autostrade per l'italia

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

Adeguamento del sistema A7 – A10 – A12

PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

SINTESI NON TECNICA

IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE	IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Ferruccio Bucalo Ord. Ingg. Genova N. 4940 RESPONSABILE UFFICIO MAM	Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496 RESPONSABILE AREA DI PROGETTO GENOVA	Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 RESPONSABILE FUNZIONE STP

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO															DATA:	REVISIONE	
	DIRETTORIO							FILE								FEBBRAIO 2011	n.	data
	codice commessa						N.Prog.	unita'		n. progressivo							01	APRILE 2011
	1	1	0	7	1	2	0	4	M	A	M	S	N	T	R	– – –	SCALA: –	

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

VISTO DEL COORDINATORE GENERALE SPEA	VISTO DEL COMMITTENTE	VISTO DEL CONCEDENTE
DIREZIONE OPERATIVA PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE LAVORI ASPI Ing. Alberto Selleri	autostrade per l'italia Ing. Giorgio Fabriani	

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELLA SOC. AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.P.A.. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE.
THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF SOC. AUTOSTRADE PER L'ITALIA S.P.A.. UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTED BY LAW.

Indice

1 LOGICHE DI LAVORO 1

1.1 I FATTORI DI SPECIFICITÀ COME MATRICE DELLE LOGICHE DELLO SIA 1
1.2 LA PROCEDURA CHE SI SEGUE 2
1.3 LO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE: IMPIANTO METODOLOGICO ED ARCHITETTURA GENERALE 2
1.3.1 La struttura espositiva 7

2 QUADRO PROGRAMMATICO 8

2.1 I TEMI E LA METODOLOGIA DI LAVORO 8
2.1.1 Le finalità del Quadro programmatico 8
2.1.2 Il Progetto Infrastrutturale 8
2.1.3 Il Progetto di Cantierizzazione 8
2.1.4 La metodologia di lavoro 9
2.2 IL CONTESTO PIANIFICATORIO DI RIFERIMENTO 10
2.2.1 La costruzione del contesto pianificatorio 10
2.2.2 La pianificazione ordinaria generale 10
2.2.3 La pianificazione ordinaria separata 10
2.2.4 La pianificazione negoziata 11
2.3 I RAPPORTI INFRASTRUTTURE AUTOSTRADALI-PIANI 12
2.3.1 I rapporti di coerenza 12
2.3.2 I rapporti di conformità 19
2.4 I RAPPORTI AREE ED OPERE DI CANTIERIZZAZIONE-PIANI 21
2.4.1 Rapporti di coerenza 21
2.4.2 Rapporti di conformità 22

3 QUADRO PROGETTUALE 26

3.1 I TEMI E LA METODOLOGIA DI LAVORO 26
3.1.1 Le finalità del Quadro progettuale 26
3.1.2 Il Progetto Infrastrutturale 26
3.1.3 Il Progetto di Cantierizzazione 27
3.2 LO STUDIO TRASPORTISTICO 28
3.3 L'ANALISI COSTI-BENEFICI 30
3.4 IL PROGETTO DELLE INFRASTRUTTURE AUTOSTRADALI 31
3.4.1 I macro elementi costitutivi il Nodo di Genova 31
3.4.2 Lo schema infrastrutturale 31
3.4.3 Lo schema funzionale 34
3.4.4 Dati caratteristici dei macro-elementi costitutivi il Nodo di Genova 35
3.4.5 Le opere d'arte 39
3.5 IL PROGETTO DELLA CANTIERIZZAZIONE 40
3.5.1 Le aree a servizio della cantierizzazione delle infrastrutture autostradali 40
3.5.2 Le Opere connesse di cantierizzazione 42
3.5.3 Le modalità di gestione delle terre potenzialmente amiantifere: classificazione e stoccaggio 44
3.5.4 Le attività di realizzazione delle infrastrutture autostradali: tecniche e procedure 44
3.5.5 Le attività di gestione delle terre di scavo: movimentazione e stoccaggio 48
3.5.6 Le quantità di materiale: modalità di soddisfacimento dei fabbisogni e bilancio 51
3.5.7 Le attività di movimentazione lungo la rete viaria 54
3.6 GLI INTERVENTI E LE MISURE DI MITIGAZIONE 55
3.6.1 Le sistemazioni a verde 55
3.6.2 Mitigazione acustica 57
3.6.3 Protezione del sistema idrico 59
3.7 I MONITORAGGI AMBIENTALI 60

4 QUADRO AMBIENTALE 62

4.1 I TEMI E LA METODOLOGIA DI LAVORO 62
4.1.1 Le finalità del Quadro ambientale 62
4.1.2 Il Progetto Infrastrutturale 63
4.1.3 Il Progetto di Cantierizzazione 64

4.2 ATMOSFERA 66
4.2.1 TEMI E METODOLOGIA DI LAVORO 66
4.2.2 QUADRO CONOSCITIVO 67
4.2.3 IL RAPPORTO OPERA-AMBIENTE 75
4.3 AMBIENTE IDRICO 80
4.3.1 TEMI E METODOLOGIA DI LAVORO 80
4.3.2 QUADRO CONOSCITIVO 81
4.3.3 IL RAPPORTO OPERA-AMBIENTE 97
4.4 SUOLO E SOTTOSUOLO 101
4.4.1 TEMI E METODOLOGIA DI LAVORO 101
4.4.2 QUADRO CONOSCITIVO 101
4.4.3 IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE 107
4.5 VEGETAZIONE E FLORA 111
4.5.1 TEMI E METODOLOGIA DI LAVORO 111
4.5.2 QUADRO CONOSCITIVO 111
4.5.3 IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE 116
4.6 ECOSISTEMI E FAUNA 118
4.6.1 TEMI E METODOLOGIA DI LAVORO 118
4.6.2 QUADRO CONOSCITIVO 118
4.6.3 IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE 123
4.7 RUMORE 125
4.7.1 TEMI E METODOLOGIA DI LAVORO 125
4.7.2 QUADRO CONOSCITIVO 126
4.7.3 IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE 131
4.8 VIBRAZIONI 133
4.8.1 TEMI E METODOLOGIA DI LAVORO 133
4.8.2 QUADRO CONOSCITIVO 133
4.8.3 IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE 136
4.9 SALUTE PUBBLICA 138
4.9.1 TEMI E METODOLOGIA DI LAVORO 138
4.9.2 QUADRO CONOSCITIVO 139
4.9.3 IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE 143
4.10 PAESAGGIO 145
4.10.1 TEMI E METODOLOGIA DI LAVORO 145
4.10.2 QUADRO CONOSCITIVO 146
4.10.3 IL RAPPORTO OPERA – AMBIENTE 154

1 LOGICHE DI LAVORO

1.1 I FATTORI DI SPECIFICITÀ COME MATRICE DELLE LOGICHE DELLO SIA

I fattori di specificità che connotano il contesto di intervento, sotto il profilo territoriale, ambientale e decisionale, hanno informato le scelte strutturanti il progetto definitivo di adeguamento del sistema A7 – A10 – A12 del Nodo stradale ed autostradale di Genova e, con esso, lo Studio di Impatto Ambientale di cui il presente documento costituisce la Sintesi Non Tecnica.
In estrema sintesi, tali scelte possono essere così descritte (cfr. Tabella 1-1).

Tabella 1-1 Scelte strutturanti il progetto definitivo

Ambito di progettazione	*Scelte*
Infrastrutture autostradali	• Implementazione del progetto preliminare redatto a valle del Dibattito Pubblico
Cantierizzazione delle infrastrutture autostradali	• Scavo e costruzione delle gallerie in destra Polcevera attraverso tecnica in meccanizzato (TBM); • Classificazione delle terre di scavo potenzialmente amiantifere secondo quattro livelli (codici bianco, verde, giallo, rosso), definiti in funzione del livello di concentrazione delle fibre amiantifere (valore soglia pari a 1 g/kg così come indicato nell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV, Tabella 1, Colonna B del D.Lgs 152/2006) e delle caratteristiche geotecniche; • Centralizzazione delle attività di caratterizzazione e gestione delle terre provenienti dallo scavo delle gallerie in destra Polcevera, all'interno di un'unica area operativa individuata nel cantiere industriale CI14; • Movimentazione delle terre potenzialmente amiantifere attraverso condotto ermetico costituito, per il tratto compreso tra il fronte di scavo e l'imbocco delle gallerie Monterosso, da nastri trasportatori, e per quello intercorrente tra il cantiere industriale CI14 e l'opera a mare, dallo slurrydotto; • Stoccaggio definitivo delle terre di scavo con concentrazione di fibre amiantifere entro la soglia 1g/kg (codice bianco e verde) nell'opera a mare realizzata all'interno del Canale di Calma in fregio all'attuale sedime aeroportuale; • Stoccaggio definitivo delle terre di scavo con concentrazione di fibre amiantifere al sopra della soglia 1g/kg (codice giallo) all'interno dell'arco rovescio delle gallerie corrispondenti al medesimo tratto dal quale provengono dette terre (stoccaggio in situ); • Stoccaggio definitivo delle terre di scavo con concentrazione di fibre amiantifere al di sopra della soglia 1g/kg e scadenti caratteristiche geotecniche (codice rosso) in discarica specifica.

Il complesso di scelte richiamato rende evidente come il progetto definitivo si connoti non solo per la rilevanza rivestita dalle infrastrutture autostradali, quanto anche e soprattutto per la previsione di altre opere, a carattere temporaneo ed anche definitivo, che sono funzionali alla realizzazione di dette infrastrutture.
In ragione di tale ulteriore specificità, ai fini dello Studio di impatto ambientale, è sembrato opportuno distinguere il progetto in esame, nei due seguenti sotto-progetti:

- Il Progetto definitivo Infrastrutturale, avente ad oggetto le opere costitutive il Nodo stradale ed autostradale di Genova;
- Il Progetto definitivo di Cantierizzazione, relativo per l'appunto alla progettazione della fase di cantiere sia in termini di attività che di opere funzionali a dette attività.

Il Progetto di Cantierizzazione difatti comprende anche quelle che nello SIA sono state identificate con la locuzione "Opere connesse di cantierizzazione", intendendo con ciò l'insieme delle opere finalizzate alla realizzazione delle infrastrutture autostradali, la necessità delle quali origina dalle complessità esecutive e dalle scelte progettuali strutturanti. Nello specifico, le opere connesse di cantierizzazione sono:

- Opera a mare

- Slurrydotto
- Pista di trasporto frese

1.2 LA PROCEDURA CHE SI SEGUE

Il progetto appartiene alla categoria "autostrade e strade riservate alle circolazioni automobilistiche" di cui al punto 10 dell'Allegato II alla parte II D.Lgs 152/06 e s.m.i. ed è pertanto soggetto a procedura di VIA nazionale ai sensi dell'art. 6, comma 6 del D.Lgs 152/06 e s.m.i.

Inoltre, ai sensi del comma 2 dell'art. 23, in considerazione di quanto disposto dall'art. 3 del D.P.R. 383/94, in sede di presentazione dell'istanza di VIA, ASPI richiederà che l'approvazione del progetto in sede di Conferenza di Servizi sostituisca ad ogni effetto tutti gli atti di intesa, le licenze, i pareri, le concessioni, le autorizzazioni, le approvazioni, i nulla osta, gli assensi comunque denominati previsti dalle leggi statali e regionali e necessari all'avvio dei lavori. Richiederà pertanto che, con riferimento ad ogni parte del progetto, comprese le ricollocazioni dei servizi interferenti, la Conferenza si pronunci in merito a quanto disposto dalla normativa in materia di lavori pubblici ed in merito alle autorizzazioni e concessioni relative ai cantieri.

Considerata la complessità del progetto, è stato inoltre necessario dialogare con altri Enti presenti sul territorio e, in diverso modo, interferiti o direttamente interessati alla realizzazione del progetto:

- Autorità Portuale, in quanto il progetto dell'opera a mare nel Canale di Calma (sito individuato per il conferimento della maggior parte delle terre e rocce da scavo) rappresenta un adeguamento tecnico funzionale del Piano Regolatore Portuale;
- ENAC, in quanto, una volta terminata l'opera a mare, la nuova area sarà acquisita da ENAC per ampliare la strip aeroportuale.

Sulla base dell'intesa stipulata tra Autorità Portuale, ENAC, ASPI ed ANAS, ASPI è stato riconosciuto come proponente dell'intero progetto (nodo autostradale ed opere connesse).

Per il progetto di adeguamento tecnico funzionale ASPI ha provveduto a fornire all'Autorità Portuale la documentazione di supporto per conseguire i pareri tecnici necessari per l'approvazione del progetto stesso, come previsto dal voto n. 93 del 2009 del Consiglio Superiore Lavori Pubblici.
Si precisa che il presente Studio di Impatto Ambientale è finalizzato anche all'ottenimento del parere ambientale sull'adeguamento tecnico funzionale.

