oltre ad eventuali residui di olii e idrocarburi;
- **acque reflue civili**: provenienti dagli impianti igienico-sanitari delle installazioni logistiche di cantiere;
- **acque di galleria**: costituite dalle venute interne dovute alle infiltrazioni nell'ammasso in perforazione, ricche in materiali litoidi; saranno pompate in superficie per garantire la tenuta in asciutto dell'area di scavo;
- **acque dell'impianto lavaruote**: provenienti dalla pedana per il lavaggio delle ruote degli automezzi durante il loro passaggio; contengono solidi in sospensione;
- **acque dal lavaggio inerti**: provenienti dall'impianto di lavaggio e recupero degli inerti provenienti dall'escavazione della galleria; contenenti solidi in sospensione.

Dopo il loro impiego, le acque vengono convogliate nelle reti interne del cantiere e seguono flussi dedicati a seconda del recapito finale

Le **acque di piazzale** saranno inviate ad un sistema di trattamento in continuo composto da un comparto di sedimentazione/sfangamento e uno di disoleazione per l'abbattimento degli olii e idrocarburi. Dopo il trattamento, la rete del piazzale centrale scaricherà nel rio Sciorba, mentre il piazzale sud scaricherà nel rio Superiore.

Le **acque di galleria** saranno trattate all'interno dell'impianto di sedimentazione/disoleazione utilizzato per le acque del piazzale centrale, prima dello scarico nel rio Sciorba. Si evidenzia che le acque ausiliarie alla fresa sono ricircolate all'interno di un sistema chiuso e non ricadono pertanto nel sistema di gestione delle acque di cantiere.

Le **acque dall'impianto lavaruote** vengono raccolte e inviate all'impianto di trattamento ad esse dedicato per l'eliminazione dei fanghi accumulati. L'acqua trattata viene riutilizzata a ciclo chiuso per i successivi lavaggi e non necessita pertanto di alcun scarico nella rete fognaria. Il trattamento prevede dissabbiatura, disoleazione e chiarificazione con l'impiego di un prodotto flocculante.

Le acque reflue civili saranno convogliate alla condotta di pubblica fognatura presente in prossimità dell'area.

Le acque dal lavaggio inerti vengono riciclate da un impianto chiuso e non costituiscono scarichi.

Interventi sul torrente Bisagno

La realizzazione dell'opera di presa sul torrente. Bisagno determinerà condizioni di crescente condizionamento dell'alveo fino a raggiungere la configurazione finale che coinciderà con l'entrata in funzione del sistema nel suo complesso. La prima operazione sarà costituita dalla realizzazione della nuova passerella pedonale in sostituzione dell'attuale. La nuova passerella pedonale sarà priva, a differenza dell'attuale, di pile in alveo e pertanto non determinerà in futuro condizionamenti sul deflusso. A partire dalla sponda destra del Bisagno, in corrispondenza della Via Emilia, sarà realizzata la rampa di discesa in alveo da cui si svilupperà la viabilità di cantiere. Essa sarà realizzata semplicemente regolarizzando il materiale ghiaioso già presente in alveo e realizzando due guadi per il superamento dei canali di magra del Bisagno e del suo affluente in destra.

Il manufatto principale sarà realizzato partendo dalla sponda destra. A tale scopo e soprattutto per permettere la realizzazione degli scavi necessari per raggiungere la quota di fondazione, isolando il volume di scavo dalla falda di sub alveo, saranno realizzate una coronella di jet grouting e un tappo di fondo. Inoltre, allo scopo di garantire la sicurezza nel corso dei lavori sarà realizzato un arginello di protezione dell'area di scavo che permetterà di proseguire le attività anche in presenza di acqua defluente in alveo.

La fase successiva riguarderà la realizzazione della porzione centrale dell'opera di sbarramento in adiacenza a quella realizzata nella precedente fase. Si procederà pertanto a realizzate una coronella arginale attorno alla porzione in fase di realizzazione, garantendo il deflusso delle acque sia sulla sponda sinistra che su quella destra attraverso la porzione di opera già realizzata. Le tecnologie di consolidazione e di scavo saranno le stesse utilizzate in precedenza ovvero realizzazione di coronella e di tappo di fondo.

A questo punto saranno realizzate sia l'opera di derivazione in corrispondenza della sponda sinistra e le opere trasversali di stabilizzazione dell'alveo e la briglia di trattenuta del materiale galleggiante a monte dell'opera.

Tali modalità operative determineranno una parziale limitazione delle condizioni di deflusso corrispondente alle sezioni di manufatto di sbarramento che saranno via via aggiunte prima dell'entrata in funzione della galleria scolmatrice. Gli effetti sul deflusso di piena si manifesteranno essenzialmente nell'aumento dei livelli immediatamente a monte dell'opera in termini del tutto analoghi a quelli che si manifesteranno a seguito dell'entrata in funzione della galleria scolmatrice.

Dal punto di vista qualitativo, l'interferenza con la componente può potenzialmente avvenire durante la realizzazione di manufatti e le lavorazioni in alveo. La movimentazione di automezzi e le operazioni di scavo e posa possono comportare un aumento della torbidità a causa della risospensione e dispersione di materiali fini.

Grazie alla presenza del sopramenzionato arginello di protezione attorno alle aree di intervento, l'interferenza assume carattere locale in quanto i lavori verranno effettuati in ambienti pressochè privi di acque fluviali. Nel contempo sarà garantito il regolare deflusso delle acque del Bisagno esternamente alle aree isolate e senza contatto con le acque interne all'arginello.

Eventuali movimentazioni di substrato al di fuori dell'area isolata a causa del passaggio di mezzi saranno occasionali.

L'interferenza è comunque temporanea e reversibile in un breve arco di tempo, una volta cessate le lavorazioni.

Eventi di contaminazione diretta delle acque superficiali sono possibili solo in conseguenza di sversamenti accidentali di sostanze inquinanti liquide utilizzate nei macchinari e nei mezzi durante la loro presenza nell'alveo. Un accadimento di questo tipo è da considerarsi poco probabile, date le misure precauzionali adottate in cantiere e la pressochè assenza di acqua nelle immediate adiacenze dei lavori.

Galleria scolmatore

Lo scavo della galleria in fase di cantiere non determina impatti sul deflusso delle acque superficiali in quanto il collegamento idraulico tra opera di presa e galleria sarà realizzato solo al termine dei lavori.

Analogamente non sono previsti impatti sulla qualità delle acque superficiali.

Galleria di servizio

In analogia alla galleria principale anche la galleria di servizio in fase di cantiere non determina effetti sul deflusso delle acque superficiali.

Si specifica che la deviazione del Rio Sciorba all'interno della galleria sarà realizzata solo al termine dei lavori, una volta che la galleria principale sarà in funzione.

Non sono attesi altresì effetti sulla qualità delle acque superficiali.

Opera di sbocco

Non sono attesi effetti sulla componente.

Ripascimenti

Non sono attesi effetti sulla componente.

5.2.2 Fase di esercizio

Cantiere ex-canile e Interventi sul rio Sciorba

Successivamente alla entrata in funzione della galleria scolmatrice, l'alveo del Rio Sciorba sarà deviato all'interno della galleria di servizio e, attraverso questa, raggiungerà la galleria principale. In questo modo sia in condizioni ordinarie che di piena lo Sciorba recapiterà direttamente in galleria senza più confluire nel Bisagno, raggiungendo in questo modo direttamente il mare.

Alla chiusura del cantiere ex canile cessano le potenziali interferenze di tipo qualitativo con la componente. La deviazione dello Sciorba e dell'affluente Superiore non comporta alterazioni della qualità delle acque dei due corsi d'acqua in fase di esercizio.

Interventi sul torrente Bisagno

Gli effetti sul deflusso delle acque superficiali della realizzazione del manufatto di derivazione sul Bisagno rappresentano lo scopo essenziale del progetto ovvero quello di proteggere il territorio urbano della città di Genova dalle esondazioni determinate dalla limitata sezione di deflusso in corrispondenza della foce. Con la messa in esercizio dell'opera, una quota importante della portata complessiva dell'evento di riferimento potrà infatti essere scaricata attraverso la galleria scolmatrice direttamente a mare, pur assicurando una consistente portata anche all'interno del tratto terminale dell'alveo. Gli eventi di piena avranno la possibilità di svilupparsi però anche attraverso l'opera di sbarramento

E' importante evidenziare che anche in caso di piena **l'opera assicura il mantenimento di una quota consistente di deflusso in alveo a valle della derivazione,** senza determinare interruzioni nel deflusso oltre che delle portate liquide, anche di quelle solide sul fondo.

Tale condizione fa sì che sia lo stato qualitativo delle acque del torrente che quello quantitativo non subiscano di norma alterazioni di rilievo.

Galleria scolmatore

Lo scolmatore del torrente Bisagno è stato dimensionato nel corso delle varie fasi progettuali pregresse con l'obiettivo di garantire che nell'alveo a valle dell'opera di presa, in corrispondenza dell'evento di piena con tempo di ritorno 200 anni (portata massima in ingresso valutata in circa 1.050 m3/s), defluisca una portata non superiore a 630 m^3/s, che anche grazie alle sistemazioni d'alveo progressivamente realizzate nel tratto terminale possono defluire con adeguate condizioni di sicurezza idraulica.

Le opere del sistema scolmatore sono state quindi progettate per risultare funzionali alla derivazione e smaltimento di una portata di 460 m^3/s, nel rispetto dei franchi idraulici definiti dal Piano di Bacino del torrente Bisagno (0,5 m rispetto alla quota di sponda e 1,0 m rispetto all'intradosso delle opere di attraversamento).

La presenza dello sbarramento consente una notevole flessibilità nella gestione dell'evento di piena, in quanto regolando il livello idrico in alveo con opportune aperture/chiusure delle paratoie è possibile ripartire secondo necessità la portata in ingresso tra lo scolmatore e l'alveo a valle.

Le regole di gestione ipotizzate prevedono infatti di poter derivare nello scolmatore l'intera portata di dimensionamento anche in occasione di eventi di piena di gravosità relativamente modesta (da tempi di ritorno di 50 anni), e comunque di attivare lo scolmatore con derivazione di portate significative anche per eventi più "ordinari" (da circa 110 m^3/s per tempo di ritorno di 5 anni a circa 300 m^3/s per tempo di ritorno di 25 anni).

La portata di dimensionamento dello scolmatore quindi non deve essere considerata come un valore massimo che caratterizza un evento eccezionale e di bassa probabilità di accadimento, bensì come una condizione di esercizio delle opere che potenzialmente potrebbe essere osservata già per eventi di piena superiori a 25 anni. E' risultato in questo senso opportuno evitare l'instaurarsi di moti in pressione per il miglior funzionamento generale e per limitare l'usura del rivestimento.

Dal punto di vista qualitativo, si evidenzia che la quota di portata deviata, lungo il percorso fino allo sbocco in mare, non subisce modificazioni attribuibili al funzionamento della galleria.

Opera di sbocco

In fase di esercizio la presenza dell'opera di sbocco risulterà complessivamente inserita nel profilo della linea di costa (localmente profondamente artificializzata già allo stato attuale) senza determinare apprezzabili influenze sulla dinamica costiera sia per quanto concerne il moto ondoso sia per il trasporto solido lungo costa. Le portate defluenti in mare nel corso degli eventi di piena manifestano carattere di eccezionalità ed in ogni caso dal punto di vista quantitativo non risultano in grado di produrre effetti sulla dinamica costiera nel suo complesso.

Non sono attesi effetti sulla qualità delle acque superficiali interne.

5.3 Acque marino-costiere

5.3.1 Fase di cantiere

Opera di sbocco

Si premette che l'area di realizzazione dello sbocco della galleria scolmatrice corrisponde all'area attualmente occupata dal cantiere per la realizzazione della galleria scolmatrice del t. Fereggiano, nell'ambito del quale è prevista la realizzazione del manufatto di sbocco al quale si raccorderà il tratto terminale della galleria del Bisagno. All'avvio dei lavori di realizzazione della galleria scolmatrice del Bisagno il manufatto di sbocco del Ferregiano sarà ultimato e saranno ultimate anche le opere di inserimento paesaggistico ed ambientale già previste nell'ambito del progetto definitivo generale dei due interventi.

Per tale ragione non si prevedono impatti sulle acque marino – costiere né di tipo qualitativo ne quantitativo, per assenza di interferenza tra le lavorazione la componente.

Ripascimenti

Gli interventi di ripascimento sono finalizzati al potenziamento degli arenili e ad una loro stabilizzazione. I presupposti progettuali derivano dalla simulazione degli effetti delle mareggiate e consistono nell'attribuzione al prisma sedimentario di una geometria dotata di maggiore stabilità e nel rifornimento di un volume di sedimenti adeguato a bilanciare il trasporto lungo costa per un periodo di tempo significativo.

Gli interventi di ripascimento ed in particolare l'apporto dei nuovi sedimenti saranno realizzati in condizioni meteo marine di calma modificando la linea di costa e in profilo subacqueo parallelamente all'assetto attuale senza determinare squilibri.