Per quanto concerne l'aeroporto, si precisa che l'eliminazione della non conformità nella certificazione ENAC, conseguente alla realizzazione e messa in uso della nuova strip, non comporterà alcuna modifica della potenzialità e/o capacità dell'aeroporto che resta governato dalle sue regole approvative (DEC/VIA n.6916 del 23 gennaio 2002) e dai suoi processi gestionali.

1.3 LO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE: IMPIANTO METODOLOGICO ED ARCHITETTURA GENERALE

In ragione di quanto premesso in merito all'articolazione del progetto in esame, lo SIA è stato concepito come composto da due studi tematici, ciascuno riferito ad ognuno dei due citati progetti:

- SIA del Progetto definitivo infrastrutturale (Volume 1)
- SIA del Progetto definitivo della cantierizzazione (Volume 2)

Le logiche generali di strutturazione dei due SIA tematici risiedono in:

- Articolazione secondo i tre canonici quadri di riferimento, programmatico, progettuale ed ambientale, previsti dal DPCM 27.12.1988;
- Attribuzione di ciascuno dei due SIA tematici ad un'Opera di riferimento, definita considerando la multidimensionalità propria di un'opera infrastrutturale e cioè il suo essere concepibile come "opera in realizzazione", "opera come manufatto" ed "opera come esercizio".

L'architettura generale dello SIA risulta quindi la seguente (cfr. Figura 1-1).

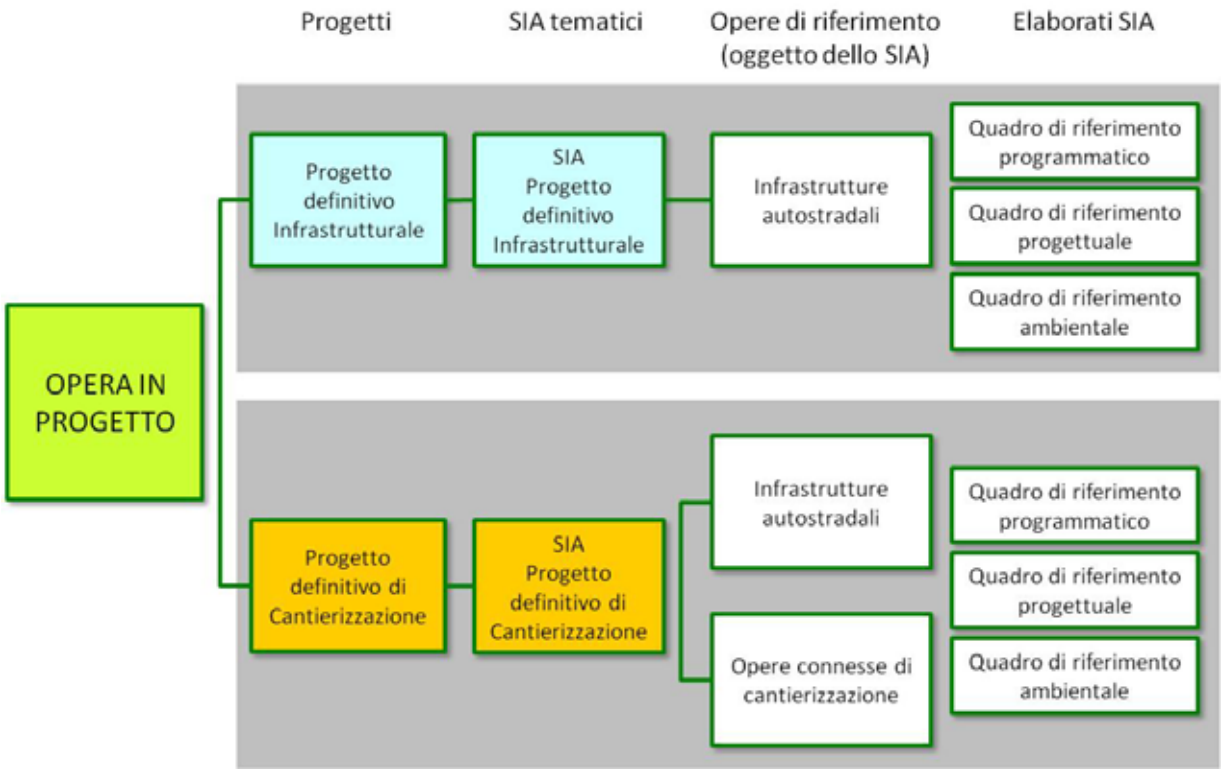


Figura 1-1 Architettura generale dello SIA

Muovendo da questo impianto generale, all'interno di ciascuno dei due SIA tematici, la definizione dei Temi di riferimento propri di ciascuno dei tre quadri è stata conseguita attraverso un processo di progressiva scomposizione delle Opere di riferimento.
Nello specifico, per quanto attiene lo SIA del Progetto Infrastrutturale e segnatamente il Macrotema "opera come manufatto", tale attività ha condotto all'articolazione del "Modello di rete" in due elementi progettuali, rappresentati dallo "Schema infrastrutturale" e dallo "Schema funzionale". Sempre con riferimento alla dimensione fisica, la scomposizione dell'elemento progettuale "Macro-elementi infrastrutturali" ha determinato, quali ulteriori sottoinsiemi, quelli delle "Infrastrutture autostradali ex novo", delle "Infrastrutture autostradali esistenti oggetto di riqualifica", nonché delle "Infrastrutture autostradali oggetto di dismissione".
Il Macrotema "opera come esercizio" è stato invece scomposto in negli elementi progettuali "funzione trasportistica" e "funzionamento in termini di volumi di traffico movimentati" (cfr. Tabella 1-2).

Tabella 1-2 SIA Progetto Infrastrutturale: Elementi progettuali

Opere	*Macrotemi*	*Elementi progettuali*	
Infrastrutture autostradali	Opera come manufatto	• Modello di rete	• Schema infrastrutturale • Schema funzionale
		• Macro-elementi infrastrutturali	• Infrastrutture autostradali ex novo • Infrastrutture autostradali esistenti oggetto di riqualifica • Infrastrutture autostradali oggetto di dismissione
	Opera come esercizio	• Funzione trasportistica • Funzionamento in termini di volumi di traffico movimentati	

Relativamente allo SIA del Progetto di Cantierizzazione, la scomposizione della dimensione realizzativa delle Infrastrutture autostradali ha condotto alla differenziazione delle diverse "attività di

costruzione", all'articolazione delle varie tipologie di "aree a servizio della cantierizzazione", nonché delle "quantità di materiali conseguenti alla costruzione delle infrastrutture autostradali".
In merito alla dimensione fisica delle Opere connesse di cantierizzazione, gli elementi progettuali sono stati identificati nello slurrydotto e nella pista di montaggio frese, per quanto attiene le opere a carattere temporaneo, e nell'opera a mare, relativamente a quelle definitive.
Per quanto attiene la dimensione realizzativa, la scomposizione ha portato ad identificare le singole attività attraverso le quali sarà realizzata l'opera a mare, nonché a distinguere le tipologie di aree a servizio della sua cantierizzazione e di quantitativi di materiale messo in gioco nella realizzazione. Occorre ricordare che tale scomposizione è stata condotta intendendo l'opera a mare come opera marittima e pertanto prescindendo dalle finalità e dall'utilizzo specifico ai quali esso è preposto.
Per quanto infine riguarda l'opera come esercizio, i temi sono derivati dalla considerazione della funzione assolta dallo slurrydotto e dall'opera a mare all'interno del progetto del Nodo stradale ed autostradale di Genova, nonché degli aspetti relativi al funzionamento di dette opere (cfr. Tabella 1-3).

Tabella 1-3 SIA Progetto di Cantierizzazione: Elementi progettuali

Opere	*Macrotemi*	*Elementi progettuali*	
Infrastrutture autostradali	Opera come realizzazione	• Attività di costruzione	• Costruzione dei viadotti • Scavo e costruzione delle gallerie • Movimentazione delle terre di scavo delle gallerie • Gestione delle terre di scavo delle gallerie • Approvvigionamento delle materie prime
		• Aree a servizio della cantierizzazione	• Aree cantieri industriali • Aree cantieri di imbocco • Aree campi base • Itinerari di cantierizzazione • Piste di cantiere
		• Quantità di materiali	• Quantità da approvvigionare con reperimento all'interno / all'esterno dell'opera in progetto • Quantità da smaltire con gestione all'interno / all'esterno dell'opera in progetto
Opere connesse di cantierizzazione	Opera come manufatto	• Opere a carattere temporaneo	• Slurrydotto • Pista di montaggio frese
		• Opere a carattere definitivo	• Opera a mare
	Opera come realizzazione	• Attività di costruzione	• Confinamento del Canale di Calma con cassoni (realizzazione e posa cassoni) • Chiusura dell'opera a mare • Approvvigionamento delle materie prime
		• Aree a servizio della cantierizzazione	• Aree cantieri industriali • Itinerari di cantierizzazione
		• Quantità di materiali	• Quantità da approvvigionare con reperimento all'interno / all'esterno dell'opera in progetto
	Opera come esercizio	• Funzione in termini di strumentalità allo scavo delle gallerie autostradali	• Movimentazione delle terre di scavo • Gestione delle terre di scavo
		• Funzionamento in termini di svolgimento delle attività strumentali allo scavo delle gallerie autostradali	• Movimentazione dello slurry lungo lo slurrydotto • Riempimento progressivo dell'opera a mare

A valle dell'identificazione dei Temi di riferimento relativi a ciascuno dei due SIA tematici, nell'ambito di ognuno dei tre Quadri occorre arrivare all'individuazione dei corrispettivi "Temi di quadro" (cfr. Figura 1-2 e Figura 1-3). La metodologia sulla scorta della quale identificare tali temi è basata sulla centralità delle finalità assegnate ad ognuno dei tre quadri di riferimento dal DPCM 27.12.1988 e sulla rilevanza che i singoli elementi progettuali, derivanti dalla progressiva scomposizione dell'Opera di riferimento di ciascun SIA tematico, rivestono rispetto a tali finalità.

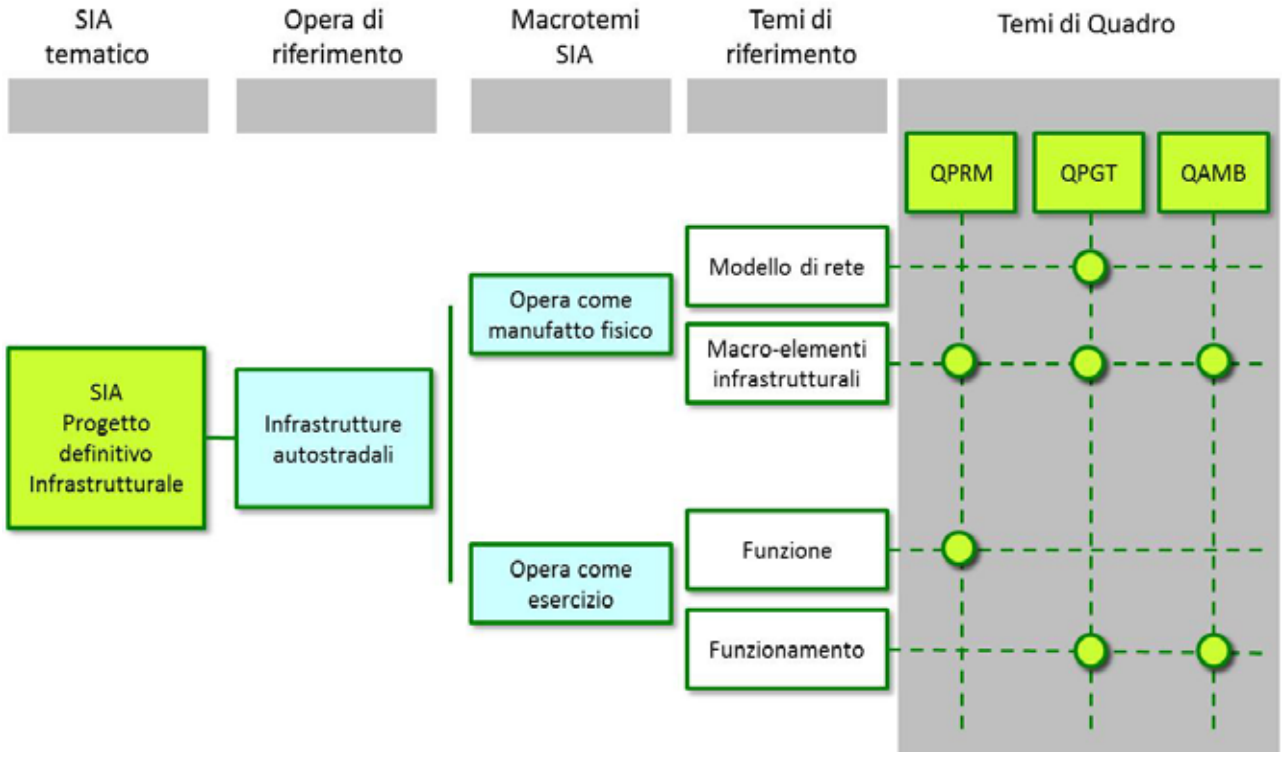


Figura 1-2 SIA Progetto Infrastrutturale: individuazione dei Temi di Quadro

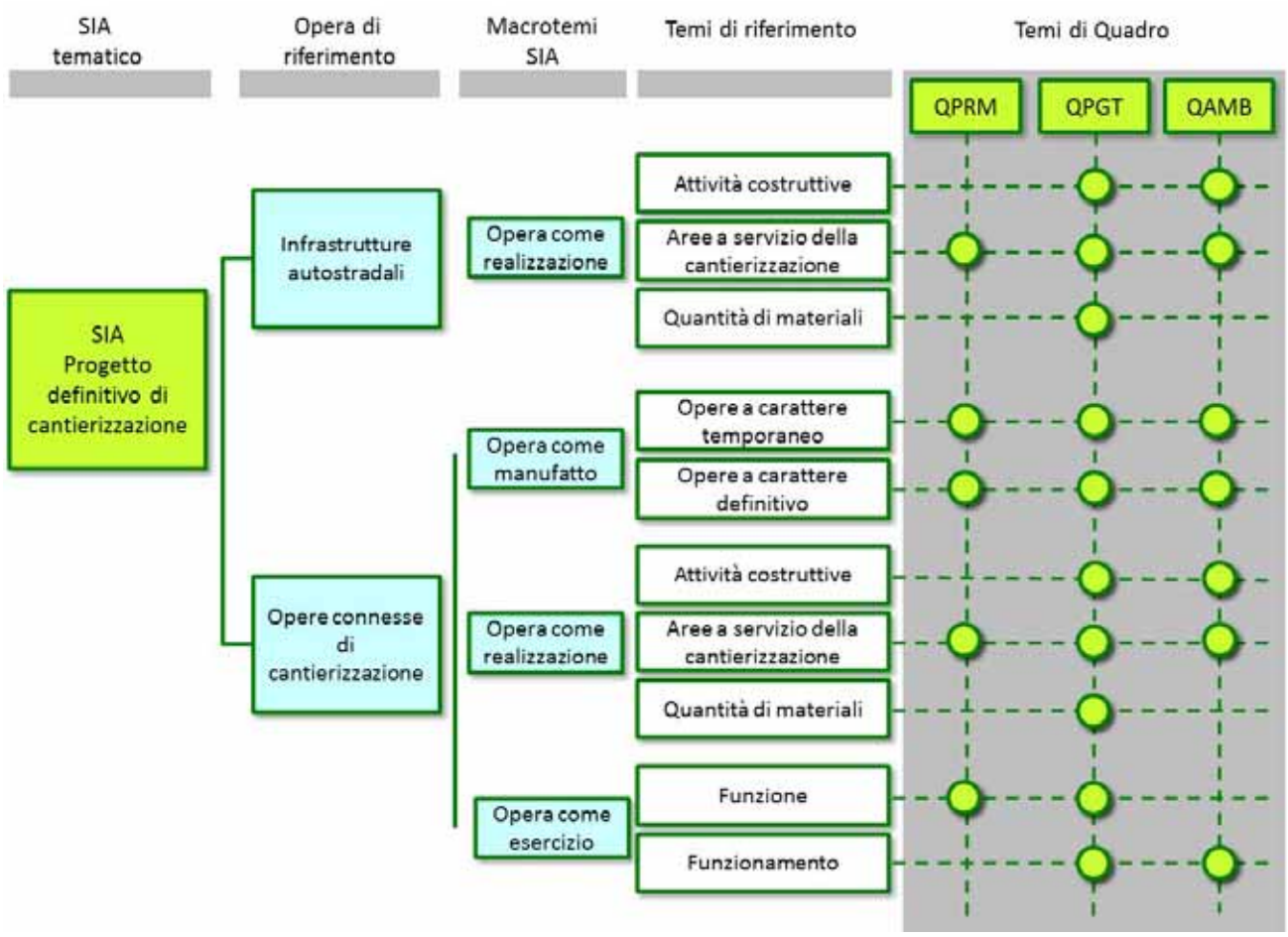


Figura 1-3 SIA Progetto di Cantierizzazione: individuazione dei Temi di Quadro

1.3.1 La struttura espositiva

La scelta di articolare lo Studio di impatto ambientale in due SIA tematici, ciascuno dei quali dedicato ad una Opera di riferimento, ha comportato la necessità di dover risolvere il problema della conseguente duplicazione di tutte le informazioni di carattere generale che di norma sono contenute in uno studio, nonché dei relativi elaborati grafici. In particolare, ci si riferisce a quei contenuti riguardanti l'illustrazione delle specifiche metodologie di lavoro, la descrizione degli strumenti di pianificazione o la ricostruzione del quadro conoscitivo di area vasta, la cui ripetizione tal quale in ognuno dei due SIA tematici sarebbe stata all'origine di un inutile aggravio della documentazione e di una conseguente perdita di efficacia comunicativa dello studio.
Parimenti, la mancata documentazione di tali aspetti in uno dei due SIA ne avrebbe inficiato la lettura, non essendo ad esempio possibile comprendere il contesto ambientale rispetto al quale erano riferiti gli impatti potenziali stimati.

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

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

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

Il Quadro Ambientale è certamente quello in cui è maggiore il rischio di duplicazione ed in cui le specificità di ciascuna componente ambientale hanno determinato la necessità di operare una puntuale scelta dello SIA nel quale affrontare in modo completo la trattazione degli aspetti concernenti l'illustrazione dello stato dell'ambiente. Tale scelta è stata operata, caso per caso, sulla base della rilevanza che l'esplicarsi del fenomeno indagato riveste rispetto ai Macrotemi dei due SIA tematici.

2 QUADRO PROGRAMMATICO

2.1 I TEMI E LA METODOLOGIA DI LAVORO

2.1.1 Le finalità del Quadro programmatico

Come noto, le finalità assegnate al quadro programmatico sono individuate dall'articolo 3 del DPCM 27.12.1988 nel «fornire gli elementi conoscitivi sulle relazioni intercorrenti tra l'opera progettata e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale»[1], precisando nel seguito che gli atti ai quali occorre riferirsi sono «quelli nei quali è inquadrabile il progetto stesso»[2]. Tali rapporti sono a loro volta articolabili in rapporti di coerenza, con gli obiettivi perseguiti dagli strumenti di pianificazione, ed in rapporti di conformità, con il regime di trasformazione ed uso dei suoli definito dalla pianificazione locale e dalla disciplina di tutela relativa alla vincolistica ed al sistema delle aree di pregio ambientale (aree naturali protette ex legge 394/91 ed aree della Rete Natura 2000).
Secondo l'impianto metodologico assunto, all'interno di ciascuno dei due SIA tematici, la definizione dei Temi di riferimento discende dalla selezione degli elementi progettuali sulla base del criterio della rilevanza rispetto alle finalità assegnate al quadro di riferimento in oggetto.

2.1.2 Il Progetto Infrastrutturale

Assunti i Macrotemi dello SIA nelle infrastrutture autostradali come "manufatto fisico" e come "esercizio", ed in ragione delle finalità cui è preposto il quadro in esame, i Temi di quadro sono stati individuati nelle "infrastrutture autostradali ex novo" e nella "funzionamento delle infrastrutture di trasporto"[3].
Stanti gli elementi progettuali rilevanti selezionati e sempre con riferimento alle due finalità principali proprie del quadro in esame (individuazione dei rapporti di coerenza e dei rapporti di conformità), la logica di lavoro assunta è risultata la seguente (cfr. Tabella 2-1).

Tabella 2-1 Progetto Infrastrutturale: Temi di quadro e modalità di analisi

Opere	*Macrotemi*	*Temi*		*Rapporti*	
				Coerenza	Conformità
Infrastrutture autostradali	Opera come manufatto	Macro elementi infrastrutturali	Infrastrutture autostradali ex novo		•
	Opera come esercizio	Funzione trasportistica		•	

Gli altri macro elementi costitutivi l'opera come manufatto[4] non sono stati considerati rilevanti rispetto alle finalità del quadro in esame, in quanto, insistendo gli interventi di progetto sulle infrastrutture esistenti, non determinano una modificazione del regime d'uso e trasformazione dei suoli, né hanno implicazione sulla disciplina di tutela.

2.1.3 Il Progetto di Cantierizzazione

In considerazione dei macrotemi oggetto dello SIA del Progetto di Cantierizzazione ed a fronte delle finalità del quadro in esame, è risultato possibile escludere dall'insieme dei Temi di riferimento quelli attinenti le attività costruttive e le quantità di materiale da approvvigionare/smaltire, nonché gli itinerari di cantierizzazione lungo la viabilità esistente. Appare difatti evidente come non sia possibile individuare alcuna relazione tra i temi suddetti, da un lato, e l'esistenza di rapporti di coerenza o rapporti di conformità, dall'altro. Ne consegue quindi che, in ragione di tale prima selezione, i Temi di riferimento possono essere così individuati:

- Aree a servizio della cantierizzazione delle Infrastrutture autostradali, con esclusivo riferimento alle diverse tipologie di aree di cantiere ed alle piste di cantierizzazione;

[1] DPCM 27.12.1988 art. 3 co. 1
[2] DPCM 27.12.1988 art. 3 co. 2 lett. a)
[3] Si ricorda che il termine "funzione" è assunto per indicare l'attività prevalente alla quale l'opera in esame è preposta, corrispondente in questo caso a quella trasportistica.
[4] "Infrastrutture autostradali esistenti oggetto di riqualifica" ed "infrastrutture autostradali esistenti oggetto di dismissione".

- Opere connesse di cantierizzazione a carattere temporaneo (slurrydotto e pista di montaggio frese);
- Opere connesse di cantierizzazione a carattere definitivo (opera a mare);
- Aree a servizio della cantierizzazione delle Opere connesse.

Ciò premesso ed in considerazione delle due finalità specifiche riconosciute al Quadro di riferimento programmatico (rapporti di coerenza e rapporti di conformità), il complesso dei temi di quadro assunti alla base del presente studio e le relative modalità di analisi risulta il seguente (cfr. Tabella 2-2).

Tabella 2-2 Progetto di Cantierizzazione: Temi di quadro e modalità di analisi

Opere	*Macrotemi*	*Temi*		*Rapporti*	
				Coerenza	Conformità
Infrastrutture autostradali	Opera come realizzazione	Aree a servizio della cantierizzazione	Aree di cantiere		●
			Piste di cantiere		●
Opere connesse di cantierizzazione	Opera come manufatto	Opere a carattere temporaneo	Slurrydotto	●	●
			Pista di montaggio frese		●
		Opere a carattere definitivo	Opera a mare		●
	Opera come esercizio	Opere a carattere definitivo	Opera a mare	●	●

2.1.4 La metodologia di lavoro

Le scelte metodologiche e di strutturazione fanno riferimento ai seguenti criteri:

- Articolazione delle pianificazioni in ragione delle loro modalità di formazione

Il complesso delle pianificazioni è distinto in due tipologie: la pianificazione ordinaria e quella negoziata.
La pianificazione ordinaria fa riferimento all'apparato legislativo che origina dalla Legge Urbanistica Nazionale, la Legge 1150/42, ed include quel repertorio di strumenti pianificatori per i quali esiste una precisa corrispondenza tra tipologie di strumenti ed autorità competenti alla loro redazione.
La pianificazione o programmazione negoziata, secondo quanto definito dalla Legge 662/96, costituisce «la regolamentazione concordata tra soggetti pubblici o tra il soggetto pubblico competente e la parte o le parti pubbliche o private per l'attuazione di interventi diversi, riferiti ad un'unica finalità di sviluppo, che richiedono una valutazione complessiva delle attività di competenza». Gli strumenti connessi sono quelli indicati nella citata legge.

- Articolazione della pianificazione ordinaria

La pianificazione ordinaria è distinta in due tipologie: la pianificazione generale (pianificazione di area vasta ed urbanistica) e la pianificazione separata, a sua volta articolata in due sotto classi, le pianificazioni a prevalente contenuto operativo e le pianificazioni a prevalente contenuto vincolistico. Ovviamente, ciascuna tipologia di strumenti è distinta in più livelli istituzionali.