5.3.2 Fase di esercizio

Ripascimenti

Gli effetti a lungo termine degli interventi di ripascimento rappresentano i presupposti sui quali sono stati progettati gli interventi. Essi infatti sono finalizzati a conferire al profilo delle spiagge una geometria di maggiore stabilità rispetto all'attuale e ad incrementare la disponibilità di materiale sedimentario per contrastare gli effetti erosivi del trasporto lungo costa. Le singole celle litorali all'interno delle quali si sviluppano gli interventi, risultano infatti normalmente delimitate da elementi trasversali sia naturali che artificiali che interrompono il trasporto solido lungo costa esponendo le spiagge ad un costante impoverimento di materiale ed a un conseguente arretramento della linea di costa. L'impatto complessivo determinato dalla realizzazione degli interventi di ripascimento coincide pertanto con una maggiore estensione degli arenili in grado di contrastare localmente gli effetti erosivi delle mareggiate. L'entità complessiva delle modificazioni sulla posizione della linea di costa e sulla geometria della spiaggia sommersa non sono tali da determinare effetti sulla dinamica del moto ondoso e delle maree.

Galleria scolmatrice

I volumi idrici convogliati dalla galleria scolmatrice in occasione degli eventi meteorici di riferimento rappresentano una quota parte del deflusso totale veicolato nell'alveo del Bisagno.

Durante tali eventi, l'opera assicura il mantenimento in alveo di una parte consistente della portata a valle della derivazione, mentre i volumi sottratti vengono sversati, tramite la galleria, in un tratto di costa poco lontano dalla foce naturale, caratterizzato da fondale a matrice sabbiosa e di non elevatointeresse naturalistico.

Le modalità di funzionamento dell'opera sono tali da assicurare inoltre il mantenimento in alveo del carico di solidi sospesi anche durante la piena, deviandone solo una quota-parte, costituita da materiale più fine, attraverso la galleria. Una volta rilasciato in mare, tale carico si distribuisce lungo la linea di costa grazie all'azione locale del moto ondoso.

Localmente e durante un arco temporale circoscritto all'evento di piena che porta all'attivazione della derivazione nella galleria scolmatrice , lo sversamento determinerà un aumento della torbidità delle acque che tenderà comunque ad esaurirsi in modo graduale una volta cessato il funzionamento della galleria.

5.4 Suolo e sottosuolo

5.4.1 Fase di cantiere

Cantiere ex-canile

Gli interventi di realizzazione dell'area di cantiere presso l'ex canile municipale di via Adamoli comportano un marcato interessamento del suolo e del sottosuolo. La realizzazione della dima di accesso alla galleria di servizio comporta in particolare un consistente sbancamento di materiale al piede del versante il quale dovrà essere necessariamente sostenuto da un imponente muro di sostegno tirantato con altezze localmente superiori ai 10 metri. Poichè, inoltre, la quota della base della galleria nel punto di accesso risulta inferiore a quella del piano campagna attuale, dovrà essere realizzata anche una rampa di raccordo che interesserà una larga parte del piazzale di cantiere, determinando un considerevole volume di scavo.

I materiali oggetto di scavo sono costituiti essenzialmente da terreni di riporto in superficie, mentre in profondità si riscontrano detriti di falda detritica e, in misura minore, alluvioni ghiaiose. Il substrato è costituito dai calcari del Flysh di M.Antola.

Le modificazioni morfologiche si sviluppano in un contesto a destinazione industriale già ampiamente modificato e trasformato, in cui non sono riconoscibili forme naturali. I dislivelli in quota sono tutti definiti dai muri di sostegno dei terrazzamenti già presenti allo stato attuale. Gli interventi finalizzati alla predisposizione dell'area di cantiere e della finestra di accesso alla galleria scolmatrice presentano un carattere definitivo in quanto sia la galleria di servizio che il piazzale antistante sono destinati a rimanere in funzione anche dopo l'entrata in servizio dello scolmatore. Il piazzale sarà destinato alle attività delle Società Municipalizzate mentre la galleria di servizio permetterà da un lato l'accesso alla galleria scolmatrice per le operazioni di manutenzione e dall'altro di garantire, come già ricordato, la funzionalità idraulica del Rio Sciorba intercettandone integralmente le portate.

Interventi sul torrente Bisagno

La realizzazione dell'opera di presa sul torrente Bisagno si sviluppa in un tratto di alveo già allo stato attuale delimitato da due muri spondali di altezza significativa. Gli effetti più marcati sul suolo ed il sottosuolo sono determinati dalla necessità di realizzare un manufatto con un piano di fondazione posta a circa 5 metri di profondità rispetto al fondo alveo attuale all'interno di un corpo alluvionale con spessore superiore ai 20 metri circa. Le operazioni scavo produrranno un consistente volume di materiale inerte alluvionale pregiato che sarà avviato a recupero per la produzione di inerti da calcestruzzo.

Galleria scolmatore e galleria di servizio

Le gallerie si sviluppano integralmente nel sottosuolo. Solo il primo tratto di collegamento con l'opera di presa viene realizzato all'interno del materasso alluvionale del Bisagno in corrispondenza della sponda sinistra, al di sotto della viabilità urbana, mentre tutto il resto della galleria viene realizzato all'interno della compagine rocciosa della formazione calcarea di M.te Antola. Sia lo scavo della galleria di servizio che del tratto di collegamento tra l'opera di presa ed il camerone di montaggio della TBM vengono realizzate con tecnica tradizionale (avanzamento con esplosivo) mentre il tratto tra il camerone e lo sbocco a mare viene realizzato con la TBM (fresa). Lo scavo in roccia è previsto che avvenga in avanzamento continuo previa stabilizzazione della calotta con chiodature e con spritz beton su tutta la superficie. Solo in un secondo momento sarà gettato in opera il rivestimento definitivo in cls.

Gli impatti sul sottosuolo sono essenzialmente limitati all'asportazione del materiale in quanto non si prevede che l'attività di scavo possa in alcun modo avere effetti né sulla roccia nel suo complesso.

Lo smarino verrà sottoposto a trattamento di frantumazione e vagliatura per essere successivamente utilizzato come sottoprodotto per gli interventi di ripascimento o come inerte per la produzione di cls.

Ripascimenti

Come già ricordato gli interventi di ripascimento comportano il posizionamento in corrispondenza degli arenili selezionati di materiali inerti provenienti dallo scavo delle gallerie, preventivamente frantumati e vagliati secondo le specifiche richieste. In fase di realizzazione dei ripascimenti si assisterà pertanto alla progressiva progradazione della linea di costa fino a realizzare l'assetto di equilibrio definito dal progetto.

5.4.2 Fase di esercizio

Cantiere ex-canile

Una volta realizzata l'opera, l'area di cantiere, liberata dalle installazioni provvisorie, sarà destinata alle attività delle Società Municipalizzate. Le modificazioni morfologiche determinate nel corso della realizzazione dell'opera sono da considerare permanenti ma di limitata entità.

Interventi sul torrente Bisagno

Una volta realizzato il manufatto di derivazione sul T.Bisagno non sono da prevedere effetti sull'alveo del torrente stesso in termini di modificazioni del regime del trasporto solido. La geometria della traversa è stata infatti definita in modo da mantenere la continuità del profilo di fondo permettendo ai deflussi di piena di trasportare il detrito in modo analogo rispetto al passato. Non sono pertanto da prevedersi accumuli di materiale inerte a monte della traversa né tantomeno fenomeni erosivi a valle di essa.

Galleria scolmatore e galleria di servizio

Una volta completate, le due gallerie presenteranno caratteristiche strutturali tali da sostenere tutte le sollecitazioni alle quali sono sottoposte. Non sono pertanto da prevedere effetti apprezzabili sul suolo e sottosuolo in fase di esercizio dell'opera.

Ripascimenti

I ripascimenti determinano in fase di esercizio la presenza sugli arenili di un consistente quantitativo di inerti provenienti dallo scavo delle gallerie che si inseriranno nella dinamica complessiva del trasporto lungo costa. Gli effetti sono da considerare positivi dal momento che contribuiranno a controllare i fenomeni erosivi che si registrano attualmente.

5.5 Acque sotterranee

5.5.1 Fase di cantiere

Cantiere ex-canile

Gli interventi di realizzazione del cantiere non comportano significative modifiche dell'assetto attuale dell'area in termini di modificazioni morfologiche e di impermeabilizzazione. I rapporti con l'ambiente idrico sotterraneo risultano pertanto sostanzialmente immutati. Solo in corrispondenza della rampa di accesso alla galleria di servizio si vengono a determinare condizioni morfologiche ed in particolare quote di scavo potenzialmente interferenti con la superficie freatica. La realizzazione già in fase di cantiere degli interventi di consolidamento e di sostegno garantiranno l'isolamento della falda e annulleranno i potenziali impatti.

Interventi sul torrente Bisagno

La realizzazione degli interventi in alveo comporta l'interessamento della falda di subalveo in corrispondenza delle aree di scavo. Il livello di falda risulta infatti coerente con il livello idrico nel corso d'acqua e pertanto tutte le operazioni di scavo avverranno in falda. Per limitare gli effetti sulle acque sotterranee sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo, saranno realizzati interventi di impermeabilizzazione e di isolamento dei volumi di scavo attraverso la realizzazione di colonne di jet grouting perimetrali e di un tappo di fondo

corrispondente alla quota di imposta delle fondazioni. In tal modo si limiterà il drenaggio della falda si eviterà di conseguenza l'abbassamento dei livelli freatici nelle aree prossime al cantiere.

Interventi sul rio Sciorba

Già nelle condizioni *ante operam* il rio Sciorba viene derivato a partire dalla base del versante ancora prima di raggiungere la piana alluvionale e condotto in un tratto tombinato fino al Bisagno. Sia gli interventi temporanei in fase di cantiere che l'assetto definitivo non determinano variazioni nei rapporti di alimentazione / drenaggio della falda.

Galleria scolmatore e galleria di servizio

Sono prevedibili, in fase di scavo e per le tratte all'interno del FMA da fratturato a poco fratturato, condizioni generali di stillicidio, localmente anche diffuso con portate che, valutate su un tratto di galleria di lunghezza pari a 100 m non rivestita, saranno comprese fra 0,1 – 0,5 l/sec. Venute concentrate sono possibili, localmente, nelle aree interessate dal FMA in facies molto fratturata e/o brecciata, quindi in corrispondenza delle principali faglie e dislocazioni tettoniche. Qui potranno attendersi portate che, valutate su un tratto di galleria non rivestita lunga circa 50 m (estensione stimata delle zone di faglia) avranno punte massime nell'ordine di 1,5 – 2,5 l/sec.

Il sistema di drenaggio prevedrà punti di drenaggio posti ad interasse di 25 m che, se da un lato hanno dimostrato comunque di garantire la stabilità del bilancio idrogeologico ed una sensibile riduzione dei carichi sui rivestimenti (66%), dall'altro rendono ammissibile l'occlusione nel tempo di alcuni drenaggi senza ripercussioni apprezzabili sul sistema. In questo caso l'influenza della variazione della piezometrica nell'intorno della galleria sarà estesa per un raggio massimo valutato in circa170 m a cavallo dell'opera.

La falda idrica presente lungo lo sviluppo dell'opera è contenuta all'interno delle bancate calcareo marnose del Flysch di Monte Antola, e pertanto eventuali variazioni del livello idrico imputabili agli scavi non determineranno ripercussioni sulle strutture in superficie.

E' importante osservare come in fase costruttiva, prima quindi della messa in opera del rivestimento definitivo, il drenaggio operato dalla galleria assuma valori tali da non soddisfare il bilancio idrogeologico; potrà quindi attendersi in via transitoria un abbassamento della falda successivamente compensato dalla naturale ricarica. In questo frangente potrebbe esservi un minor apporto idrico da parte dei versanti nei confronti della falda di subalveo contenuta nelle alluvioni del Bisagno; tale minor apporto, estremamente modesto rispetto al contributo totale, non dovrebbe comunque determinare ripercussioni evidenti sulle opere di presa (pozzi) ivi esistenti.

Il contesto descritto, pur transitorio, potrà essere minimizzato attraverso l'adozione di opportuni interventi in corso d'opera.

5.5.2 Fase di esercizio

Cantiere ex-canile

Gli interventi eseguiti per la realizzazione del cantiere sono definitivi. Caratterizzano l'area anche in fase di esercizio.

Interventi sul torrente Bisagno

Gli interventi sul torrente.Bisagno, come già ricordato, consistono nella realizzazione di un' opera di derivazione che interessa l'intera sezione dell'alveo all'interno dei muri spondali. Tale manufatto, ed in particolare le sue fondazioni, si sviluppano all'interno del substrato ghiaioso sede di un acquifero a pelo libero. Pur non determinando una vera e propria interruzione dei deflussi sotterranei, l'opera determina una locale perturbazione del deflusso di falda che si manifesterà con un locale debole innalzamento dei livelli freatici immediatamente a monte dell'opera di derivazione. Poiché inoltre i depositi ghiaiosi sede

dell'acquifero si sviluppano anche oltre l'alveo attuale artificializzato, occupando l'intera piana alluvionale si ritiene che gli effetti non si estenderanno in modo significativo oltre l'area di intervento e, in particolare, in corrispondenza dell'edificato.

E' importante evidenziare inoltre che l'opera di derivazione non interferisce con il deflusso ordinario del corso d'acqua e che, inoltre, anche in caso di piena assicura il mantenimento di una quota consistente di deflusso in alveo a valle della derivazione.