- Distinzione tra rapporti di coerenza e rapporti di conformità

I rapporti Opera - Pianificazione presi in esame riguardano:

  - rapporti di coerenza, intesi come le relazioni intercorrenti tra l'opera in progetto e gli obiettivi perseguiti dagli strumenti pianificatori (coerenze dirette, derivanti dall'esplicita previsione dell'opera negli strumenti pianificatori indagati, e coerenze indirette, che si determinano allorquando l'opera concorre al perseguimento di diversificati obiettivi pianificatori);
  - rapporti di conformità, aventi ad oggetto le relazioni intercorrenti tra l'opera in progetto ed il regime di uso e trasformazione dei suoli definito dalle normative di Piano e dalla disciplina di tutela ambientale.

- Distinzione dei piani di settore a valenza ambientale in ragione della loro natura

La pianificazione a valenza ambientale è distinta in due categorie in relazione al carattere programmatico/strategico o normativo: alla prima categoria appartengono gli strumenti volti a

definire politiche, indirizzi ed azioni di tutela ambientale, mentre alla seconda quelli che configurano una particolare disciplina.

In relazione a tali criteri sono state quindi assunte le seguenti scelte:

- Trattazione dei rapporti di coerenza rispetto alla pianificazione generale, a quella negoziata ed a quella separata a prevalente contenuto operativo;
- Trattazione dei rapporti di conformità rispetto alla pianificazione generale di livello locale ed a quella separata a prevalente contenuto vincolistico (disciplina di tutela ambientale: vincoli paesaggistici, architettonici, archeologici, idrogeologico, aree naturali protette e Rete Natura 2000);
- Ricostruzione del quadro pianificatorio a valenza ambientale e rimando al Quadro di Riferimento Ambientale per la trattazione di quegli strumenti a carattere normativo e/o strettamente connessi al tema dell'individuazione e stima degli impatti.

2.2 IL CONTESTO PIANIFICATORIO DI RIFERIMENTO

2.2.1 La costruzione del contesto pianificatorio

La locuzione "contesto pianificatorio di riferimento" è stata assunta per indicare quell'insieme di strumenti che sono stati ritenuti significativi ai fini della definizione dei rapporti di coerenza Opera-Piani, e che, quindi, è il risultato di un'operazione di selezione del quadro della pianificazione vigente ed in itinere, condotta sulla base dei seguenti criteri:

1. Pertinenza dell'ambito tematico regolamentato rispetto all'opera in esame e, conseguentemente, agli obiettivi del presente quadro di riferimento;
2. Vigenza dello strumento e rispondenza delle scelte pianificatorie ivi contenute rispetto agli orientamenti formalmente ed informalmente espressi dagli organi di governo degli Enti territoriali.

A completamento delle scelte sulla base delle quali è stato costruito il contesto pianificatorio di riferimento si evidenzia che il Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico è stato incluso all'interno della pianificazione a prevalente contenuto vincolistico e non in quella territoriale.

2.2.2 La pianificazione ordinaria generale

La pianificazione ordinaria generale è quella tipologia che si incardina nella Legge urbanistica nazionale, L 1150/42, o che da essa deriva. Il contesto pianificatorio di riferimento che è stato oggetto della trattazione risulta il seguente (cfr. Tabella 2-3).

Tabella 2-3 Pianificazione generale: contesto pianificatorio di riferimento

Livello	*Strumenti*	*Stato approvativo*
Regionale	Piano Territoriale di Coordinamento Insediamenti produttivi Area Centrale Ligure (PTC ACL)	Approvato con DCR n. 95/1992
	Piano Territoriale di Coordinamento della Costa (PTCC)	Approvato con DCR n. 64/2000
Provinciale	Piano Territoriale di Coordinamento provinciale (PTC)	Approvato con DCP n. 1/2002
	Variante al PTC provinciale concernente il Sistema del Verde di livello provinciale	Adottata con DCP n. 32/2010 e vigente in salvaguardia
Comunale	Piano Urbanistico Comunale	Approvato con DGR n. 44/2000
	Variante 2009 al Piano Urbanistico Comunale, c. d. "Variantona"	Approvata con DCC n. 73/2010 e vigente in salvaguardia

2.2.3 La pianificazione ordinaria separata

La pianificazione ordinaria separata è quella tipologia avente ad oggetto aspetti specifici e settoriali dell'assetto territoriale e, in ragione delle finalità ad essa assegnate, può essere articolata in due sotto classi rappresentate dalle pianificazioni a prevalente contenuto operativo e da quelle a prevalente contenuto vincolistico.

Per quanto attiene la pianificazione a contenuto operativo, premesso che stante la tipologia dell'opera in esame il settore pertinente è quello trasporti, il contesto pianificatorio di riferimento è il seguente (cfr. Tabella 2-4).

Tabella 2-4 Pianificazione separata a prevalente contenuto operativo - settore trasporti: contesto pianificatorio di riferimento

Livello / Soggetto competente	*Strumenti*	*Stato approvativo*
Nazionale	Piano Generale dei Trasporti e della Logistica (PGTL)	Approvato dal Consiglio dei Ministri il 2 Marzo 2001 ed adottato con DPR 14 Marzo 2001
Nazionale	Programma delle Infrastrutture Strategiche (PIS)	Allegato al DFP 2011-2013 (Decisione Finanza Pubblica).
Autorità Portuale di Genova	Piano Regolatore Portuale (PRP)	Approvato con DCR n. 35 del 31 luglio 2001
Aeroporto di Genova S.p.A	Piano di Sviluppo Aeroportuale	Approvato ENAC, 2000

L'unico livello territoriale preso in considerazione è quello nazionale dal momento che la Regione Liguria non ha completato l'iter di formazione del proprio Piano Regionale Trasporti.

Relativamente alla pianificazione a contenuto vincolistico, si ricorda che la trattazione è stata condotta nel Quadro di riferimento ambientale all'interno delle specifiche componenti (in particolare Ambiente idrico e Rumore). Rientrano, invece, nel contesto pianificatorio di riferimento il Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico, approvato con DCR n. 6/1990, ed il Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico - Variante di salvaguardia della fascia costiera, adottato con DGR 940/2009, DGR 1006/2009 e DGR 1376/2009 e vigente in salvaguardia.

2.2.4 La pianificazione negoziata

La pianificazione o programmazione negoziata, secondo quanto definito dalla Legge 662/96, costituisce «la regolamentazione concordata tra soggetti pubblici o tra il soggetto pubblico competente e la parte o le parti pubbliche o private per l'attuazione di interventi diversi, riferiti ad un'unica finalità di sviluppo, che richiedono una valutazione complessiva delle attività di competenza». Gli atti inclusi nel contesto pianificatorio sono stati i seguenti (cfr. Tabella 2-5).

Tabella 2-5 Quadro degli atti

Atto	Data	Sottoscrittori
Intesa Istituzionale Quadro per la realizzazione delle grandi infrastrutture	6 Marzo 2002	• Ministero Infrastrutture e Trasporti • Regione Liguria
Intesa Quadro relativa alla componente stradale del Nodo stradale ed autostradale di Genova	9 Gennaio 2003	• Regione Liguria • Provincia di Genova • Comune di Genova • Autorità Portuale di Genova
Protocollo d'Intesa per la Realizzazione del Nodo stradale ed autostradale di Genova	27 Febbraio 2006	• Regione Liguria • Provincia di Genova • Comune di Genova • ANAS SpA
Protocollo d'Intesa sulla stato di avanzamento della Gronda autostradale di Ponente	3 Agosto 2006	• Regione Liguria • Provincia di Genova • Comune di Genova • Autorità Portuale di Genova • ANAS SpA • Autostrade per l'Italia SpA
Protocollo d'Intesa per la realizzazione della nuova viabilità di adduzione ai caselli autostradali di Genova Voltri, Lavagna/Rapallo, rientranti nel Nodo stradale ed autostradale di Genova	5 Febbraio 2007	• Ministero Infrastrutture • Regione Liguria • Provincia di Genova • Comune di Genova • Comune di Chiavari • Comune di Lavagna • Comune di Rapallo • Autorità Portuale di Genova • ANAS SpA • Autostrade per l'Italia SpA • RFI SpA
Protocollo d'Intesa per lo "Sviluppo del Porto e della Città portuale"	21 Marzo 2007	• Regione Liguria • Provincia di Genova • Comune di Genova • Autorità Portuale di Genova • Confindustria Genova • CGIL, CISL, UIL
Protocollo d'Intesa per la realizzazione del Nodo stradale ed autostradale di Genova	8 Febbraio 2010	• Ministero Infrastrutture e Trasporti • Regione Liguria • Provincia di Genova • Comune di Genova • Autorità Portuale di Genova • ANAS SpA • Autostrade per l'Italia SpA

2.3 I RAPPORTI INFRASTRUTTURE AUTOSTRADALI-PIANI

2.3.1 I rapporti di coerenza

2.3.1.1 *Le coerenze dirette*

Nel caso delle opere previste dalla cosiddetta Legge Obiettivo, il tema delle "coerenze dirette", definite come quei rapporti di coerenza che si esplicano allorquando l'iniziativa progettuale o il progetto rientrano rispettivamente nel sistema degli obiettivi e/o nelle previsioni degli strumenti di pianificazione indagati, rappresenta di fatto un'operazione ridondante, in quanto l'esistenza di tale rapporto è implicita nel loro essere incluse all'interno del Programma delle Infrastrutture Strategiche. In altri termini, la ricerca e l'illustrazione dei rapporti di coerenza è, per tale tipologia di opere, una tautologia, ossia è come se si volesse spiegare un concetto ripetendo quanto già espresso nel concetto stesso. Risulta difatti ovvia l'esistenza di un implicito rapporto di coerenza in opere che sono state incluse, dapprima, nel citato Primo Programma e, successivamente, negli Allegati

Infrastrutture, dal momento che lo stesso Parlamento, quale più alta assemblea elettiva rappresentativa dell'intera collettività nazionale, ha riconosciuto loro la valenza di interventi «strategici e di preminente interesse nazionale, da realizzare per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese».

Se quindi per le opere in Legge Obiettivo il tema dei rapporti di coerenza di tipo "diretto" potrebbe risolversi nel richiamare il loro carattere strategico e di preminente interesse nazionale, ciò è maggiormente vero nel caso dell'opera in oggetto, nel quale la pianificazione ordinaria è stata nei fatti sopravanzata dalla pianificazione negoziata, cioè da quanto viene programmato attraverso accordi ed intese tra Stato, Enti territoriali e locali ed attori a diverso titolo coinvolti.

Tale affermazione si sostanzia attraverso il confronto tra il quadro della pianificazione ordinaria vigente e quella negoziata, dal quale si evince con chiarezza l'esistenza di una sorta di "interruzione" della prassi pianificatoria "tradizionale", alla quale invece ha fatto riscontro un'intensa attività di concertazione, esplicitatasi nella stipula di un rilevante numero di accordi ed intese aventi ad oggetto il tema del Nodo stradale ed autostradale di Genova.
Se per quanto concerne la pianificazione ordinaria ad oggi non è ancora giunto a compimento il processo di formazione del Piano Territoriale Regionale e del Piano regionale trasporti, per quanto riguarda quella negoziata è possibile affermare che, a seguito dell'approvazione del Primo Programma delle Infrastrutture Strategiche, è stato dato l'avvio ad un intenso e complesso processo progettuale/decisionale, concretizzatosi, nell'arco di meno di dieci anni, in sette successivi atti concertativi.
A tale riguardo basti pensare allo scollamento che, in termini di soluzione progettuale del Nodo di Genova, intercorre tra quella prevista dal Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Genova e quelle assunte da detto Ente nel corso del processo concertativo. Se difatti il PUC prevede un potenziamento dell'offerta infrastrutturale tra Voltri e Genova Ovest attuato mediante interventi complanari all'attuale tracciato dell'autostrada A10, lo stesso Comune, con la stipula del "Protocollo d'Intesa per la realizzazione del Nodo stradale ed autostradale di Genova" del Febbraio 2010, ha optato per la realizzazione della Gronda di Ponente secondo il tracciato sviluppato nel progetto cui si riferisce il presente Studio di impatto ambientale.
Analoghe considerazioni valgono per il confronto tra il Piano Territoriale di Coordinamento provinciale (PTC) e le scelte assunte dalla Provincia di Genova, sempre attraverso la firma del citato Protocollo di intesa, laddove, a fronte della condivisione del modello di assetto del nodo di Genova posto alla base del predetto Protocollo, il PTC non individua un tracciato univoco, ma elabora differenti ipotesi alternative per ciascuno dei segmenti in cui è scomponibile l'infrastruttura, il cui scopo dichiarato è quello di arrivare a formulare delle alternative volte ad individuare le soluzioni più efficaci, fattibili e utili a conseguire una condizione di giusto equilibrio fra le istanze ambientali e le imprescindibili necessità di efficienza della rete, nella consapevolezza che all'innalzamento dei livelli di efficienza e di servizio del sistema autostradale (al fine del superamento delle attuali condizioni di criticità) corrisponde un possibile impatto ambientale delle nuove infrastrutture. A tale riguardo si ricorda che la Regione Liguria, in sede di espressione del parere sul PTC, aveva considerato le indicazioni provinciali come un contributo alla definizione delle possibili soluzionial problema del Nodo autostradale di Genova.

Stante quanto sin qui richiamato in merito al prevalere della pianificazione negoziata su quella ordinaria, è possibile affermare che il contesto pianificatorio rispetto al quale descrivere i rapporti di coerenza diretta Opera-Piani deve essere precipuamente ricercato negli accordi e nelle intese stipulate a partire dal 2001 sino ad oggi.

Orbene, si è visto come il processo progettuale/decisionale, di cui gli accordi e le intese rappresentano la formalizzazione, possa essere suddiviso in tre distinte sottofasi, tra loro differenti per tema e ruolo rivestito nell'ambito di detto processo.

In breve, la prima sottofase, il cui inizio nominale può essere individuato nell'approvazione del Primo Programma delle Infrastrutture Strategiche (2001) e che si è conclusa con l'elaborazione del primo progetto preliminare avanzato del nodo stradale ed autostradale di Genova (2004), ha ad

oggetto il Nodo stradale ed autostradale di Genova ed il suo ruolo può essere individuato nell'aver costituito un primo momento di collegiale individuazione degli elementi costitutivi l'iniziativa progettuale, soprattutto per quanto attiene la componente stradale del nodo.
Come illustrato, a valle dell'approvazione del citato Primo Programma e della stipula dell'"Intesa Istituzionale Quadro per la realizzazione delle grandi infrastrutture" tra l'allora Ministero Infrastrutture e Trasporti e la Regione Liguria (6 Marzo 2002), nonché sulla base delle risultanze del tavolo tecnico cui hanno partecipato tutti i soggetti istituzionali e tecnici interessati all'opera, nel 2004 la Società Autostrade per l'Italia ha dato avvio alla progettazione preliminare del Nodo stradale ed autostradale di Genova, comprendente la Gronda di Ponente, il Nodo di San Benigno, l'adeguamento dell'autostrada A7 ed il Tunnel di Rapallo.

Le soluzioni adottate in tale progetto non hanno tuttavia raccolto la condivisione da parte della Regione Liguria e della Provincia e del Comune di Genova, i quali, nella nota congiunta del Dicembre 2005 (prot 1937/P), hanno concordemente sollevato critiche sostanziali in merito agli aspetti tecnico-funzionali ed ambientali del progetto che prevedeva l'attraversamento in sub-alveo del torrente Polcevera. Proprio tale aspetto è stato massimamente all'origine delle osservazioni espresse dai tre citati Enti i quali, come efficacemente riassunto nel "Protocollo di Intesa per la realizzazione del Nodo stradale ed autostradale di Genova" (27 Febbraio 2006) scaturito da detta nota congiunta, hanno concordato sui «diversi aspetti problematici, in ordine all'impatto territoriale ed ambientale dell'opera ed al costo complessivo della stessa» connessi al progetto preliminare del 2004.

La nota congiunta dei tre Enti territoriali può essere quindi individuata come elemento di inizio della seconda sottofase (2005) il cui termine è rappresentato, anche in questo caso, dall'elaborazione di una proposta progettuale, concretizzatasi nel progetto preliminare avanzato redatto da ASPI nel corso del 2007 e formalmente presentato ad ANAS nel Febbraio 2008.
La cifra attraverso la quale definire questa seconda sottofase, che ha avuto nel "Protocollo di Intesa per la realizzazione del Nodo stradale ed autostradale di Genova" del Febbraio 2006 il suo documento cardine, è individuabile nel suo discostarsi da quella precedente in ragione del chiaro delinearsi di nuovi temi di concertazione. Se difatti nella prima sottofase i temi di concertazione erano fondamentalmente stati gli obiettivi strategici posti alla base dell'iniziativa progettuale e l'individuazione degli elementi progettuali che ne costituivano parte integrante, in questa seconda sottofase l'ambito di detti temi di concertazione include le soluzioni progettuali di tracciato, di esercizio e di cantierizzazione.
Relativamente alla soluzione progettuale di tracciato, la seconda sottofase costituisce un primo di successivi momenti di condivisione dello schema funzionale e di localizzazione dell'opera, che, originato dall'azione dei tre Enti territoriali, trova espressione nel modello di assetto allegato al Protocollo del Febbraio 2006 e nel successivo progetto che da questo discende.
In coerenza con l'obiettivo progettuale concernente il contenimento degli impatti ambientali e territoriali delle infrastrutture autostradali, la seconda sottofase segna l'introduzione del tema di concertazione della soluzione progettuale di esercizio, attraverso il quale la realizzazione della Gronda di ponente viene legata al modello di esercizio del traffico sulla tratta urbana della A10 esistente. In questa ottica, il Protocollo individua come «fondamentale che la nuova Gronda di ponente venga concepita e progettata per essere primariamente destinata al traffico pesante, allo specifico scopo di dirottarvi il massimo numero possibile di veicoli che attualmente percorrono la tratta cittadina della A10».
Un analogo approccio contraddistingue infine l'introduzione del terzo nuovo tema di concertazione, quello della soluzione progettuale di cantierizzazione. Anche in questo caso, difatti, il tema è declinato non solo in termini contingenti alla fattibilità dell'opera, quanto anche in forma correlata a temi di rilevanza urbana e territoriale, come per l'appunto la realizzazione del progetto del frontemare delineato nel cosiddetto "Affresco di Piano". Nell'evolversi degli atti concertativi susseguitisi nel corso della seconda sottofase, il tema della gestione delle terre provenienti dallo scavo delle gallerie è stato difatti sempre più legato a quello della riqualificazione del frontemare ("Protocollo d'Intesa sullo stato di avanzamento della Gronda autostradale di ponente" – Agosto 2006) e segnatamente del «nuovo sito aeroportuale all'esterno della diga foranea attuale» ("Protocollo d'intesa per la nuova viabilità di adduzione ai caselli autostradali" – Febbraio 2007).

Sulla scorta dei temi di concertazione affrontati nella seconda sottofase, qui in parte e brevemente richiamati nei loro aspetti salienti, Autostrade per l'Italia ha redatto, oltre a due studi di fattibilità tecnica relativi all'utilizzo delle terre di scavo per la riqualificazione del frontemare, un secondo progetto preliminare avanzato che, come detto, è stato consegnato ad ANAS nel Febbraio 2008.

Un nuovo documento congiunto dei tre Enti territoriali ha dato inizio, nell'Agosto 2008, alla terza sottofase. Il documento in questione è difatti rappresentato dal nota prot. 288041 del 4 Agosto 2008, inviata da Regione Liguria, Provincia e Comune di Genova al Ministero Infrastrutture e Trasporti, ANAS ed Autostrade per l'Italia, con la quale si chiedeva sia di affinare la progettazione del tracciato proposto dal Comune, in modo da renderlo comparabile con la soluzione elaborata nel 2007-2008, sia di attivare un «percorso di partecipazione dei territori […] per il confronto tra le soluzioni alternative di attraversamento della Val Polcevera, per giungere alla approvazione del progetto preliminare».
Proprio il percorso di partecipazione, concretizzatosi nel Dibattito Pubblico svoltosi tra il 1 Febbraio ed il 29 Aprile 2009, può essere indicato come l'elemento distintivo della terza sottofase. Se difatti l'introduzione di nuovi temi di concertazione era stato individuata come il fattore identificativo della seconda sottofase, quello relativo alla terza può essere rintracciato nello svolgimento del Dibattito Pubblico e nel conseguente ampliamento della base di confronto e condivisione del processo progettuale/decisionale.
In merito ai temi affrontati, un aspetto rilevante della terza sottofase risiede nella risoluzione dell'iniziale legame posto tra la gestione delle terre di scavo delle gallerie e la riqualificazione del frontemare, dal momento che, già nel documento congiunto dell'Agosto 2008, i tre Enti territoriali avevano confermato il Canale di calma come sito idoneo al conferimento del materiale di risulta.

Se in termini generali l'intero iter progettuale/decisionale qui sintetizzato di per se stesso consente di evidenziare l'esistenza di rapporti di coerenza tra l'opera in progetto e gli obiettivi perseguiti dagli Enti territoriali attraverso gli atti di concertazione, un più puntuale riscontro di tali rapporti emerge dal citato "Protocollo d'intesa per la realizzazione del nodo stradale ed autostradale di Genova" del Febbraio 2010, il quale - come detto – è stato individuato da detti Enti come lo strumento attraverso il quale dare ordine agli accordi già intercorsi.

Entrando nel merito del primo dei temi di concertazione, ossia quello relativo agli obiettivi a livello di politiche che l'iniziativa progettuale deve perseguire, il Protocollo del Febbraio 2010, in linea con tutti i precedenti atti, ribadisce che «*la realizzazione della Gronda autostradale di Ponente è una delle infrastrutture con alto valore strategico ai fini dello sviluppo della città di Genova, tanto da costituire uno degli elementi centrali della pianificazione del territorio ai vari livelli, regionale, provinciale e comunale*».
Il reiterarsi di tale affermazione dà conto di come, al di là di quanto previsto dal Primo programma delle infrastrutture strategiche e dalle sue successive modifiche, i tre Enti territoriali interessati, così come anche la stessa Autorità Portuale di Genova, considerino il Nodo stradale ed autostradale di Genova un'opera ad *alto valore strategico ai fini dello sviluppo della città di Genova*, circostanza questa che a sua volta consente di evidenziare come l'opera in progetto risulti pienamente coerente con gli obiettivi perseguiti dai succitati Enti e con le relative politiche di pianificazione territoriale.
Tale conclusione, che nella formulazione datane dal Protocollo del Febbraio 2010 trova un più nitido e sintetico presupposto, scaturisce anche dall'esame del variegato insieme degli strumenti pianificatori indagati, a partire dal Piano Territoriale di Coordinamento dell'Area Centrale Ligure (PTC-ACL), che individua «*la riorganizzazione del sistema autostradale/nuovi tracciati di gronda per la separazione dei flussi di attraversamento dai flussi interni all'area metropolitana*» tra gli indirizzi di Piano volti a potenziare le connessioni esterne, al progetto preliminare del nuovo PUC 2010, che colloca la «*riorganizzazione del nodo autostradale e realizzazione della gronda di ponente*»[5] tra i contenuti strategici relativi all'obiettivo invariabile A1 "Potenziamento delle infrastrutture di relazione Nord-Sud ed Est-Ovest".

Per quanto attiene gli obiettivi specifici che devono guidare la redazione del progetto e la conseguente soluzione progettuale di tracciato, il Protocollo d'Intesa del Febbraio 2010 contiene

[5] *Documento degli Obiettivi*, "Obiettivi del Piano Urbanistico Comunale" pag. 6

due affermazioni fondamentali ai fini del riconoscimento dei rapporti di coerenza allorquando, con riferimento alla *proposta presentata da Autostrade per l'Italia nel Maggio 2009 sulla scorta delle risultanze del Dibattito Pubblico e dei connessi approfondimenti progettuali*, considera che detta proposta *rappresenta la* «*soluzione che meglio interpreta le esigenze espresse dagli Enti e dai cittadini per minimizzare l'impatto ambientale sul sistema insediativo della vallata pur garantendo le necessarie condizioni in termini di performance trasportistiche e di realizzabilità tecnico-costruttiva*»[6] e conviene che la succitata proposta del Maggio 2009 «*costituisce lo schema funzionale e di localizzazione dell'opera*»[7].
Assunto che, in osservanza dell'impegno assunto da ANAS in sede di stipula del Protocollo del Febbraio 2010, il progetto definitivo cui è riferita la presente Sintesi Non Tecnica è stato sviluppato nello scrupoloso rispetto della configurazione rappresentata nel Maggio 2009, risulta possibile affermare che detto progetto presenta sostanziali rapporti di coerenza con il succitato atto di pianificazione negoziata anche sotto il profilo degli obiettivi di progettazione e della soluzione progettuale di tracciato.

In sintesi, è possibile affermare che il rapporto Opera-Piani sotto il profilo delle "coerenze dirette" considera tre livelli di coerenze:

- Coerenze di livello programmatico rispetto all'iniziativa progettuale, in quanto il progetto del Nodo stradale ed autostradale, oltre ad essere "ope legis" inserito nel novero delle opere strategiche e di preminente interesse nazionale al fine della modernizzazione e dello sviluppo del Paese, è considerato tale anche da tutti i più recenti atti sottoscritti dai tre Enti territoriali interessati;
- Coerenze di livello programmatico relativamente agli obiettivi progettuali, in ragione del fatto che il progetto oggetto della presente Sintesi costituisce il consequenziale avanzamento progettuale della soluzione elaborata sulla scorta delle risultanze del Dibattito Pubblico;
- Coerenze di livello progettuale, dal momento che il progetto in esame è stato redatto nella piena adesione dello schema funzionale e di localizzazione dell'opera sul quale hanno convenuto Regione Liguria, Provincia di Genova e Comune di Genova.