Tale condizione fa sì che l'impatto dell'opera sull'acquifero alluvionale principale del T. Bisagno sia valutabile come poco significativo e circoscritto all'evento di piena, in cui è ipotizzabile un teorico modesto deficit di alimentazione. Tale deficit può ritenersi comunque trascurabile sul medio tempo, in considerazione della durata limitata dell'evento di piena, superato il quale, l'alimentazione del corpo idrico sotterraneo ritornerebbe a regime.

Interventi sul rio Sciorba

In fase di esercizio il rio Sciorba viene deviato all'interno della galleria di servizio. A partire dall'opera di presa, situata immediatamente a monte dell'area del cantiere principale, l'intero alveo del rio risulta impermeabilizzato e pertanto, come nella situazione attuale ed in quella di corso d'opera, i suoi rapporti con la falda non vengono modificati, rimanendo di fatto nulli.

Galleria scolmatore galleria di servizio

Una volta ultimata la galleria principale, non sono da attendersi interferenze significative con il reticolo idrografico superficiale.

A cavallo della galleria e per un raggio massimo di circa 170 m si avrà un locale abbassamento della falda che potrebbe risultare evidente in corrispondenza dei rii minori dell'area cittadina, spesso comunque tombati lungo buona parte del percorso. Viste anche le distanze in gioco si ritiene che non vi saranno effetti sui pozzi e sulle sorgenti, ad eccezione della sorgente SG4 posta praticamente sulla verticale della galleria. Tale sorgente, di cui non è possibile garantire la sopravvivenza, ha comunque portate molto contenute, non continue e non è ad oggi in alcun modo utilizzata.

5.6 Biodiversità

5.6.1 Ambiente Terrestre: Fase di cantiere

Cantiere ex-canile

Considerata l'ubicazione del cantiere in una zona edificata e completamente artificializzata, gli impatti sulle componenti Vegetazione, Flora, Fauna ed Ecosistemi terrestri si può considerare nulla.

Interventi sul torrente Bisagno

Sottrazione diretta di vegetazione

Vista la qualità, sotto il profilo strettamente floristico-vegetazionale, delle formazioni interferite e l'entità ridotta delle superfici vegetate coinvolte e considerato che si tratta di una sottrazione di vegetazione di tipo temporaneo, si valuta che l'impatto sia trascurabile.

Disturbo alla fauna e alterazione di habitat idonei alla fauna

Lo svolgimento dei lavorii previsti nel progetto possono causare un disturbo alla fauna terrestre inducendola ad allontanarsi, almeno nel periodo coincidente con la durata dei lavori. Vista la banalizzazione degli habitat presenti nel tratto di torrente interessato dai lavori, dovuta all'artificializzazione delle sponde e del greto, che si traduce in una bassa densità e basso valore ecologico delle specie faunistiche presenti, adattabili e generaliste, l'impatto, temporaneo e reversibile, può essere considerato trascurabile.

Interventi sul rio Sciorba

Il tratto del rio Sciorba interessato dai lavori non presenta rilevanze floro –faunistiche, inoltre è di limitata estensione, si valuta quindi che l'impatto sia trascurabile.

Galleria scolmatore

Nessuna interferenza con i sistemi ambientali terrestri.

Galleria servizio

Nessuna interferenza con i sistemi ambientali terrestri.

Opera sbocco a mare

Nessuna interferenza con i sistemi ambientali terrestri.

Siti di ripascimento

Disturbo alla fauna

Il movimento dei mezzi e le operazioni di scarico materiali per il ripascimento delle spiagge possono causare un disturbo all'avifauna che le frequenta, insieme al braccio di mare antistante, per riposo o attività trofica inducendola ad allontanarsi, almeno nel periodo coincidente con la durata dei lavori. Considerandone la discontinuità, l'estensione limitata e puntiforme, la temporaneità e reversibilità questo impatto può essere considerato trascurabile.

5.6.2 Ambiente Terrestre: Fase di esercizio

Cantiere ex canile

Considerata la sistemazione finale dell'area e l'utilizzo di destinazione, non si prevede alcun impatto negativo. Un trascurabile effetto positivo sarà svolto nella fase di esercizio dalle sistemazioni a verde realizzate per la schermatura dei muri di contenimento e perimetrali dell'area. L'intreccio dei rampicanti usati per la schermatura potrà migliorare la disponibilità di siti riproduttivi o di rifugio per la fauna, oltre che la disponibilità trofica.

Interventi sul torrente Bisagno

Una volta completata l'opera, gli impatti negativi a carico delle componenti floro-faunistiche che si sono manifestati durante la fase di cantiere, seppur trascurabili, cessano e la situazione ambientale ritorna rapidamente allo stato *ante operam*. L'entrata in funzione dello scolmatore, riducendo l'impatto delle piene più rovinose sul tratto di torrente che lo separa dalla foce, potrà migliorare le condizioni di relativa stabilità del substrato e delle cenosi vegetali di greto, producendo un modesto e trascurabile effetto positivo sulle componenti ambientali del tratto finale del Bisagno.

Interventi sul rio sciorba

Nessuna interferenza con i sistemi ambientali terrestri.

Galleria scolmatore

Nessuna interferenza con i sistemi ambientali terrestri.

Galleria servizio

Nessuna interferenza con i sistemi ambientali terrestri.

Opera sbocco a mare

Nessuna interferenza con i sistemi ambientali terrestri.

Ripascimenti

Nessuna interferenza con i sistemi ambientali terrestri.

5.6.3 Ambiente marino costiero: Fase di cantiere

Ripascimenti

Lo sversamento sulle spiagge di materiale sedimentario finalizzato ad un ripascimento può costituire un serio problema ecologico per gli ecosistemi bentonici costieri poiché l'eventuale impiego di materiale inadatto, come materiale terrigeno di comune utilizzo ricco di argilla e limo, può modificare la granulometria del sedimento mobile già presente con un diretto interessamento dei popolamenti del substrato incoerente che dipendono fortemente dalla stessa granulometria. Inoltre, l'impiego di materiale inadatto ha effetti fortemente negativi su un habitat prioritario come la Posidonia oceanica.

Gli effetti sull'ambiente marino prodotti dalle attività di ripascimento degli arenili sono quindi legati a tre aspetti:

- le caratteristiche del sedimento impiegato (quali granulometria e mineralogia);
- le modalità tecnico-progettuali proprie dell'intervento (quali la quantità di materiale sversato, la tempistica e la stagione di intervento;
- le tecnologie impiegate per il trasporto e per il refluimento del sedimento (Speybroeck et al., 2006; OSPAR, 2009).

Gli effetti notoriamente più rilevanti sono quelli che ricadono in maniera diretta sui popolamenti bentonici e, indirettamente, sulla fauna ittica demersale. Su altre componenti biotiche come ad esempio il plancton, gli effetti di un ripascimento sono considerati trascurabili. Molti studi evidenziano come il refluimento della sabbia comporti le seguenti alterazioni (ARPAL, 2007, Nicoletti et al., 2006; Peterson et al., 2006; Speybroeck et al., 2006; Defeo et al., 2009; OSPAR, 2009):

- seppellimento e seppellimento a seguito di un avanzamento del profilo di spiaggia;
- aumento della torbidità dell'acqua;
- infangamento e alterazione dei fondi su cui sono insediati i popolamenti;
- alterazione delle dinamiche di popolazione (con effetti importanti sulle aree di nursery e di riproduzione) e diminuzione delle risorse trofiche.

Prendendo in considerazione i fondali sabbiosi, subito dopo il refluimento del sedimento che comporta il possibile defaunamento (totale o parziale) dell'area direttamente interessata, ha inizio il recupero dei popolamenti coinvolti, attraverso specifici meccanismi di reclutamento quali la migrazione di adulti e giovanili dalle aree adiacenti, la migrazione verticale e l'immissione sulla spiaggia di organismi trasportati con il sedimento (van Dolah et al., 1984). In particolare, la migrazione verticale è risultata essere, per le specie di ambiente intertidale e/o subtidale, il meccanismo più efficace per sopravvivere al ripascimento (Maurer et al., 1986; BNP, 1995; Green, 2002).

La questione fondamentale nella valutazione degli effetti indotti dal ripascimento non è pertanto la perdita temporanea degli organismi presenti sulla spiaggia, peraltro attesa, quanto la velocità di recupero di queste comunità dopo il ripascimento.

5.6.4 Ambiente marino costiero: Fase di esercizio

Laddove le attività di ripascimento hanno comportato modifiche rilevanti dal punto di vista della granulometria del substrato, sono state osservate importanti variazioni anche nella composizione degli organismi bentonici, con conseguente alterazione dell'ecologia della spiaggia (Rakocinski et al., 1996). Studi specifici condotti lungo le coste del Lazio per valutare gli effetti del ripascimento sui popolamenti a Donax trunculus (mollusco bivalve di interesse commerciale) (La Valle et al., 2007; La Valle e Nicoletti, 2008; La

Valle et al., 2011) hanno rilevato che la specie, pur scomparendo subito dopo il ripascimento (per seppellimento), ricompare a circa 4 mesi di distanza dal termine delle attività. Gli Autori ipotizzano che pianificando le operazioni di ripascimento in periodi specifici prima del periodo di reclutamento dei giovanili, gli effetti sulla specie possono essere minimizzati, evitando così anche importanti ricadute economiche sull'economia locale.

Diversi studi sono stati condotti per valutare gli effetti del ripascimento sulle fanerogame marine, in particolare sulla Posidonia oceanica (Ruiz et al., 1993; Ruiz e Romero, 2003, Nicoletti et al. 2005). Gli effetti attesi a breve termine sulle praterie di P. oceanica sono essenzialmente quelli legati all'aumento della torbidità dell'acqua. È noto che la diminuzione di luminosità generata dall'aumento di sedimenti fini in sospensione determina un calo nella produzione fogliare della prateria, cui potrebbe seguire, con il persistere dell'alterazione, la riduzione della densità e la regressione del suo limite inferiore (Guidetti e Fabiano, 2000, ARPAL 2007). Un altro effetto che può essere indotto dal ripascimento sulle praterie di P. oceanica è quello legato ai fenomeni di ipersedimentazione, a causa della maggior mobilità del sedimento appena deposto. In particolare, Manzanera et al. (1998) hanno rilevato come la risposta di P. oceanica sia fortemente dipendente dall'intensità e dalla durata del fenomeno: anche modesti seppellimenti (5 cm) possono infatti causare una significativa mortalità fogliare.

Relativamente ai popolamenti ittici, i possibili effetti generati dalle attività di ripascimento possono comportare la diminuzione delle abbondanze durante le operazioni di refluimento della sabbia, seppellimento di specie demersali, danni agli apparati branchiali dei pesci (per l'aumento del sedimento nella colonna d'acqua) e ridotta disponibilità di cibo (Green, 2002; Wilber et al.; 2003).

5.7 Rumore e Vibrazioni

5.7.1 Fase di cantiere

Il cantiere edile è un'attività complessa, in quanto si compone di una molteplicità di azioni svolte su uno spazio spesso limitato.

L'impatto acustico sul territorio si sviluppa in relazione alla tipologia delle lavorazioni, alla distribuzione temporale delle stesse, alle tecnologie utilizzate, alla localizzazione del cantiere e dei siti di approvvigionamenti di materiali dalla viabilità di cantiere, …

Risulta alquanto problematico poter stimare in modo esauriente i livelli di rumore internamente al cantiere e conseguentemente in corrispondenza dei recettori limitrofi a causa delle numerose variabili in gioco.

Si tenga conto infatti che, salvo casi particolari, non è possibile a priori conoscere:

- lo specifico macchinario che verrà utilizzato in una determinata fase lavorativa;
- il numero di macchinari che si troveranno a lavorare contemporaneamente;
- la durata temporale di utilizzo di ciascun macchinario;
- la dislocazione di un determinato macchinario rispetto agli altri;
- il rumore prodotto dagli automezzi esterni che di volta in volta accederanno al cantiere.

Tutte variabili che inevitabilmente possono comportare consistenti fluttuazioni del rumore ambientale in corrispondenza dei recettori.

Con riferimento alla componente ambientale rumore, le operazioni e le lavorazioni eseguite all'interno dei cantieri edili generalmente superano i valori limite fissati dalla normativa vigente, sia per la tipologia di lavorazione che per la tipologia di macchine e attrezzature utilizzate.

La valutazione di compatibilità ambientale si baserà sulla valutazione dell'attuale clima acustico e previsionale di impatto acustico come richiesto dall'art. 8 della legge Quadro sull'inquinamento acustico

n.447 del 26/10/1995 e della legge regionale n. 534 del 28 maggio 1999 “Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della documentazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 2, comma 2, della l.r. 20.3.1998, n. 12”.

Dal punto di vista temporale le analisi saranno eseguite in corrispondenza dei periodi di riferimento diurno dalle (06.00 alle 22.00) e notturno dalle (22.00 alle 06.00).

Nella fattispecie nel periodo notturno saranno attive solamente le attività collegate allo scavo della galleria (trasporto dello smarino all'esterno, impianto di ventilazione, impianto di frantumazione presente all’interno di un capannone prefabbricato in c.a.p), mentre nel periodo diurno saranno attive, oltre alle precedenti, anche le sorgenti operanti nelle varie aree di cantiere (impianto frantumazione, movimentazione materiali, passaggio mezzi, impianto betonaggio etc.).

Per una trattazione di dettaglio delle analisi sviluppate a supporto della progettazione ai fini della valutazione di compatibilità acustica, si rimanda all’elaborato progettuale “13-CAN 00 0000 BIS 2 E L CAN00RE040 Relazione acustica”.

Sorgenti di vibrazione quali attività di cantiere, scoppio di mine, funzionamento di macchine e traffico stradale e ferroviario, possono essere causa di disturbo e apprensione degli occupanti di edifici e ciò può portare alla necessità di verificare se le vibrazioni siano tali da indurre o meno danni alla costruzione, soprattutto in presenza di evidenti danni architettonici generati da altre cause.

Le vibrazioni del cantiere sono dovute principalmente a scuotimenti o urti. La trasmissione dal cantiere verso i potenziali ricettori avviene attraverso il terreno.

A differenza del rumore però, il disturbo generato dalle vibrazioni prodotte dalle lavorazioni di cantiere si attenua più rapidamente man mano che ci si allontana dalla fonte.

Gli effetti delle vibrazioni trasmessi tramite il suolo possono essere descritti come movimenti percettibili dei pavimenti dell'edificio, scuotimento degli oggetti sugli scaffali o appesi alle pareti.

In determinate condizioni le vibrazioni possono anche danneggiare gli edifici (qualora le vibrazioni siano intense, prolungate e ripetute).

In generale, danni strutturali all’edificio nel suo insieme attribuibili a fenomeni vibratori sono estremamente rari e quasi sempre derivano dal concorso di altre cause.

Affinchè le vibrazioni arrechino danni strutturali è comunque necessario che le stesse raggiungano livelli tali da causare, prima, fastidio e disturbo agli occupanti; sono invece frequenti altre forme di danno, di entità definita “di soglia”, che, senza compromettere la sicurezza strutturale degli edifici, ne possono determinare una riduzione del valore d’uso.

I danni di soglia si presentano sotto forma di fessure nell’intonaco, accrescimenti di fessure già esistenti, danneggiamenti di elementi architettonici.

Il tema delle vibrazioni negli ambienti di vita, attualmente, non è disciplinato da alcuna norma di legge in Italia. Molti paesi stranieri hanno legiferato in merito, inserendo nelle loro norme, i parametri e i rispettivi limiti da rispettare per la tutela delle strutture civili e, in particolare, degli edifici prossimi alla sorgente, da potenziali danni connessi alle vibrazioni indotte.

Lo scavo della galleria dello scolmatore del Bisagno avverrà adottando due metodi:

- il cosiddetto sistema tradizionale (esplosivo e martello idraulico per il disgaggio e per lo scavo dell’arco rovescio);
- il sistema meccanizzato (fresa a tutta sezione o TBM, fresa ad attacco puntuale e martello idraulico).

Measure	Units	Comments
Human perception	0.15 - 1.5 mm/s	
Visible damage	50 mm/s	Values in excess cause appreciable structural damage
British Standard BS 64722.1992	8.5 - 12.7 mm/s	90 per cent confidence limit – permissible impulsive vibration at residential property
Leicestershire County Council (UK)	6 mm/s	95 per cent confidence level – part of conditions covering blasting within modern planning permissions
Australian Standard Explosives Code (AS2187-1993)	5 mm/s	Common environmental limit (EPA) – depends on administering authority
Australian Standard Explosives Code (AS2187.2-2006)	2 mm/s	Historical buildings and monuments – displacement for frequencies less than 15 Hz
	10 mm/s	Houses and low rise residential buildings – resultant PPV for frequencies greater than 15 Hz
	25 mm/s	Commercial limit AS 2187.3
India	5 mm/s	Domestic houses/structures – frequencies less than 8 Hz
German Standard DIN 4150	5 mm/s	Domestic houses/structures – frequencies less than 10 Hz
	5 - 15 mm/s	Domestic houses/structures – frequencies 20 to 40 Hz
	15 - 20 mm/s	Domestic houses/structures – frequencies 50 to 100 Hz
Hungarian Standard	5 mm/	Panel houses
Swiss Standard	8 - 12 mm/s	Objects of historic interest or other sensitive structure – frequency bandwidth: 60 - 90 Hz
Swedish Standard National Museums	5 mm/s	Sensitive exhibits
	25 mm/s	Building structure

Tabella 6 - Valori di riferimento della velocità di vibrazione – Normativa internazionale

Il sistema tradizionale che utilizza l'esplosivo per l'avanzamento in galleria è anche noto come "N.A.T.M. (New Austrian Tunnelling Method)" ed è stato sviluppato intorno agli anni '40 da Rabcewicz, in base ad alcune osservazioni sul comportamento degli ammassi rocciosi.

I parametri che influenzano l'intensità delle vibrazioni sono i seguenti:

- Quantità e tipologia di esplosivo;
- Distanza tra il punto di scoppio e la zona da salvaguardare;
- Caratteristiche fisiche, chimiche, geologiche e litologiche del materiale nel quale si propagano le vibrazioni;
- Tipo di innesco;
- Distribuzione dell'esplosivo nei fori da mina;

Dal punto di vista teorico, la stima della sismicità indotta da volata è molto complessa, in quanto i parametri che intervengono nella funzione di trasferimento caratterizzante le onde sismiche che si propagano nell'ammasso roccioso sono molteplici e, il più delle volte, è dispendioso in termini economici stimarli o misurarli con sufficiente precisione

Lo scavo meccanizzato a differenza dei metodi tradizionali (esplosivi o martelloni) permette di raggiungere una media generale di scavo di 14/15 metri al giorno, pertanto il disturbo arrecato da una TBM si esaurisce nell'arco di pochi giorni.

Durante lo scavo con TBM una parte della potenza istantanea dalla macchina viene dissipata sotto forma di vibrazioni nel terreno a contatto con la testa fresante. L'energia immessa nel terreno si propaga nel mezzo circostante modificandosi in relazione alle diverse caratteristiche fisico-meccaniche del mezzo attraversato.

5.7.2 Fase di esercizio

Data la natura delle opere in progetto gli impatti in fase di esercizio sono valutati nulli.

5.8 Paesaggio, beni materiali e culturali

Cantiere ex-canile

Il cantiere ex canile insiste su una zona ad elevata urbanizzazione, di tipo misto, caratterizzata dalla presenza di attività commerciali di varia natura, magazzini, impianti sportivi, viabilità a scorrimento veloce e edifici residenziali.

L'immediato intorno è privo degli originali elementi di naturalità, ad eccezione del torrente Bisagno e dei versanti collinari a ridosso del centro abitato, seppur modificati dall'azione antropica.

Nella Figura 5-4 è riportato lo stato di fatto dell'accesso dell'area dell'ex canile, nella quale, sullo sfondo si intravvedono gli elementi residuali del paesaggio collinare genovese. La vista aerea dell'insieme nello stato di fatto è riportata nella Figura 5-5.



Figura 5-4 Vista della strada che conduce all'area ex-canile

Il cantiere verrà installato in seguito alla demolizione degli edifici esistenti e parzialmente abbandonati, privi di pregio architettonici o valore simbolico, ed occuperà un'area di limitata estensione. All'interno saranno predisposte aree dedicate al deposito di materiali, macchine ed attrezzature, alle installazioni logistiche, oltre ad un accesso dedicato per la viabilità di cantiere. La configurazione finale dell'area di cantiere è riportata nella Figura 5-6.

Le planimetrie riportate nelle tavole di progetto mostrano l'organizzazione delle aree di cantiere nelle diverse fasi di realizzazione delle opere, in particolare:

- il perimetro dell'area occupata dal cantiere;
- le aree di stoccaggio dei materiali di cantiere e dei materiali di scavo;
- le aree di movimentazione e di passaggio dei mezzi;
- gli impianti a servizio del cantiere;
- le aree per i baraccamenti.

Durante la fase di cantiere gli impatti saranno mitigati mediante un'adeguata recinzione che limiterà l'impatto visivo, già parzialmente mitigato dai limitrofi edifici esistenti in via Adamoli. Internamente sarà adottata una serie di misure gestionali finalizzate a garantire un appropriato livello di ordine e pulizia.

A fine lavori si provvederà al ripristino dei luoghi e delle aree interferite. Le strutture di cantiere e gli stoccaggi di materiali verranno rimosse e l'intera area assumerà la configurazione riportata nella Figura 5-7.



Figura 5-5 Vista aerea dell'area ex-canile in cui verrà realizzato l'area di accantieramento



Figura 5-6 – Render in fase di cantiere



Figura 5-7 – Render a seguito di ripristino finale area di cantiere

Interventi sul torrente Bisagno

Non lontano dall'area di cantiere ex canile è ubicato il tratto del Bisagno interessato dalla realizzazione delle opere in alveo. Il tratto è caratterizzato da un elevato grado di artificializzazione che non ha consentito l'evoluzione naturale dell'ambiente fluviale e l'insediamento di fitocenosi naturali. La fascia di vegetazione perifluviale è infatti assente o costituita da una fascia di vegetazione erbacea infestante e ruderale con numerose piante esotiche.

Il contesto di inserimento degli interventi è interamente di tipo urbano come già accade per il cantiere ex canile. Ai lati del torrente, lungo entrambe le sponde, scorrono strade a grande flusso (via Adiamoli e via Emilia); in sponda sinistra sono insediate numerose attività industriali e commerciali e gli impianti sportivi della Sciorba, mentre lungo la sponda destra è ubicato il quartiere di Molassana.



Figura 5-8 Vista dell'alveo del Bisagno verso monte ripresa dal marciapiede di via Adamoli

Le opere in progetto comprendono:

- **briglia selettiva** con vasca di dissipazione e controbriglia: ubicata tra il ponte stradale Fleming e il ponte Gallo, poco a monte dell'esistente rampa di discesa in alveo;
- **sistemazione idraulica** del torrente: intervento di lunghezza pari a circa 350 m nel tratto a monte dell'opera di sbarramento e circa 100 m in quello a valle;
- **opera di sbarramento e presa**: ubicata poco a monte del ponte stradale Ugo Gallo; costituita da una traversa a tre luci di ugual larghezza;
- **nuova passerella pedonale**: ubicata a circa 40 m a valle, rispetto alla posizione attuale della passerella ad uso pedonale di collegamento tra via Emilia e via Adamoli.

A partire dalla sponda destra del Bisagno in corrispondenza della via Emilia sarà realizzata la rampa di discesa in alveo da cui si svilupperà la viabilità di cantiere.



Figura 5-9 Ubicazione del cantiere in alveo

L'inserimento degli allestimenti temporanei in alveo sarà garantito dal posizionamento di adeguate strutture con funzione mitigativa dell'impatto visivo e di miglioramento della percezione dei luoghi.

In corrispondenza di due punti dove la visuale si allarga e permette una percezione più ampia del cantiere, verranno collocati teloni in PVC, resistenti agli agenti atmosferici, in cui verranno riprodotte, a grandezza naturale, le stesse viste prospettiche (tramite la tecnica del fotorendering) "a lavori finiti".

Saranno installati anche dei "totem" bifacciali sui quali verranno riportate le principali informazioni sul cantiere. I totem (che rimarranno fissi per tutta la durata del cantiere) presenteranno caratteristiche tali da permettere il cambiamento dei contenuti informativi in funzione dell'avanzamento dei lavori.

In sponda destra, in corrispondenza della via Emilia, saranno installati pannelli fonoassorbenti, dotati di una rete oscurante (estesa a tutto il perimetro dei lavori in alveo, quindi anche lungo via Adamoli) con la predisposizione di alcune postazioni puntuali "ad hoc", costituite da pannelli in PVC, di adeguata dimensione, su cui verranno collocati, con procedimenti di stampa UV resistenti, i principali disegni delle opere in progetto, che verranno sinteticamente descritte con linguaggio convenzionale.

All'interno di queste pannellature (lunghe indicativamente 6 m) verranno inserite delle "finestrature" in plexiglass (anche ad "altezza bimbo") che permetteranno di visionare l'avanzamento dei lavori. Le pannellature potranno altresì divenire delle "bacheche" in cui l'Impresa potrà affiggere eventuali comunicazioni ai fruitori della spiaggia.