Tale triplice livello di coerenza, oltre a rappresentare un singolare esempio di sintonia tra gli Enti territoriali, manifesta la rilevanza del rapporto Opera-Piani che nel caso in esame consente di poter affermare l'intima coerenza con la visione del futuro che Regione, Provincia e Comune posseggono dei rispettivi territori.

2.3.1.2 *Le coerenze indirette*

2.3.1.2.1 *Sviluppo dei collegamenti*

Preliminarmente alla trattazione del tema relativo allo sviluppo dei collegamenti, si ritiene necessario chiarire le motivazioni che hanno indotto ad includere tale tema tra gli obiettivi rispetto ai quali è possibile rilevare rapporti di coerenza di tipo indiretto.
In breve, le ragioni che hanno indotto a tale scelta risiedono nella volontà di evidenziare le differenze intercorrenti tra i casi in cui i documenti di pianificazione indagati pongano esplicitamente la realizzazione del Nodo di Genova all'interno del proprio sistema di obiettivi e quelli in cui tali obiettivi siano prospettati in termini più generali, per l'appunto di sviluppo dei collegamenti, soddisfacimento della domanda di mobilità, superamento del deficit infrastrutturale.
Appare evidente come nel caso in esame tale distinzione possa apparire capziosa, dal momento che, stante la sua centralità, l'obiettivo della realizzazione del Nodo di Genova e quello dello sviluppo dei collegamenti possono essere intesi l'uno come la diretta conseguenza dell'altro.
Ancorché quindi il rapporto tra Opera in progetto e sviluppo dei collegamenti possa a pieno titolo essere rubricato tra le coerenze dirette, si è tuttavia ritenuto utile mantenere distinti i due livelli, al fine di dare maggiore risalto ai riferimenti diretti all'iniziativa progettuale relativa alla realizzazione del Nodo di Genova.

[6] Protocollo di Intesa per la realizzazione del Nodo stradale ed autostradale di Genova (febbraio 2010), pag. 6
[7] *Protocollo di Intesa per la realizzazione del Nodo stradale ed autostradale di Genova* (febbraio 2010), pag. 8

In un contesto naturalmente vocato al ruolo di cerniera tra traffici internazionali, quale per l'appunto è quello ligure, il tema dello sviluppo dei collegamenti risulta pressoché una invariante degli strumenti appartenenti sia alla pianificazione ordinaria che a quella negoziata.

A livello regionale tale obiettivo è difatti rintracciabile nel *Piano Territoriale di Coordinamento dell'Area Centrale Ligure*, laddove esso pone tra i suoi obiettivi il potenziare le reti dei trasporti e delle comunicazioni, nonché, declinato a scala metropolitana ed urbana, nel *Piano Territoriale di Coordinamento della Costa*, che difatti persegue il potenziamento delle connessioni esterne.

Ad analoghe conclusioni giunge anche il *Piano Territoriale di Coordinamento provinciale,* che riconosce tra gli obiettivi pertinenti all'azione provinciale quello relativo all'organizzazione ed adeguamento del sistema per la mobilità e la logistica e che con riferimento a detto obiettivo pone quale necessità quella di «conseguire un razionale disegno del sistema aggiornando le caratteristiche dei nodi e delle aste, creando gerarchie funzionali tra i vari livelli e liberando le infrastrutture esistenti da sovrapposizioni funzionali che causano crisi articolate».

Come ovvio, il tema dello sviluppo dei collegamenti riveste un ruolo centrale nella pianificazione negoziata, a partire dall'*Intesa Istituzionale Quadro* del Marzo 2002 che difatti arriva all'individuazione del complesso delle infrastrutture strategiche muovendo dal riconoscimento della necessità di risolvere il «grave deficit di infrastrutture per i collegamenti e la mobilità interna, in particolare di tipo trasversale, tra l'arco costiero ed il versante padano».
In tale ottica l'Intesa individua quali obiettivi quelli di raccordare a rete il territorio ligure con l'intero Paese e con l'Europa e di «assicurare una offerta di mobilità del corridoio Tirrenico- Nord Europeo».

2.3.1.2.2 *Sostegno allo sviluppo economico*

L'esistenza di uno stretto legame tra realizzazione del Nodo di Genova e potenziamento dell'offerta infrastrutturale viaria, da un lato, e consolidamento del ruolo assunto dal Porto di Genova all'interno del sistema delle relazioni di livello internazionale, dall'altro, è ribadita da numerosi documenti di pianificazione.
Assunto quindi il carattere pressoché generalizzato dei riferimenti a tale legame, gli atti in cui è possibile trovarne una più chiara ed approfondita trattazione sono rappresentati dalla maggior parte delle intese e dei protocolli firmati dal 2001 ad oggi e dal progetto del PUC 2010.

Per quanto attiene la pianificazione negoziata, il tema in oggetto trova la sua prima formulazione nell'*Intesa Istituzionale Quadro* del Marzo 2002, laddove il riconoscimento del preminente interesse nazionale avviene sulla base del riconoscimento del «rilievo sociale ed economico» del deficit infrastrutturale ravvisato dalla stessa Intesa.

Una ancor più stringente affermazione della relazione Nodo - Sviluppo del Porto è presente nell'*Intesa Generale Quadro* del Gennaio 2003, significativamente firmata dalla stessa Autorità Portuale, tra i cui obiettivi è difatti riportato quello di «costruire un adeguato collegamento del Porto di Genova alla rete autostradale nazionale ed internazionale attraverso la realizzazione di una nuova carreggiata della A7 tra Genova Ovest e Serravalle e del relativo collegamento con il porto e con la città».
Assunto che, come chiarito dal suo stesso titolo, l'oggetto di detta Intesa è rappresentato dalla definizione della componente stradale del Nodo, appare chiaro il contributo da essa fornito nella definizione del rapporto intercorrente tra Nodo e Porto, specificando con ciò quanto in termini più generali era affermato nell'Intesa Istituzionale Quadro.

Infine, un ancor più esplicito riferimento alla rilevanza delle relazioni Nodo-Porto è contenuto nel *Protocollo di Intesa per lo sviluppo del porto e della città*, firmato nel Marzo 2007.
Anche in questo caso lo stesso titolo dell'atto è essenziale al fine di capire le logiche sulla cui base si fondano gli accordi da questo ratificati. Infatti, l'esplicito riferimento allo sviluppo del porto e della città portuale presente nel titolo del protocollo ed il fatto stesso che al suo interno vi sia contenuto un diretto riferimento al Nodo di Genova danno conto dello stretto legame che Regione Liguria,

Provincia e Comune di Genova, Autorità Portuale ed organizzazioni produttive e sociali hanno individuato tra detti due termini.
Nello specifico, il citato Protocollo muove da due presupposti che appare opportuno richiamare. Il primo si sostanzia nell'affermazione secondo la quale «il tema del rapporto tra pianificazione portuale e pianificazione urbanistica e territoriale costituisce nel contesto socio-economico ligure uno dei nodi fondamentali che le politiche di sviluppo debbono avere la capacità di affrontare e risolvere»; il secondo risiede nell'affermazione che «la efficienza complessiva del sistema territoriale ed infrastrutturale, oltre a garantire un positivo impatto ambientale, rappresenta pertanto l'elemento fondamentale, insieme alla indispensabile funzionalità interna del porto, in una logica di integrazione regionale ed interregionale, per poter competere efficacemente a livello internazionale».
Muovendo da tali presupposti, il Protocollo afferma che «lo sviluppo ulteriore del Porto di Genova, con un obiettivo di 6 milioni di Teus, richiede una programmazione della offerta portuale e infrastrutturale coerente e compatibile con la domanda espressa dal suo mercato di riferimento, [nella quale] devono trovare collocazione le grandi opere ferroviarie, stradali ed autostradali, le cui priorità sono rappresentate dal Terzo Valico ferroviario e dalla Gronda autostradale genovese, da realizzarsi in modo temporalmente coordinato con i programmi di attuazione delle opere portuali nel pieno rispetto dei principi di sostenibilità ambientale».
In sintesi, è quindi possibile affermare che il Protocollo del Marzo 2007 definisce con estrema chiarezza le relazioni intercorrenti tra Porto e Nodo e, di conseguenza, consente di prospettare l'esistenza di rapporti di coerenza tra gli obiettivi della pianificazione e l'opera in progetto, in quanto lega strettamente l'obiettivo dello sviluppo portuale, concretizzato nel raggiungimento dei 6 milioni di Teus, all'esistenza di un'offerta infrastrutturale che, per essere coerente e compatibile con la domanda espressa, deve assicurare adeguati livelli di accessibilità e deve comprendere «le grandi opere ferroviarie, stradali ed autostradali, … ».

Analoga impostazione, ancorché non suffragata da cifre, è possibile riscontrare nel *PUC 2010* allorquando, nell'ambito dell'obiettivo invariabile A3 "Incremento della competitività del Porto di Genova a livello europeo", la proposta di Piano individua tra i progetti in corso coerenti con tale obiettivo la «Gronda autostradale di ponente».

A margine della presente trattazione giova evidenziare come sia il Protocollo di Intesa per lo sviluppo del porto e della città che la proposta di PUC 2010, nell'individuare gli interventi infrastrutturali volti a consolidare/rafforzare il ruolo del porto di Genova nello scenario internazionale, prendano in considerazione non solo il Nodo stradale ed autostradale, ma anche altri grandi opere attinenti al sistema del ferro, quali il Terzo Valico o la riorganizzazione del nodo ferroviario di Genova, a riconferma di come detto obiettivo sia ritenuto perseguibile attraverso una complessa azione di infrastrutturazione che veda il concorso di tutte le modalità di trasporto.

2.3.1.2.3 *Miglioramento delle condizioni di vita delle popolazioni*

Anche il tema delle relazioni intercorrenti tra Nodo di Genova e miglioramento delle condizioni di vita delle popolazioni trova ampi riferimenti all'interno della pianificazione negoziata.
Riferimenti a detto tema sono difatti riscontrabili nell'*Intesa Istituzione Quadro* (Marzo 2002) che difatti tra gli obiettivi posti alla base dell'individuazione delle infrastrutture di preminente interesse nazionale pone il contenimento dei fattori di pressione determinati dai rilevanti volumi di traffico che interessano il territorio ligure.
Ancorché riferita agli obiettivi da assumere nella progettazione del Nodo di Genova, analoga impostazione è riscontrabile nel *Protocollo di Intesa per la realizzazione del Nodo stradale ed autostradale di Genova* del Febbraio 2006, allorquando si afferma che «le infrastrutture suddette dovranno rispettare le esigenze funzionali della città di Genova, del suo porto e della intera Liguria, ed al tempo stesso dovranno essere caratterizzate da un impatto territoriale ed ambientale il più possibile contenuti».
Un ulteriore riferimento alla valenza ambientale del Nodo di Genova, ossia al beneficio da questo indotto, risiede nella possibilità che «la nuova Gronda di ponente venga concepita e progettata per essere primariamente destinata al traffico pesante, allo scopo specifico di dirottarvi il massimo numero possibile di veicoli che attualmente percorrono la tratta cittadina della A10». In questa ottica

difatti, «le Parti convengono sulla opportunità di prevedere la possibilità di introdurre [sulla tratta cittadina della A10] uno specifico divieto di transito ai mezzi pesanti».

2.3.2 I rapporti di conformità

2.3.2.1 *Il regime d'uso e trasformazione dei suoli*

Per quanto attiene i rapporti con il regime di trasformazione ed uso dei suoli definito dal PUC Variante 2009, occorre in primo luogo evidenziare come le zone omogenee interessate dall'opera in progetto non comprendano i tessuti storici (Zona A) e quelli urbani (Zona B), quanto esclusivamente i tessuti produttivi (zona D) e quelli agricoli (Zona E), articolati nelle loro diverse sottozone. Si evidenziano inoltre due soli casi in cui l'opera interessa zone destinate a servizi, segnatamente in corrispondenza del Viadotto Leiro Est (sottozona FFc) e del Viadotto Genova Est (sottozona FF).
A tale riguardo, così come per tutte le altre interferenze nel seguito evidenziate, occorre considerare che, stanti le caratteristiche infrastrutturali dell'opera, nella maggior parte dei casi le interferenze si sostanziano in attraversamenti in viadotto e pertanto la modificazione del regime d'uso dei suoli è da intendersi limitatamente alle aree di localizzazione delle pile di detti viadotti.