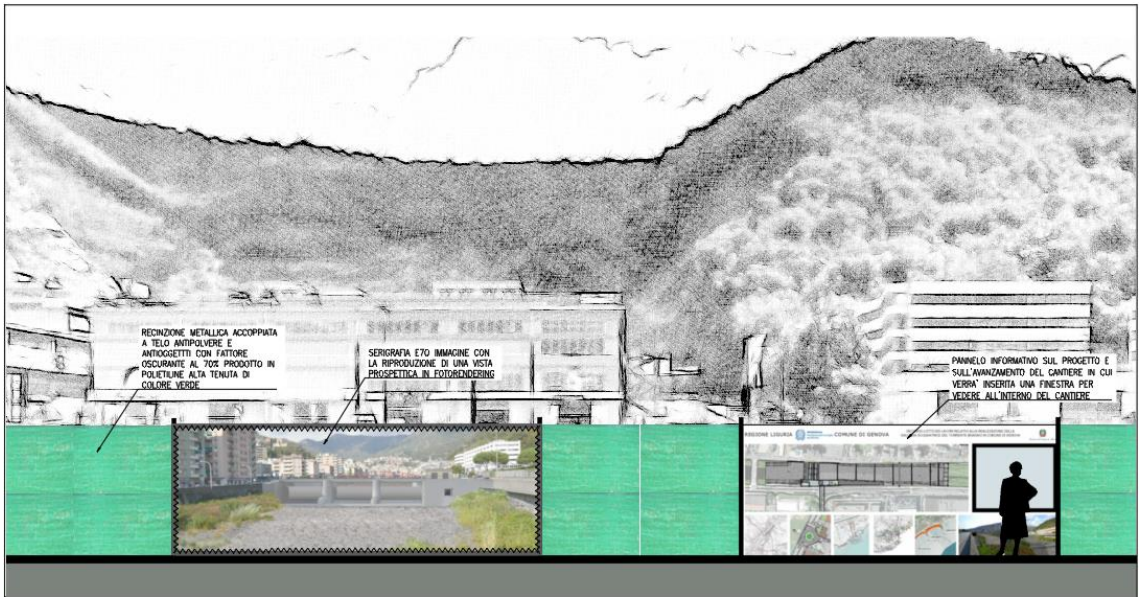


Figura 5-10 – Esempi di pannelli con inserimento di "punti" di visuale e pannelli illustrativi del progetto

Per limitare l'impatto visivo, durante la realizzazione dei lavori, non si prevede la realizzazione di aree di deposito temporaneo di materiale, se non per limitate porzioni in alveo funzionali a lavorazioni giornaliere, in quanto gli stessi materiali verranno allontanati per il conferimento ai siti di destinazione finali.

In corrispondenza del parcheggio dell'area Sportiva Sciorba verrà installato un locale info-point contenente pannelli esplicativi sui lavori in corso di realizzazione, e una postazione per l'accesso a internet quale spazio virtuale di informazione al pubblico.



Figura 5-11 – Esempio di punto informazione con struttura elementare in vetro

Interventi sul rio Sciorba

Il rio Sciorba si inserisce in un contesto urbanizzato ed è caratterizzato da scarsi elementi di pregio naturalistico e paesaggistico. Il rio arriva da un'incisione naturale a cielo aperto sul versante ovest della Costa Sant'Eusebio. Poco a monte dell'ex-canile si incanala in un tratto tombato che entra all'interno dell'area del futuro cantiere in prossimità del vertice nord-est, lo attraversa verso sud con un breve tratto a

cielo aperto, circa 10 m, e poi devia verso ovest parallelamente a via Adamoli, fino allo scarico nel Torrente Bisagno.

Il rio sarà oggetto di un intervento localizzato finalizzato a ridurre le portate in transito lungo il tratto tombato di valle che, in passato, ha determinato allagamenti per insufficienza idraulica della sezione di deflusso.

L'intervento in progetto è costituito da un'opera di presa attrezzata con un setto sfiorante laterale il quale consentirà, al raggiungimento della portata defluibile in sicurezza, di far defluire la quota-parte di portata in esubero verso la galleria di servizio dello scolmatore del Bisagno.

Data la posizione del rio (Figura 5-12), la realizzazione dell'intervento avrà una visibilità limitata e, pertanto, non richiede misure di mitigazione specifiche dell'impatto visivo.



Figura 5-12 – Tratto del rio Sciorba all'interno del cortile dell'ex-canile

Galleria scolmatore e galleria di servizio

Le gallerie, essendo sotterranee, non determinano effetti sulla componente paesaggistica, se non in corrispondenza dei punti di presa e di sbocco, esaminati nei relativi paragrafi del presente capitolo.

Opera di sbocco

Il tratto terminale della galleria scolmatrice del Bisagno prevede la realizzazione di un segmento di scavo in tradizionale, per una lunghezza pari a circa 65 m a partire dalla struttura ad archi che sostiene la passeggiata

di Corso Italia. L'intervento nel suo complesso si inserisce nel quadro delle opere dello scolmatore del rio Fereggiano in corso di realizzazione. Le caratteristiche progettuali dell'opera di sbocco del Bisagno sono descritte in precedenza.

L'opera di sbocco richiede una cantierizzazione specifica con la installazione di dotazioni logistico-assistenziali limitate. Il sito prescelto, ubicato in zona balneare urbana, precisamente nei pressi della spiaggia di San Giuliano, è sottostante all'asse della passeggiata lungomare di Corso Italia e all'edificato di case e palazzi d'epoca e qualità diversa che si snoda lungo il viale.

Lo stato di fatto del sito durante i lavori della galleria Fereggiano è riportato nella Figura 5-13. Nella fase di cantiere della galleria del Bisagno sarà installata una struttura prefabbricata provvisoria, come riportato nel fotoinserimento di Figura 5-14, all'interno della quale si svolgeranno tutte le attività di cantiere necessarie per la realizzazione delle opere ed in particolare della galleria. La configurazione planimetrica del cantiere di sbocco è schematizzato nella Figura 5-15.



Figura 5-13 – Vista dell'area di intervento nella conformazione attuale durante i lavori di realizzazione della galleria Fereggiano



Figura 5-14 – Simulazione fotografica dell'area di intervento durante il cantiere Bisagno, di minore impatto rispetto alla conformazione del cantiere "Fereggiano"

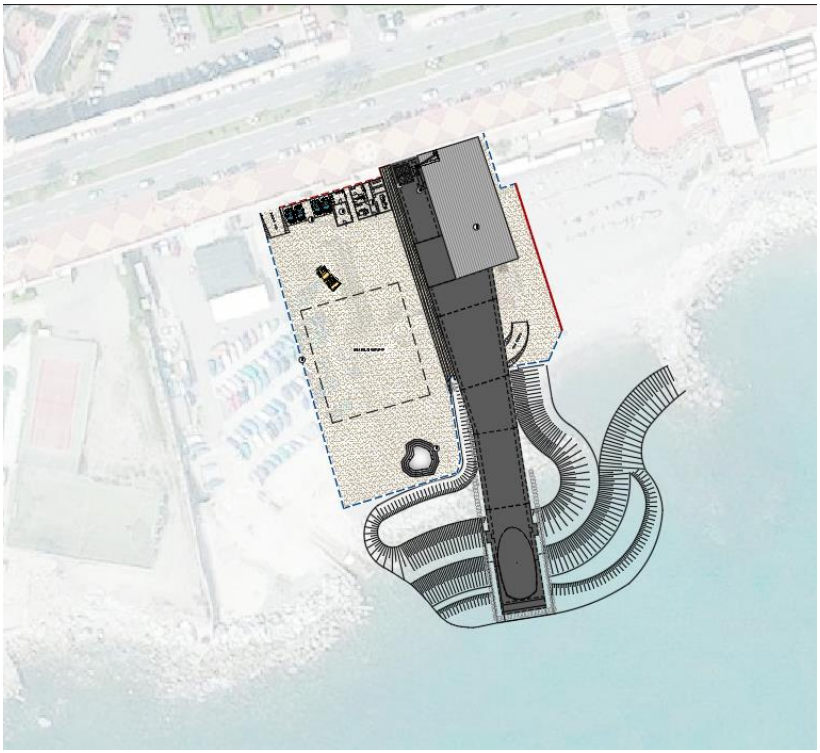


Figura 5-15 – Conformazione del cantiere dello sbocco della galleria Bisagno

Seppur ubicato ad una quota più bassa rispetto al piano stradale e di minor impatto visivo rispetto al cantiere "Fereggiano", il cantiere "Bisagno" interferisce con i punti di vista panoramici della passeggiata di Corso Italia e del caseggiato soprastante. La veduta sul mare da Corso Italia, seppur interrotta in alcuni punti dalla presenza di stabilimenti balneari, ha infatti una notevole ampiezza, raggiungendo il promontorio di Portofino, a levante.

La configurazione del cantiere di sbocco della galleria Bisagno prevede pertanto l'attuazione di una serie di accorgimenti mitigativi dell'impatto visivo, tra cui:

- posizionamento degli impianti di cantiere a filo con gli arconi di C.so Italia, per mascherarne la visuale dalla passeggiata superiore;
- minimizzazione dei cumuli e allontanamento immediato dal cantiere del materiale di smarino;
- posizionamento dei terreni di scavo eventualmente destinati al riutilizzo in aree ben definite ed appositamente schermate;
- uso del piazzale nella sua estensione principale esclusivamente nella fase di deposito temporaneo dei vari elementi che costituiscono la TBM, nella procedura di estrazione dalla galleria, smontaggio e successivo inserimento nella galleria per il trasporto, attraverso la galleria stessa, verso il cantiere dell'area ex-canile.

La struttura prefabbricata di cantiere sopracitata avrà caratteristiche tali da garantire il minor impatto possibile nei confronti della popolazione residente e del contesto di Corso Italia e di Via del Forte di San Giuliano.

Analogamente a quanto previsto lungo il torrente Bisagno, per un migliore inserimento paesaggistico in fase di cantiere, i pannelli fonoassorbenti previsti lungo il lato di levante a confine con la spiaggia di San Giuliano saranno dotati di una rete oscurante con la predisposizione di alcune postazioni puntuali "ad hoc", costituite da pannelli in PVC, di adeguata dimensione, su cui verranno collocati, con procedimenti di stampa UV resistenti, i principali disegni delle opere in progetto, che verranno sinteticamente descritte con linguaggio convenzionale.

All'interno di queste pannellature (lunghe indicativamente 6 m) verranno inserite delle "finestrature" in plexiglass (anche ad "altezza bimbo") che permetteranno di visionare l'avanzamento dei lavori. Le pannellature potranno altresì divenire delle "bacheche" in cui l'Impresa potrà affiggere eventuali comunicazioni ai fruitori della spiaggia.

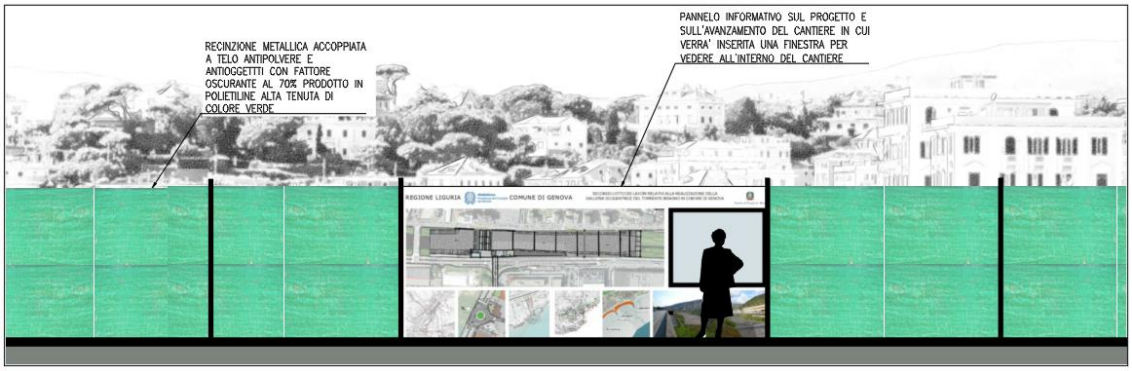


Figura 5-16 – Esempi di pannelli con inserimento di "punti" di visuale e pannelli illustrativi del progetto

In corrispondenza di due punti a percezione più ampia del cantiere verranno collocati dei teloni in PVC, resistenti agli agenti atmosferici, in cui verranno riprodotte, a grandezza naturale, le stesse viste prospettiche (tramite la tecnica del fotorendering) "a lavori finiti".

Anche lungo Corso Italia verrà installato un locale info-point del tutto analogo a quello già riportato in Figura 5-11.

E' opportuno evidenziare inoltre che l'avanzamento dei lavori è stato organizzato in funzione della massima riduzione delle attività in corrispondenza dello sbocco. Infatti queste ultime non verranno avviate contestualmente all'avvio dei lavori nelle aree di cantiere di monte.

In conformità a quanto già sviluppato nell'ambito del cantiere del Fereggiano, la geometria del cantiere è stata ottimizzata in maniera tale da mantenere la possibilità di accesso ed alaggio delle imbarcazioni per una piccola darsena ubicata sul margine di ponente del cantiere (circolo "Dilettanti Pesca Marinetta"), i quali potranno accedere alla spiaggia, in maniera indipendente, attraverso una seconda ed attigua arcata di Corso Italia.

La simulazione fotografica della vista aerea della configurazione finale del cantiere "Bisagno" è riportata nella Figura 5-17. A titolo di confronto con l'inserimento paesaggistico precedente, nella Figura 5-18, è riportata la vista aerea del cantiere "Fereggiano".



Figura 5-17 – Simulazione fotografica dell'area di intervento durante il cantiere Bisagno



Figura 5-18 – Vista aerea del cantiere "Fereggiano" (Google Earth)

Ripascimento degli arenili

I siti di ripascimento degli arenili, ubicati nei comuni di Genova e Arenzano, sono dettagliatamente descritti negli aspetti progettuali e dimensionali nelle relazioni specialistiche dedicate.

I siti si inseriscono prevalentemente in un contesto urbano a volte contiguo a zone industriali o portuale. Localmente i siti andranno a interessare arenili o spiagge artificiali utilizzate ai fini turistici-balneari, ove sono presenti tracce anche significative degli interventi antropici che nel corso del tempo hanno modificato l'assetto paesaggistico della linea di costa.

Il retrospiaggia è perlopiù anch'esso a forte caratterizzazione antropica con un aspetto tipicamente turistico balneare.

Sulla fascia marittima, come nella maggior parte del territorio genovese, è spesso presente un sistema di elementi artificiali realizzati per il contrasto dell'erosione costiera.

Il ripascimento sarà attuato sversando nelle aree interessate materiali inerti provenienti dallo scavo delle gallerie, preventivamente lavati, frantumati e vagliati secondo le specifiche richieste. In fase di realizzazione dei ripascimenti si assisterà alla progressiva progradazione della linea di costa fino a realizzare l'assetto di equilibrio definito dal progetto.

In considerazione delle caratteristiche tecnico-costruttive e dimensionali del ripascimento (avanzamento della linea di costa di qualche metro), in relazione alla quota massima in elevazione, si può escludere la possibilità di una incidenza significativa sul contesto paesaggistico esterno all'area di intervento.

Per tali ragioni non si è ritenuto significativo realizzare render relativi a tale tipologia di opera.

Durante la fase di cantiere, saranno adottate opportune misure gestionali ed organizzative allo scopo di minimizzare l'occupazione della spiaggia emersa e le vie d'accesso al litorale.

5.8.1 Fase di esercizio

Cantiere ex-canile e Interventi sul rio Sciorba

A seguito di ripristino finale, l'area di cantiere e l'edificio costruito al suo interno in fase di cantiere saranno destinati alle attività della Società Municipalizzate

La configurazione finale del cantiere ex canile è quella riportata nella Figura 5-7. Si evidenzia che l'opera di sostegno e la conformazione del nuovo piazzale ricavato nell'area ex-canile con lo scopo di permettere la realizzazione della finestra di accesso per la realizzazione della galleria scolmatrice, saranno restituite con funzionalità di opere definitive al termine dei lavori.

Per tale motivo sono previste specifiche opere di inserimento paesaggistico-ambientale, con particolare riferimento al manufatto perimetrale di contenimento, che comprendono:

- rivestimento della paratia di pali trivellati, multi-tirantata, con getti in opera per il placcaggio delle palificate tirantate, in allineamento con l'aggetto del cordolo di testa;
- realizzazione di aiuole verdi perimetrali, in corrispondenza delle quali sarà possibile piantumare delle specifiche essenze arbustive ed arboree per il mascheramento dei muri stessi;
- rivestimento dello scatolare di deviazione del rio Sciorba con palizzata in legname a doppia parete e con lastre di pietrame.

In particolare, la copertura a verde sarà realizzata con l'ausilio di piante rampicanti sia discendenti dalla sommità (lato collina), sia risalenti dalla base. La specie scelta per questo intervento è l'edera comune (*Hedera helix L. subsp. helix – Araliaceae*) o una sua cultivar a foglie diverse o screziate. Si evidenzia che, trattandosi di un ambiente urbano fortemente antropizzato, si ritiene possibile l'uso di una ornamentale.

Sulla sommità, tra il cordolo in c.a. posato sulla berlinese e la scolina destinata a raccogliere le acque di sgrondo del versante, per tutta la lunghezza del muro è prevista una fascia di terreno di larghezza 50-80 cm e profondità almeno 40-50 cm, all'interno della quale verranno posizionate le piantine alla distanza di 50 cm le une dalle altre. In fase di impianto occorre verificare l'efficacia del drenaggio e prevedere idonea irrigazione per le prime fasi di attecchimento.

Una striscia di terreno di dimensioni identiche alla precedente è prevista anche alla base del muro, per la realizzazione di un impianto dello stesso tipo del precedente.

In questo caso, se il fondo è in cemento o compatto, occorre prevedere un efficace sistema di drenaggio delle acque meteoriche, utilizzando un tubo forato o uno strato di materiale drenante alla base. E' inoltre necessario posizionate un'ala gocciolante, per l'irrigazione nella fase iniziale di impianto.

Per assicurare la colonizzazione diretta del muro, su di esso sarà posizionato un graticcio o una rete di supporto.

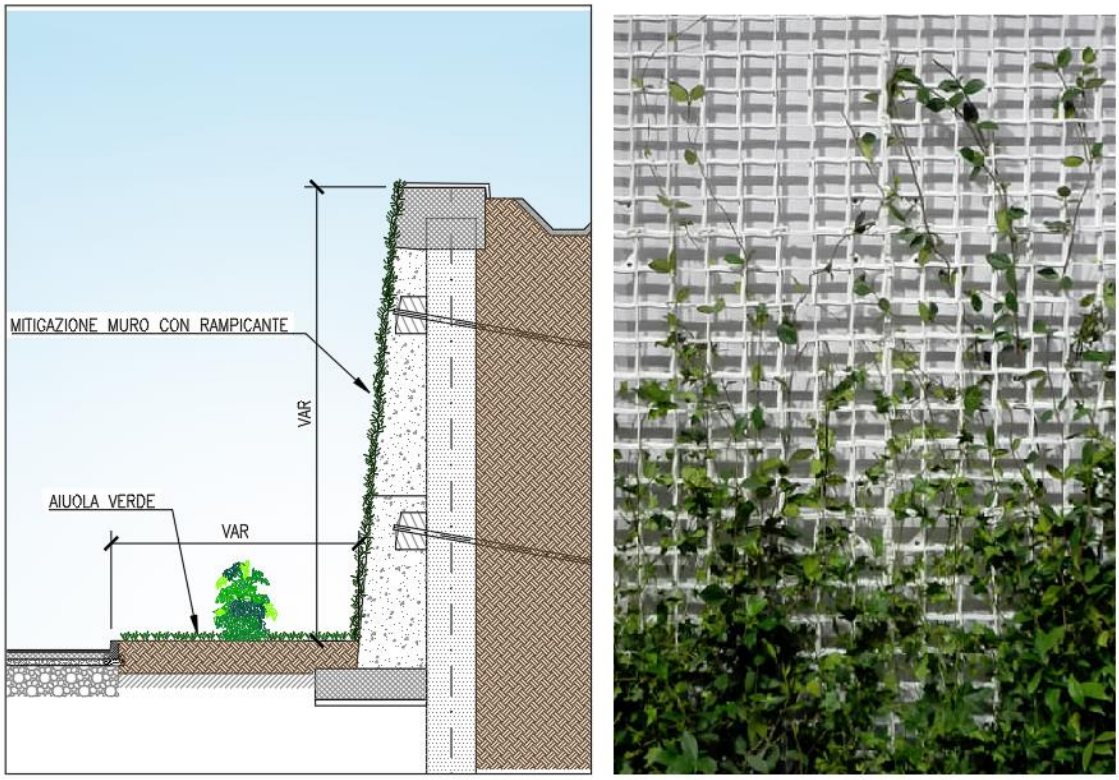


Figura 5-19 – Mascheramento dei muri con aiuola verde e essenze rampicanti

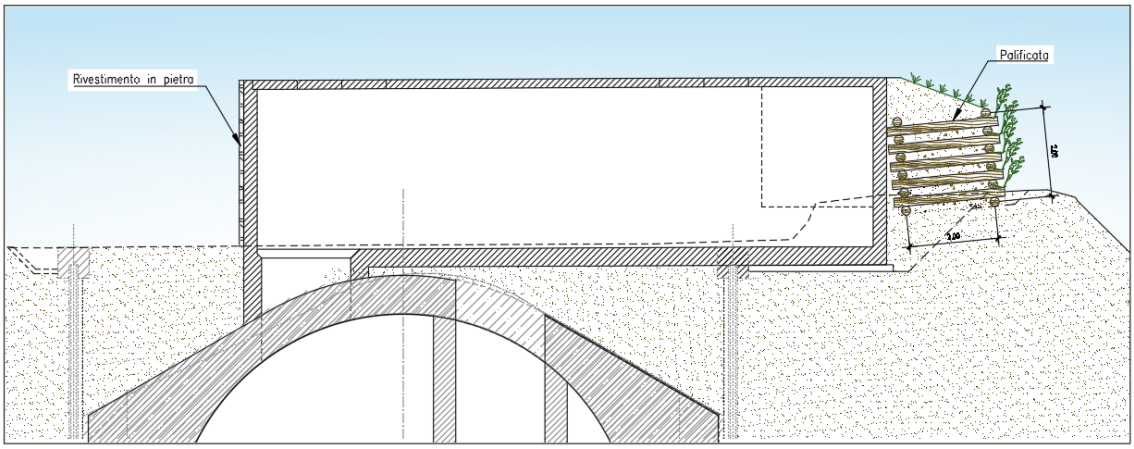


Figura 5-20 – Mascheramento dei muri fuori terra della deviazione del rio Sciorba con palizzata in legname a doppia parete e con lastre di pietra.

A lavori ultimati, si giungerà alla completa riqualificazione dell'area rispetto allo stato *ante operam* riportato nella Figura 5-21 e al suo adeguato inserimento nel contesto circostante, come simulato nell'immagine di fotoinserimento che segue.



Figura 5-21 – Piazzale in corrispondenza dell'area ex-canile nella configurazione attuale.

Interventi sul torrente Bisagno

Le opere realizzate in alveo, per la loro collocazione e dimensione, presentano giocoforza un significativo impatto visivo la cui mitigazione è fortemente condizionata da valutazioni di carattere idraulico.

Tuttavia, la presenza degli elementi di importanza storico-culturale e paesaggistica che caratterizzano in generale le aree limitrofe all'intervento deve essere contestualizzata in considerazione della loro effettiva localizzazione in un ambito a forte antropizzazione e tuttora in sviluppo urbanistico.

Partendo da tali presupposti, gli elementi materici e geometrici delle opere in progetto sono funzionali a garantire il loro efficace funzionamento durante gli eventi meteorici di riferimento e la sicurezza del centro abitato sotteso. Laddove possibile sono stati adottati criteri di inserimento compatibili con la sicurezza complessiva dell'opera.

Localmente le opere saranno inserite tra muri spondali in cemento armato, che limitano da qualsiasi punto di veduta la percezione di naturalità del corso d'acqua.

Nella configurazione definitiva, sempre nell'ottica della sicurezza idraulica, il rivestimento del fondo alveo (in conformità a quanto già previsto nel Progetto definitivo), avrà uno strato di pietrame con pezzatura pari a 10 – 200 kg, e spessore di 80 cm, mentre lungo le sponde sarà realizzata una difesa mediante la posa per uno spessore pari a 1.70 m, di pietrame di pezzatura sino a 2.000 kg, posato su un substrato di 40 cm di pietrame a minor pezzatura 10 – 200 kg.

Tale opera verrà lentamente "colonizzata", almeno per la parte golenale lungo cui con minore frequenza si verificano deflussi di piena, dalla vegetazione che già attualmente caratterizza l'alveo del t. Bisagno.

Nelle figure seguenti è riportato il confronto tra lo stato attuale del t. Bisagno e le configurazioni successive al termine dei lavori



Figura 5-22 – Vista dell'alveo del t. Bisagno verso monte in corrispondenza della futura opera di sfioro (incrocio via Adamoli – via Merello)



Figura 5-23 – Simulazione fotografica dell'alveo al termine dei lavori



Figura 5-24 – Simulazione fotografica dell'alveo del t. Bisagno in corrispondenza dell'opera di sfioro a due anni dalla ultimazione dei lavori in alveo

Al di fuori dell'alveo sarà possibile intervenire con opere di inserimento localizzate, tra cui:

- **edificio di controllo**, per il cui prospetto è prevista la realizzazione di una intonacatura e tinteggiatura con colorazioni conformi al panorama urbano locale
- **aiuola** in corrispondenza della piazzola di deposito dei panconi dove verranno realizzate cortine arbustive utilizzando una composizione di piante ornamentali a portamento arbustivo delle specie: *Pistacia terebinthus L - Anacardiaceae - Terebinto* - Pianta rustica resistente alla siccità dotata di apparato radicale sviluppato e profondo che le permette di resistere al freddo; *Viburnum lantana L. - Adoxaceae - Lantanara* - Pianta rustica, termofila che cresce anche in terreni magri senza ristagno di acqua estremamente bella dal punto di vista ornamentale; *Ligustrum vulgare L. - Oleaceae - Ligustro* - Pianta eliofila spesso anche coltivata; *Spartium junceum L. - Fabaceae - Ginestra odorosa* - Specie facilmente adattabile a ogni tipo di terreno con copiose fioritura e resistente al freddo*;*
- **ponte pedonale,** la cui struttura è stata prevista in conformità alla configurazione prevista nel progetto definitivo, mediante l'impiego di acciaio corten.

Le figure seguenti illustrano lo stato di fatto del ponte pedonale esistente e la configurazione definitiva del ponte ricostruito.



Figura 5-25 – Ponte pedonale esistente



Figura 5-26 – Simulazione fotografica del nuovo ponte pedonale previsto in progetto

Galleria scolmatore e galleria di servizio

Le gallerie sono opere completamente interrate.

Opera di sbocco

Il manufatto di sbocco è costituito dal prolungamento della galleria di scolmo oltre Corso Italia fino allo sbocco a mare.