2.3.2.2 *La disciplina di tutela dei beni culturali*

L'unico bene direttamente interessato dall'opera in progetto è rappresentato da Palazzo Pareto (Codice Monumentale 02 – 013), del quale è prevista la demolizione a seguito della realizzazione del viadotto Genova e dell'imbocco della Galleria Monterosso lato GE. A tal riguardo, come emerge dalla relazione storico-artistica allegata al decreto di vincolo, si precisa che il complesso versa in «uno stato di forte degrado»[8], a seguito del suo utilizzo a magazzino e del successivo abbandono, e di profonda trasformazione del contesto ad opera degli insediamenti industriali sorti all'intorno.
Si evidenzia che la soluzione progettuale adottata discende dalla selezione delle alternative di attraversamento della Val Polcevera poste a confronto nel corso del Dibattito Pubblico.
Per quanto attiene il regime di trasformazione, come noto, in ragione delle disposizioni di cui al Capo terzo – sezione prima "Misure di protezione" del D.Lgs 42/2004, la «demolizione delle cose costituenti beni culturali, anche con successiva ricostruzione»[9] costituisce intervento soggetto ad autorizzazione. In forza di quanto disposto dalla Parte Seconda del D.Lgs 152/2006 e ss. mm. ii. all'articolo 5 co. 1 lett. o)[10], tale autorizzazione sarà resa nell'ambito delle attività tecnico-istruttorie per la valutazione dell'impatto ambientale.

Altro bene vincolato interferito è il Cimitero del Leira, interessato dalla realizzazione del viadotto Leiro Est ed Ovest; occorre tuttavia evidenziare che nei fatti tale interferenza non si configura come effettiva, in quanto il tracciato autostradale supera l'area del cimitero in viadotto.

2.3.2.3 *La disciplina di tutela dei beni paesaggistici*

Relativamente ai beni paesaggistici di cui all'articolo 136 "Immobili ed aree di notevole interesse pubblico", le uniche interferenze riguardano i "Terreni presso Villa Brignole Sale" e le "Aree soprastanti il piazzale Belvedere".
Nel primo caso, l'interferenza riguarda una porzione marginale dell'area tutelata, prossima agli attuali viadotti e gallerie autostradali, ed è limitata all'imbocco lato Sud della galleria Delle Grazie e ad una modesta porzione dell'ampliamento del viadotto Leiro esistente (rampe di raccordo tra la Gronda e l'attuale A10). A tal riguardo, si precisa che la soluzione progettuale sviluppata nel progetto definitivo discende dal recepimento delle istanze emerse in sede di Dibattito Pubblico, a fronte della richiesta di semplificazione dell'interconnessione di Voltri, ed è stata ulteriormente ottimizzata al fine di limitare l'interferenza.

[8] *Relazione storico artistica*, pag. 3
[9] DLgs 42/2004, Parte seconda "Beni culturali" art. 21
[10] Il Decreto Ambiente, nell'atto di definire il "provvedimento di valutazione dell'impatto ambientale", stabilisce che questo «è un provvedimento obbligatorio e vincolante che sostituisce o coordina, tutte le autorizzazioni, le intese, le concessioni, le licenze, i pareri, i nulla osta e gli assensi comunque denominati in materia ambientale e di patrimonio culturale secondo le previsioni di cui all'articolo 26». Al richiamato articolo 26 si stabilisce difatti che «il Ministero per i beni e le attività culturali si esprime ai sensi dell'articolo 26 del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, e negli altri casi previsti dal medesimo decreto»

Nel caso delle aree soprastanti il piazzale Belvedere, l'area vincolata consiste in un vasto ambito, allo stato attuale per buona parte interessato da tessuti edilizi compatti e consolidati, nonché dal tracciato autostradale e dal piazzale del casello di esazione di Genova Ovest, all'interno del quale ricadono gli imbocchi delle gallerie di progetto Granarolo e Moro 1. Il contesto all'interno del quale detti interventi si collocano pertanto risulta del tutto differente nell'assetto da quello oggetto della dichiarazione di notevole interesse pubblico, di cui al decreto ministeriale del 11 Dicembre 1956.
Lo stralcio della previsione concernente la realizzazione di un nuovo viadotto Uccelliera in sostituzione di quello esistente (ambito Vesima), operata a seguito delle richieste espresse nel corso del Dibattito Pubblico, ha consentito di non interessare un'area soggetta a vincolo paesaggistico ex art. 142 del Dlgs 42/2004.

2.3.2.4 *La disciplina di protezione delle aree naturali protette e della rete Natura 2000*

Per quanto riguarda le aree naturali protette e più in generale quelle del sistema del verde, sulla scorta delle analisi del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Genova – Variante del Sistema del Verde, del Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico – Variante di salvaguardia della fascia costiera, nonché del Piano Urbanistico Comunale - Variante 2009, è possibile affermare che non si rilevano interferenze, ad eccezione di quella riguardante il Parco urbano Villa Duchessa di Galliera, ricadente nell'area della Villa Brignole Sale che, come detto, risulta soggetta a vincolo paesaggistico, limitatamente all'imbocco lato Sud della galleria Delle Grazie.
Nei tre succitati strumenti pianificatori, l'area in questione è difatti classificata nei seguenti termini:

Strumento pianificatorio	*Classificazione*
PTCP – Variante di salvaguardia della fascia costiera	"Aree urbane: parchi urbani" (PU)
PTC – Variante del Sistema del verde	"Parchi Urbani del PTCP compresi nei territori urbanizzati" (PU) – cod. 1.3 PU.01
PUC – Variante 2009	"FUa - Parchi urbani - ambito soggetto a controllo ambientale"

Ai sensi dell'art. 36 delle Norme di Attuazione del Piano Paesaggistico, i parchi urbani «sono assoggettati al regime normativo della Conservazione» e, conseguentemente assunto quale obiettivo quello di «conservare quegli elementi della struttura urbana che maggiormente concorrono a determinarne la qualificazione paesistico-ambientale, [...] devono pertanto essere rigorosamente conservate le caratteristiche peculiari della zona per quanto concerne gli aspetti vegetazionali, la consistenza dell'edificato e i caratteri architettonici degli edifici storicamente legati alla genesi dei parco, nonché l'organizzazione complessiva dell'insieme anche nei suoi rapporti visivi con l'intorno».
Le soprarichiamate disposizioni sono inoltre integrate con quelle concernenti il «divieto all'abbattimento della alberatura di alto fusto e l'obbligo di realizzare, unitamente all'esecuzione degli interventi edilizi consentiti, un consistente miglioramento, quantitativo e qualitativo, dell'assetto vegetazionale e morfologico delle aree interessate dagli interventi stessi»[11]. Con particolare riguardo al tema dell'abbattimento dell'alberature, letto peraltro sempre in connessione alla realizzazione di interventi ammessi dalla disciplina comunale, la nuova normativa di Piano stabilisce che «deve essere previsto in via preferenziale lo spostamento delle stesse o, in sub ordine, la sostituzione con esemplari della stessa specie o con specie indicate dalla disciplina dell'Assetto Vegetazionale del PTCP e di dimensioni congruenti a quelle esistenti».
Ad integrazione di quanto sopra, il PTC – Variante del sistema del verde introduce le "Schede delle aree del Sistema del Verde", che, per ciascun parco urbano, sulla base delle caratteristiche peculiari, fornisce direttive in merito all'ammissibilità dell'inserimento delle funzioni consentite.
Entrando nel merito della disciplina espressamente prevista dalla Scheda PU.01 relativa all'area in esame, questa stabilisce che «in ragione dei rilevanti valori vegetazionali presenti e dei caratteri complessivi dell'area nonché del compiuto grado di strutturazione, connotati da unicità ed irriproducibilità, se non con sostanziale alterazione dei valori stessi e della loro immagine d'insieme,

[11] *Piano Territoriale di Coordinamento provinciale – Variante del Sistema del verde*, art. 11 riformulato (sostituisce integralmente l'art. 11 vigente)

non sussistono i requisiti per sostenere l'introduzione di elementi e/o funzioni modificativi o innovativi; non è da ritenersi, pertanto, praticabile l'inserimento di parcheggi all'interno dell'area stessa».
In relazione al regime normativo fissato dalla Variante del PUC, come detto, negli ambiti FUa, «determinati in base alla presenza di rilevanti valori storico ambientali, gli interventi ammessi devono conformarsi alle norme progettuali della sottozona AV»[12].
Tra le diverse disposizioni dettate per detto ambito quelle che, nell'economia della presente trattazione, si ritiene utile richiamare riguardano le funzioni ammesse e le norme progettuali per la sistemazione degli spazi liberi. In merito al primo aspetto, la normativa di Piano, ribadita nel parco pubblico la funzione caratterizzante, ne prevede altre tutte a supporto funzionale del parco o di tipo agricolo e forestale. Per quanto attiene le norme progettuali per la sistemazione degli spazi aperti, queste attengono la scelta delle specie vegetali che deve perseguire l'obiettivo di conservare e restaurare l'assetto del suolo, della partizione agraria e della vegetazione preesistente. Tale disposizione è stata assunta tra i criteri che hanno informato la progettazione della sistemazione a verde dell'imbocco lato Sud della galleria Delle Grazie, dove difatti è stato proposto un intervento con formazioni arbustive con presenza di individui a portamento arboreo, al preciso fine di ricucire le aree boscate retrostanti con quelle di inerbimento circostanti il collare della galleria.

Per quanto infine attiene le aree della Rete Natura 2000, assunto un ambito di studio avente larghezza complessiva pari a dieci chilometri, è emerso che nessuno dei tratti in cui l'opera in progetto corre in superficie risulta interessare dette aree; è stata, infatti, riscontrata una sola situazione di adiacenza in corrispondenza del SIC (Sito di Interesse Comunitario) "Beigua – Monte Dente – Gargassa – Pavaglione" (IT1331402) relativamente al Viadotto Vesima Ovest ed all'imbocco della Galleria Borgonuovo Ovest lato SV. L'estensione del tratto in adiacenza ammonta a circa ottanta metri.
Inoltre, è stata evidenziata un'unica situazione di prossimità, relativamente al SIC "Praglia – Pracaban – Monte Leco – Punta Martin" (IT1331501), in corrispondenza dei viadotti Varenna Est ed Ovest e degli imbocchi delle gallerie Amandola Est ed Ovest lato GE. In questo caso la distanza dal margine del SIC è pari a circa cento metri.
Nei restanti casi, l'opera in progetto interessa dette aree in corrispondenza di tratti in sotterraneo oppure si trova ad una distanza di circa 2.500 metri da esse.
Analogamente dicasi per l'unica ZPS presente entro l'ambito di studio, rispetto alla quale l'opera in progetto si trova in una situazione di adiacenza per un'estensione limitata a meno di cento metri.

2.4 I RAPPORTI AREE ED OPERE DI CANTIERIZZAZIONE-PIANI

2.4.1 Rapporti di coerenza

La scelta dell'opera a mare quale opera finalizzata alla gestione delle terre provenienti dallo scavo delle gallerie costituisce l'esito di una serie di atti di concertazione, nonché di studi di fattibilità, che hanno avuto origine nel Protocollo d'intesa per la realizzazione del nodo stradale ed autostradale di Genova (Febbraio 2006) e che hanno visto prendere in considerazione differenti soluzioni progettuali.
Se difatti il Protocollo del Febbraio 2006 si limitativa a riconoscere la valenza di interventi strettamente necessari ed assolutamente funzionali alla realizzazione della Gronda di ponente alla riallocazione delle terre di scavo all'interno del porto di Genova, i successivi Protocollo d'intesa sullo stato di avanzamento della Gronda autostradale di ponente (Agosto 2006) e Protocollo d'intesa per la nuova viabilità di adduzione ai caselli autostradali (Febbraio 2007) hanno chiaramente definito un rapporto di correlazione tra il tema della gestione di dette terre di scavo e la riqualificazione del frontemare. In questa prospettiva, l'identificazione del sito di conferimento delle terre di scavo è divenuta sempre più puntuale, passando dal generico riferimento al porto di Genova, del protocollo del Febbraio 2006, alla sua precisa individuazione nel nuovo sito aeroportuale, così come stabilito nel protocollo del Febbraio 2007.

[12] PUC Variante 2009, Norme di attuazione art. FU8) Sottozona FU: Ambiti speciali

La definizione di tale netta correlazione tra gestione terre di scavo e riqualificazione frontemare, esito della comparsa del cosiddetto "Affresco di Piano" all'interno del dibattito politico e culturale sull'assetto futuro della città di Genova, ha rappresentato una fase temporalmente delimitata il cui termine può essere individuato in occasione della conclusione dei lavori del Gruppo Tecnico di lavoro istituito presso il Ministero Infrastrutture e Trasporti, con il contributo del Ministero dell'Ambiente (Settembre 2008).
L'individuazione del Canale di Calma quale recapito finale del materiale di risulta, che costituisce l'esito cui è giunto il citato Gruppo, è stata inoltre sottoposta alla valutazione della collettività locale e degli altri attori istituzionali e non, nel corso del Dibattito Pubblico tenutosi a Genova dal 1 Febbraio al 29 Aprile 2009. In tale occasione, Autostrade per l'Italia, attraverso la presentazione del nuovo progetto di cantierizzazione, ha ribadito la scelta del deposito in ambiente marino all'interno del Canale di Calma, sottolineando come tale soluzione sia l'unica praticabile emersa a valle degli studi di fattibilità condotti nel 2007.