La configurazione progettuale del manufatto ha previsto per la parte terminale il taglio in sagoma della sezione di sbocco, in modo da raccordare meglio l'opera con l'andamento della scogliera circostante. Dato che la quota di sbocco è posta a -6.30 m s.m., la sezione terminale del manufatto risulterà sommersa per circa 2/3 al di sotto del livello medio del mare, risultando di conseguenza in buona parte invisibile sia da terra sia da mare.

A lavori terminati, del manufatto sarà visibile soltanto la parte superiore (circa 1,5 m dell'estradosso della galleria).

A protezione della galleria verrà realizzata una nuova scogliera in massi naturali opportunamente dimensionati e di tipologia e colore omogenei con quelli della scogliera esistente; è previsto ino verrà inoltre un modesto avanzamento dell'attuale linea di battigia, proteggendola con massi opportunamente dimensionati.

Solo la zona di spiaggia attraversata dalla galleria risulterà quindi modificata con un sovralzo massimo localizzato di circa 2.0 - 2.5 m rispetto alla conformazione originaria, rimanendo la completa fruibilità del tratto di costa.

In prossimità della galleria il sovralzo sarà costituito con una gradonatura in cls, in conformità a strutture analoghe già presenti in zona: peraltro buona parte della striscia che sarà occupata dallo scaricatore è attualmente caratterizzata dalla presenza di attrezzature balneari su due livelli (cabine), a suo tempo realizzate con strutture di grande impatto predisposte nell'ambito dei lavori di scavo del deviatore del torrente Fereggiano.

Le caratteristiche geometriche e la tipologia del manufatto di sbocco sono tali da consentire, da un lato, il mantenimento delle attuali destinazioni d'uso e le medesime perimetrazioni delle aree, e dall'altro, una migliore organizzazione delle strutture balneari. Al termine della realizzazione delle opere in progetto, tali strutture potrebbero essere ricostruite dove attualmente presenti, collocandole al di sopra dell'area che verrà occupata dalla galleria.

Anche la vista da mare delle strutture di Corso Italia rimarrà sostanzialmente inalterata rispetto allo stato di fatto a meno della stretta fascia di arenile interferente con la sagoma dello scolmatore, essendo prevista, al termine dei lavori, la ricostruzione delle arcate che saranno interrotte in fase costruttiva per la realizzazione dell'attacco di valle della galleria.

I ripristini e le sistemazioni esterne consentiranno pertanto l'ottimale inserimento dell'opera nel contesto territoriale, garantendo il mantenimento dello stato dei luoghi e la fruibilità in tempo ordinario dell'area a scopo ricreativo e balneare.

Si evidenzia infine che la soluzione indicata è compatibile con il progetto di "Riqualificazione e sistemazione della costa dalla Foce a Boccadasse" della Provincia di Genova, il cui intervento potrebbe essere esteso nella medesima configurazione proposta in tutto il tratto da S. Nazaro a Boccadasse.

Nelle figure seguenti sono riportate le configurazioni *ante operam* e *post operam* della spiaggia di San Giuliano.



Figura 5-27 – Vista dello sbocco nella conformazione antecedente ai lavori



Figura 5-28 – Render della conformazione dell'arenile di San Giuliano al termine de lavori

Ripascimento degli arenili

Scopo del ripascimento nella fase di esercizio è conferire al profilo delle spiagge una geometria di maggiore stabilità rispetto all'attuale e ad incrementare la disponibilità di materiale sedimentario per contrastare gli effetti erosivi del trasporto lungo costa.

L'effetto degli interventi di ripascimento è una maggiore estensione degli arenili in grado di contrastare localmente gli effetti erosivi delle mareggiate.

Nella fase di esercizio non sono attese alterazioni della fruizione percettiva in quanto non vengono modificati i caratteri vedutistici o simbolici delle aree oggetto di ripascimento.

5.9 Popolazione e salute pubblica

5.9.1 Fase di cantiere

La principale sorgente di interferenza nei confronti della popolazione è la presenza di attività di cantiere presso l'ex Canile municipale e, in minor misura, lungo Corso Italia e nel cantiere di sbocco in mare.

Nell'area dell'ex canile si prevede la realizzazione di spazi di servizio e di installazioni temporanee finalizzate a garantire l'esecuzione delle opere minimizzando gli scambi con l'esterno e, in particolare, i trasporti sulla viabilità ordinaria.

L'area sarà oggetto di lavori di demolizione di fabbricati attualmente presenti all'interno del perimetro i quali saranno sostituiti da un unico volume coperto di servizio destinato ad ospitare gli impianti a maggiori emissioni (frantumazione, vagliatura e lavaggio dello smarino).

Il traffico in uscita dal cantiere sulla viabilità ordinaria (via Adamoli) avverrà tramite una rotatoria di nuova realizzazione che permetterà la gestione del traffico e l'uscita in sicurezza nelle due direzioni di marcia.

Nell'ottica di minimizzare l'esigenza di smaltimento dei materiali di scavo, e quindi, di trasporto verso aree esterne al cantiere, è previsto il reimpiego di una quota per la produzione del cls necessario per l'opera, con una sostanziale diminuzione del traffico veicolare in ingresso al cantiere, eliminando completamente l'ingresso/uscita delle betoniere, con conseguente netta riduzione dei disagi nei confronti della popolazione, soprattutto locale.

Le interferenze di natura acustica sono state analizzate in dettaglio nella relazione tecnica specialistica allegata al progetto, alla quale si rimanda. I risultati delle indagini mostrano in generale il rispetto dei limiti di rumorosità vigenti nell'area di intervento, pur nell'ambito di una lieve redistribuzione e leggerissimo aumento della rumorosità complessiva in zone esterne all'area di intervento.

Il valore massimo di immissione, generato solo dalle attività di cantiere, in prossimità della facciata dei recettori più esposti non superano mai il limite di 70dB(A). Nella delimitazione delle aree di cantiere in prossimità dell'alveo del Bisagno saranno utilizzate recinzioni fonoimpedenti alte circa 3m.

Successivamente, terminata la fase di realizzazione dell'opera, l'opera di imbocco nel suo complesso sarà soggetta ad un intervento di recupero morfologico, minimizzando l'impatto visivo residuo.

A fronte degli impatti negativi recati alla popolazione a causa della presenza dell'area di cantiere nelle zone cittadine, la realizzazione dei lavori potrà incidere positivamente a livello locale sulla dinamica occupazionale grazie ad possibile domanda di manodopera e di servizi durante l'intera durata dei lavori.

5.9.2 Fase di esercizio

L'impatto più significativo dell'opera in progetto è di segno positivo e riguarda direttamente la salvaguardia delle aree urbane e della popolazione residente nel bacino del torrente Bisagno.

Il nuovo assetto idraulico e idrogeologico acquisito dalla derivazione delle portate di piena del torrente avrà inoltre impatti indiretti positivi anche sul piano socio-economico in relazione ai danni materiali e di perdita di vite umane determinati nel corso degli anni dalle alluvioni del Bisagno.

Negli anni 1945, 1951, 1953, 1970, 1977, 1992 e 2011 si sono registrati su tutto il bacino o su parte di esso piogge di estrema intensità con gravi e diffusi fenomeni di esondazione del sistema fluviale.

Secondo le stime del Piano di bacino del torrente Bisagno, oltre alla perdita di 21 vite umane, il totale dei danni, dei soli eventi per i quali è stato possibile effettuare una stima economica, ammonta e circa 225 miliardi di lire in circa trent'anni (dal 1951 al 1977), equivalenti a circa 7.5 miliardi di lire all'anno (attualizzato al dicembre 1996 in base alle variazioni dell'indice ISTAT dei prezzi al consumo dal 1945 in poi).

La realizzazione delle opere in progetto, oltre all'eliminazione di tali danni permetterà la riqualificazione ambientale complessiva dell'alveo e delle aree adiacenti, favorendo indirettamente anche lo sviluppo delle attività economiche gravanti nelle aree inondabili, compreso il turismo.

A progetto ultimato, non sono invece attesi impatti negativi sulla componente, con eccezione di una modesta interferenza negli arenili prospicienti a Corso Italia in occasione dello scarico delle portate in mare durante gli eventi temporaleschi.

6 MISURE DI MITIGAZIONE E PREVENZIONE DEGLI IMPATTI

Sulla base degli impatti potenziali individuati e tenuto conto di quanto già previsto dal progetto in termini di tecniche e accorgimenti per il contenimento degli impatti, sono state definite le misure di mitigazione illustrate nel seguito.

In considerazione di quanto già previsto dal progetto, sulla base delle valutazioni sopra descritte, non si è ritenuto necessario prevedere misure di mitigazione aggiuntive per le componenti "Paesaggio, beni materiali e culturali" e "Popolazione e salute pubblica"

6.1 Atmosfera

Si elencano di seguito le misure di mitigazione che si dovranno in ogni caso adottare, durante la fase di cantiere necessaria per la realizzazione dell'opera, per mitigare i potenziali impatti sull'atmosfera:

- per ciò che concerne le emissioni autoveicolari dovranno essere effettuati periodici controlli degli scarichi dei mezzi, assicurandosi che siano conformi alle indicazioni normative vigenti più recenti e più tutelanti per l'ambiente;
- per i mezzi di cantiere dovrà essere privilegiato l'utilizzo di carburanti a minimo contenuto di zolfo;

- dovrà essere evitato, compatibilmente con le condizioni di sicurezza dei lavoratori, lo stazionamento di mezzi a motore acceso nelle aree di cantiere o di lavorazione;
- sulle piste e i piazzali di cantiere con pavimentazione non consolidata sarà necessario, nei periodi siccitosi e comunque con scarsa umidità della superficie stradale, legare le polveri in modo adeguato mediante autocisterna a pressione o impianto d'irrigazione automatica;
- sulle piste e i piazzali di cantiere con pavimentazione asfaltata, dovrà essere posta particolare attenzione, nei periodi siccitosi e comunque con scarsa umidità della superficie stradale, al mantenimento di un adeguato grado di pulizia della superficie di tale viabilità, mediante lavaggio o pulizia periodico, in modo da evitare un eccessivo deposito di materiale fine;
- i mezzi utilizzati per il trasporto a distanza di materiali inerti polverosi dovranno essere dotati di specifico telone di chiusura che durante il trasporto degli inerti dovrà risultare tirato;
- dovrà essere effettuato il lavaggio dei pneumatici di tutti i mezzi in uscita dalle aree di cantiere sulla viabilità ordinaria;
- per l'area di intervento torrente Bisagno, qualora la naturale scarpata dell'alveo non fosse sufficiente, verrà realizzata un'ulteriore mitigazione allo scopo di di intercettare la maggior parte delle polveri che si sollevano dall'area di lavorazione. Tale mitigazione potrà essere di tipo temporaneo e realizzata con materiali quali teli, ombreggianti, ecc., purché tali elementi raggiungano un'altezza superiore a 1.5 m dal fondo della pista o dell'area di lavorazione, e dovrà essere realizzata sul lato rivolto verso l'area e/o l'abitazione da tutelare;
- nel cantiere ex-canile il progetto prevede che il trattamento di frantumazione, vagliatura, lavaggio e sfangatura dello smarino avvenga all'interno di una struttura chiusa (capannone) e che già in fase di trattamento possano essere adottati sistemi di abbattimento delle polveri (per esempio nebulizzatori); si dovrà inoltre prevedere che, qualora il ricambio dell'aria all'interno al capannone venga a configurarsi come un'emissione in atmosfera convogliata vengano adottati per i corrispondenti punti di emissione opportuni sistemi di abbattimento delle polveri, in modo da rispettare i limiti fissati in sede di autorizzazione alle emissioni in atmosfera;
- nell'area di intervento per la realizzazione dell'opera di sbocco, è prevista la realizzazione di una struttura provvisoria di contenimento e copertura dell'area di cantiere (capannone provvisorio). Tutte le attività di cantiere necessarie per la realizzazione delle opere ed in particolare della galleria si svolgeranno all'interno di tale capannone, chiuso da tamponamenti laterali e dotato di impianti di abbattimento delle emissioni di polveri verso l'esterno.

Per quanto riguarda la fase di esercizio, in virtù del fatto che non sono stati identificati specifici impatti, non vengono formulate proposte di mitigazione o compensazione.

6.2 Acque superficiali

In fase di cantiere i potenziali impatti sulla componente acque superficiali sono imputabili a due ordini di fattori:

- presenza nell'area di cantiere di acque di varia natura che potenzialmente possono veicolare sostanze inquinanti verso i due corsi d'acqua utilizzati come recapiti degli scarichi di cantiere (rio Sciorba e rio Superiore);
- aumento di torbidità durante le lavorazioni in alveo.

Circa il primo fattore, a seconda delle loro caratteristiche, le acque saranno trattate all'interno del cantiere e scaricate nel rispetto dei valori limiti vigenti, oppure inviate a ricircolo nel ciclo di lavorazione.

Il tipo di trattamento proposto, idoneo alle caratteristiche delle sostanze potenzialmente dilavanti, prevede la sedimentazione dei materiali aventi maggior peso specifico (solidi sospesi, metalli) e la trattenuta degli idrocarburi (disoleatore).

I reflui civili saranno inviati alla pubblica fognatura. Data l'entità contenuta dei volumi coinvolti, lo scarico non determinerà un aumento significativo del carico gravante sul sistema di collettamento e trattamento esistente e, pertanto, non richiede ulteriori accorgimenti progettuali a tutela dei corpi idrici.

In caso di eventi accidentali che possano comportare la fuoriuscita dai mezzi/macchinari di sostanze pericolose (oli e idrocarburi), è prevista l'attuazione di idonee procedure di pronto intervento.

Per quanto riguarda il possibile aumento di torbidità nel t. Bisagno e nel Rio Sciorba per effetto delle lavorazioni in alveo, occorre sottolineare che esse saranno effettuate in un'area circoscritta e isolata da un arginello di protezione. Saranno prese inoltre tutte le precauzioni necessarie per minimizzare la risospensione dei sedimenti, privilegiando i periodi di magra per la realizzazione dei lavori a maggior impatto.

In occasione di eventi di piena del Bisagno, per ragioni di sicurezza, tutte le attività di cantiere saranno sospese e qualsiasi materiale o macchinario verrà rimosso dall'alveo.

Il cantiere sarà inoltre attrezzato e gestito in modo da prevenire adeguatamente e fronteggiare con tempestività eventi di questo tipo, anche mediante l'attivazione di un sistema di controllo e di pre-allerta delle piene.

Per quanto sopra osservato, non si prevedono ulteriori interventi di mitigazione.

Non sono previste misure di mitigazione durante la fase di esercizio.

6.3 Acque marino-costiere

In fase di realizzazione dell'opera di sbocco non si prevedono impatti sulle acque marino – costiere né di tipo qualitativo né quantitativo, per assenza di interferenza tra queste e le lavorazioni: Per tale ragione non sono previste misure di mitigazione riferite alla fase di cantiere.

Gli interventi di ripascimento saranno realizzati in condizioni meteo marine di calma modificando la linea di costa e in profilo subacqueo parallelamente all'assetto attuale, con l'intento di non determinare squilibri. Non sono pertanto previsti ulteriori misure di mitigazione.

Gli effetti a lungo termine degli interventi di ripascimento rappresentano i presupposti sui quali sono stati progettati gli interventi. Essi infatti sono finalizzati a conferire al profilo delle spiagge una geometria di maggiore stabilità rispetto all'attuale e a incrementare la disponibilità di materiale sedimentario per contrastare gli effetti erosivi del trasporto lungo costa. L'impatto complessivo determinato dalla realizzazione degli interventi di ripascimento risulta pertanto positivo in quanto una maggiore estensione degli arenili risulta in grado di contrastare localmente gli effetti erosivi delle mareggiate.

Si evidenzia inoltre che l'entità complessiva delle modificazioni sulla posizione della linea di costa e sulla geometria della spiaggia sommersa non sono tali da determinare effetti sulla dinamica del moto ondoso e delle maree.

Non sono pertanto previste misure di mitigazione durante la fase di esercizio.

6.4 Suolo e sottosuolo

I potenziali impatti a carico della componente in fase di cantiere sono dovuti al consumo di materia (terre e rocce da scavo) e al rischio di modificazione della qualità del suolo.

Con riferimento al primo aspetto, non si ritiene di dover individuare specifiche azioni di mitigazione, in quanto tutto il materiale scavato sarà riutilizzato per la produzione di inerti per calcestruzzo o come materiale per ripascimento di arenili, a meno di una piccola quota non ritenuto adatta ai fini del riutilizzo e quindi destinata a discarica.

Circa il rischio di inquinamento del suolo, il fenomeno risulta meritevole di attenzione soprattutto nelle aree in cui le lavorazioni avvengono a contatto diretto con il suolo (quindi non nelle aree di cantiere dotate di superfici impermeabilizzate e collettate).

Nessuna azione di mitigazione è prevista in fase di realizzazione delle gallerie, oltre alle modalità operative già previste in progetto, né in fase di ripascimento degli arenili.

Non sono previste, in fase di esercizio misure di mitigazione riferite alla componente.

In particolare, si evidenzia come positivo l'intervento di ripristino dell'area dell'ex canile che sarà interessata da interventi di inserimento paesaggistico che ne assicureranno una maggiore qualità urbana prima di essere destinata alle attività della Società Municipalizzate.

Le modificazioni morfologiche determinate nel corso della realizzazione del cantiere sono da considerare permanenti ma di limitata entità, inoltre gli interventi di protezione del versante risultano migliorare consistentemente la stabilità complessiva dell'area.

Non si prevedono misure di mitigazioni riferibili alle opere sul torrente Bisagno e alla galleria.

Sono infine valutati positivi gli effetti derivante dai ripascimenti dal momento che contribuiranno a controllare i fenomeni erosivi che si registrano attualmente lungo i tratti di costa interessati.

6.5 Acque sotterranee

Tutte le operazioni di scavo all'interno del torrente Bisagno avverranno in falda, pertanto per limitare gli effetti sulle acque sotterranee sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo il progetto prevede la realizzazione di interventi di impermeabilizzazione e di isolamento dei volumi di scavo attraverso la realizzazione di colonne di jet grouting perimetrali e di un tappo di fondo corrispondente alla quota di imposta delle fondazioni.

Tele soluzione consentirà di limitare il drenaggio della falda evitando, di conseguenza, l'abbassamento dei livelli freatici nelle aree prossime al cantiere. Al fine di ridurre la dispersione del fluido del jet grouting, si richiede un'attenta valutazione della permeabilità del materiale interessato dall'intervento per definire pressioni di getto del fluido adeguate.

La realizzazione della galleria interferirà con la componente indagata. In particolare, in fase costruttiva, prima quindi della messa in opera del rivestimento definitivo, il drenaggio operato dalla galleria potrà assumere valori tali da non soddisfare il bilancio idrogeologico; potrà quindi attendersi in via transitoria un abbassamento della falda successivamente compensato dalla naturale ricarica. In questo frangente potrebbe esservi un minor apporto idrico da parte dei versanti nei confronti della falda di subalveo contenuta nelle alluvioni del Bisagno; tale minor apporto, estremamente modesto rispetto al contributo totale, non dovrebbe comunque determinare ripercussioni evidenti sulle opere di presa (pozzi) ivi esistenti.

Si tratta comunque di fenomeni transitori, non mitigabili

Non si prevedono impatti in fase di esercizio e pertanto non sono previste misure di mitigazione

6.6 Biodiversità

Considerando le condizioni ecologiche *ante operam* del tratto del torrente Bisagno oggetto dei lavori in progetto, che non hanno evidenziato la presenza di specie o habitat di rilievo nel tatto interessato dai lavori e più in generale in tutto il tratto finale che si presenta con alveo regimentato entro due muri in c.a. e componenti ambientali molto banalizzate, non si ritiene di predisporre particolari misure di mitigazione, anche in considerazione dei modesti impatti attesi.

Sono comunque previste alcune azione per migliorare l'inserimento nel paesaggio delle opere in progetto.

Muri di contenimento e perimetrali del cantiere ex canile.

Per migliorare l'inserimento ambientale e paesaggistico di quest'opera si prevede di realizzarne una copertura a verde utilizzando piante rampicanti sia discendenti dalla sommità (lato collina), sia risalenti dalla base.

Sulla sommità, tra il cordolo in c.a. posato sulla berlinese e la scolina destinata a raccogliere le acque di sgrondo del versante, è prevista, per tutta la lunghezza del muro, una fascia di terreno della larghezza di 50-80 cm e profondità almeno 40-50 cm per la piantumazione di piantine di rampicante con portamento ricadente, poste alla distanza di 50 cm le une dalle altre.

In fase di impianto occorre verificare l'efficacia del drenaggio e prevedere idonea irrigazione per le prime fasi di attecchimento.

Alla base è pure prevista una striscia di terreno della larghezza di 50-80 cm e profondità almeno 40-50 cm dove verranno impiantate le piantine di rampicante alla distanza di 50 cm le une dalle altre.

Occorre inoltre prevedere, se il fondo è in cemento o compatto, un efficace sistema di drenaggio per le acque meteoriche utilizzando un tubo forato o uno strato di materiale drenante alla base.

E' necessario poi posizionate un'ala gocciolante per l'irrigazione nella fase iniziale di impianto. Per la parte ascendente della copertura è stato scelto di utilizzare piante di edera (*Hedera helix L. subsp. helix – Araliaceae*) o una sua cultivar a foglie diverse o screziate (essendo un ambiente urbano fortemente antropizzato non è necessario utilizzare specie autoctone ma possiamo anche usare ornamentali).

La specie indicata ha la possibilità di colonizzare direttamente il muro ma è necessario che questo abbia una superficie rugosa che permetta il fissaggio delle piante. In caso contrario si favorirà il fissaggio al muro tramite il posizionamento di un graticcio o di una rete

Aiuole dell'edificio di servizio all'opera di sbarramento

Ai lati della strada di accesso all'edificio verranno ricavate 2 aiuole della superficie complessiva di circa 100 m². In queste aiuole verranno realizzate cortine arbustive utilizzando una composizione di piante ornamentali a portamento arbustivo delle specie Pistacia terebinthus L - Anacardiaceae - Terebinto - Pianta rustica resistente alla siccità dotata di apparato radicale sviluppato e profondo che le permette di resistere al freddo; Viburnum lantana L. - Adoxaceae - Lantanara - Pianta rustica, termofila che cresce anche in terreni magri senza ristagno di acqua estremamente bella dal punto di vista ornamentale; Ligustrum vulgare L. - Oleaceae - Ligustro - Pianta eliofila spesso anche coltivata; Spartium junceum L. - Fabaceae - Ginestra odorosa - Specie facilmente adattabile a ogni tipo di terreno con copiose fioritura e resistente al freddo.

Non sono previste in fase di esercizio interferenze con le componenti floro-faunaistiche di ambienti terrestri che necessitino di opere di mitigazione, tuttavia le opere a verde realizzate per l'inserimento ambientale e paesaggistico di alcuni manufatti avranno un positivo effetto su queste componenti, in particolare sulla fauna, una volta smantellati i cantieri ed entrati in fase di esercizio. Gli effetti saranno complessivamente modesti, in considerazione delle superfici a verde realizzate, ma contribuiranno al miglioramento delle condizioni di biodiversità dell'area fornendo siti riproduttivi e di rifugio e nuove disponibilità trofiche a varie specie faunistiche.

Al fine di contenere eventuali impatti delle attività di ripascimento sull'ambiente marino costiero si prevede di impiegare una tipologia di sedimento per il ripascimento con caratteristiche tali da risultare sufficientemente stabile nel sito oggetto dell'intervento e che abbia percentuali di pelite tali per cui la quantità di pelite versata in mare non produca effetti deleteri sull'ecosistema marino-costiero.

Si ritiene inoltre indispensabile operare avendo esatta conoscenza della distribuzione degli habitat marini, con particolare riferimento ai posidonieti.

In fase di esercizio non si prevedono importanti interferenze con le componenti floro-faunaistiche di ambienti marini che necessitino di opere di mitigazione, tuttavia, specie nell'area compresa tra Genova Quarto dei mille e Quinto al mare, interessata da un SIC marino con praterie di Posidonia oceanica, le attività di ripascimento dovranno essere fatte in modo tale che la spiaggia non venga ampliata tanto da interessare direttamente i posidonieti. Inoltre, il materiale utilizzato per il ripascimento deve avere basso contenuto di fango, per evitare fenomeni di infangamento dei fondali e di torbidità persistente delle acque che possono estendersi anche lontano dal sito di intervento e causano la morte del posidonieto.

No si prevedono azioni di mitigazione in fase di esercizio. Si ribadisce, inoltre la necessità di monitorare nel tempo l'evoluzione degli ecosistemi delle arre prospicienti i siti di ripascimento (si veda quanto previsto dal Progetto di monitoraggio ambientale).

6.7 Rumore e Vibrazioni

Preliminarmente all'avvio delle attività di cantiere occorre richiedere un'autorizzazione in deroga per attività rumorose temporanee ai vigenti limiti di rumorosità imposti dalla legge.

In fase di esecuzione dei lavori, l'impresa esecutrice, dovrà inoltre adottare diversi accorgimenti volti alla riduzione dei livelli di esposizione al rumore della popolazione e dei lavoratori.

Sarà necessario l'utilizzo di macchinari e attrezzature di ultima generazione (marcature CE e scheda tecnica con indicato il livello di potenza sonora Lw(A)), che rispettino i requisiti di emissione acustica delle normative nazionali e comunitarie vigenti.

La durata complessiva dell'attività rumorosa nonché i relativi orari dovranno essere resi noti alla popolazione mediante apposito avviso da apporsi a cura del soggetto autorizzato, quantomeno all'ingresso del cantiere o dell'area sede dell'attività stessa.

In fase di esecuzione dei lavori sarà avviato un piano di monitoraggio del rumore in prossimità dei recettori potenzialmente disturbati.

Il monitoraggio è finalizzato alla verifica dell'impatto acustico e vibrazionale sui recettori prossimi al cantiere e all'adozione di azioni correttive piuttosto che ad una semplice funzione informativa.

Data la natura delle opere in progetto, avendo valutati nulli gli impatti in fase di esercizio, non si prevedono misure di mitigazione né compensazione riferite alle componenti rumore e vibrazioni.