La soluzione dell'opera a mare è stata inoltre sviluppata da Autostrade per l'Italia nel progetto preliminare avanzato redatto a seguito dello svolgimento del Dibattito Pubblico, quello che il successivo protocollo del Febbraio 2010 definisce come «la soluzione che meglio interpreta le esigenze espresse dagli Enti Locali e dai cittadini per minimizzare l'impatto ambientale sul sistema insediativo della vallata pur garantendo le necessarie condizioni in termini di performance trasportistiche e di realizzabilità tecnico costruttiva»[13]. Tra le soluzioni progettuali costitutive di tale progetto, così come richiamate dal citato protocollo del Febbraio 2010, risulta difatti alla lettera i) «utilizzo del canale di calma dell'aeroporto, e degli ampliamenti portuali compatibili programmati per il porto di Voltri e ripristino ambientale delle ex cave in Val Varenna per il deposito definitivo di tutti i materiali scavati»[14].

Considerato quindi che il progetto preliminare citato, a seguito della sua presentazione ufficiale agli Enti territoriali (10 Luglio 2009), ha dato avvio alla nota del successivo 30 Luglio, con la quale detti Enti «hanno formalizzato congiuntamente la richiesta di sottoscrivere urgentemente un protocollo di intesa che dia ordine agli accordi già intercorsi ed individui le procedure maggiormente idonee a consentire la realizzazione delle diverse infrastrutture […] nel più breve tempo possibile»[15], risulta possibile affermare che il presente Progetto definitivo di Cantierizzazione e con esso l'opera a mare prevista siano coerenti con gli obiettivi e le indicazioni assunte dal Protocollo di intesa per la realizzazione del nodo stradale ed autostradale di Genova, che dalla citata nota è scaturito.

2.4.2 Rapporti di conformità

2.4.2.1 *Le aree a servizio della cantierizzazione*

2.4.2.1.1 *Il regime di trasformazione ed uso dei suoli*

Per quanto attiene i rapporti con il regime di trasformazione ed uso dei suoli definito dal PUC Variante 2009, occorre in primo luogo evidenziare come le zone omogenee interessate dalle aree di cantiere comprendano solo una piccola porzione di tessuti storici (Palazzo Pareto) e urbani (l'area di cantiere CI.05 include due edifici ricadenti all'interno di una sottozona BB-RQ).
Pertanto si può affermare come, nel complesso, le aree di cantiere ricadano quasi esclusivamente in zone destinate ad uso produttivo (dove le aree disciplinate dal PTC IP ACL vengono inglobate all'interno dei tessuti produttivi stessi), a tessuti agricoli (Zona E) e ad infrastrutture, articolati nelle loro diverse sottozone.
Le superfici complessivamente occupate da tutti i cantieri (industriali e di imbocco) ammontano a 528.110 m^2; la ripartizione rispetto alle singole zone è riportata in Figura 2-1.

[13] *Protocollo d'intesa per la realizzazione del nodo stradale ed autostradale di Genova* del Febbario 2010, pag. 6
[14] *Protocollo d'intesa per la realizzazione del nodo stradale ed autostradale di Genova* del Febbario 2010, pag. 7
[15] *Protocollo d'intesa per la realizzazione del nodo stradale ed autostradale di Genova* del Febbario 2010, pag. 7

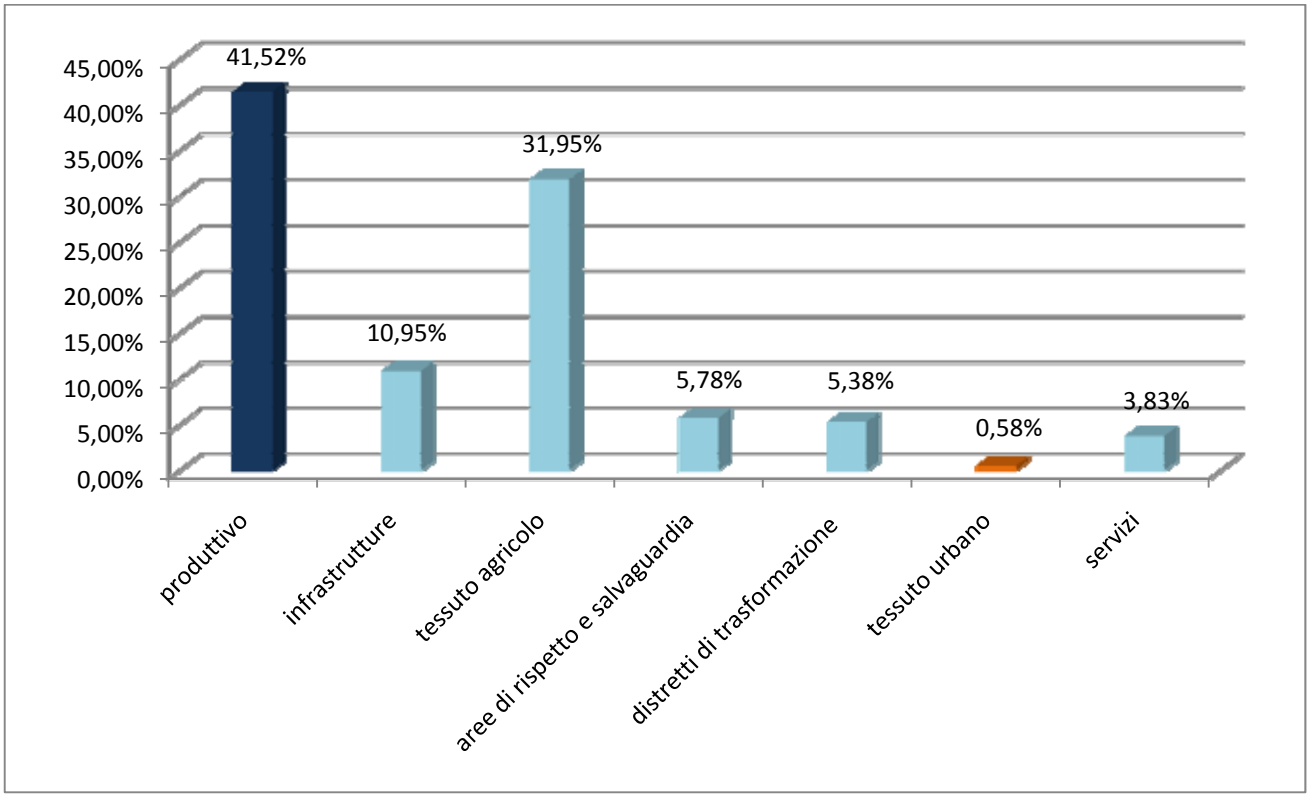


Figura 2-1 Tipologie di destinazione d'uso interessate dalle aree di cantiere (industriali ed imbocco): ripartizione percentuale

Come si evince dal grafico[16], la quasi totalità delle aree di cantiere occupa zone a destinazione produttivo (41,5%), tessuto agricolo (32%) e infrastrutture (11%).Tutte le altre zone sono al di sotto del 10%; in particolare è minima (meno del 1%) la presenza di tessuti urbani nelle aree di cantiere.

2.4.2.1.2 *La disciplina di tutela dei beni culturali e paesaggistici*

Nel merito dei beni culturali tutelati ai sensi dell'art. 10 del DLgs 42/2004, l'unico direttamente interessato dall'opera in progetto è Palazzo Pareto (Codice Monumentale 02 – 013) che, come già ricordato, versa in uno stato di forte degrado (cfr. paragrafo 2.3.2).
Per quanto attiene il Cimitero posto in via del santuario N.S. delle Guardie, il cantiere non coinvolge l'area soggetta a vincoli di tutela.

Relativamente ai beni paesaggistici di cui all'articolo 136 "Immobili ed aree di notevole interesse pubblico", le uniche interferenze riguardano i "Terreni presso Villa Brignole Sale" e le "Aree soprastanti il piazzale Belvedere".
Nel primo caso, l'interferenza riguarda una porzione marginale dell'area tutelata, prossima agli attuali viadotti e gallerie autostradali, ed è limitata all'imbocco della Galleria delle Grazie e ad una modesta porzione dell'ampliamento del viadotto Leiro esistente.
Nel caso delle aree soprastanti il piazzale Belvedere, l'area vincolata consiste in un vasto ambito, allo stato attuale per buona parte interessato da tessuti edilizi compatti e consolidati, nonché dal tracciato autostradale e dal piazzale del casello di esazione di Genova Ovest, all'interno del quale ricadono gli imbocchi delle gallerie di progetto Granarolo e Moro 1. Il contesto all'interno del quale detti interventi si collocano risulta pertanto del tutto differente da quello oggetto della dichiarazione di notevole interesse pubblico, di cui al decreto ministeriale del 11 Dicembre 1956.
La Figura 2-2 riporta la ripartizione percentuale delle aree soggette a tutela complessivamente interessate dalle aree di cantiere[17].

[16] Nel grafico sono stati operati degli accorpamenti tra le diverse destinazioni d'uso. In particolare, le aree disciplinate dal PTC e gli impianti tecnologici sono stati accorpati con il produttivo, il tessuto storico con il tessuto urbano,le zone di recupero ai distretti di trasformazione, la rete idrografica con le aree di rispetto e salvaguardia.

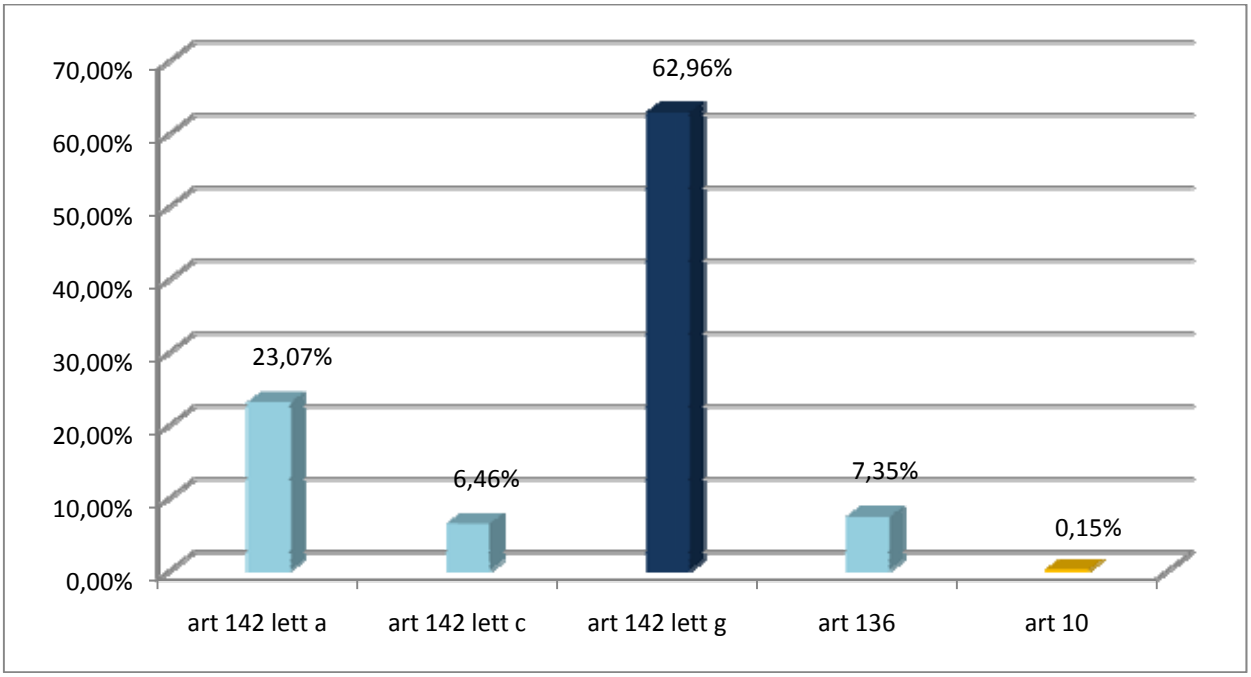


Figura 2-2 Aree soggette a tutela interessate dalle aree di cantiere (industriali ed imbocco): ripartizione percentuale

2.4.2.2 *L'opera a mare*

2.4.2.2.1 *Il regime di trasformazione ed uso dei suoli*

L'esame della pianificazione ordinaria vigente ha mostrato che la zona di intervento è disciplinata dal Piano Territoriale di Coordinamento per gli Insediamenti Produttivi dell'Area Centrale Ligure, il quale non pone alcun vincolo sullo specchio acqueo adiacente all'aeroporto e non prevede modifiche all'uso attuale della zona aeroportuale. Di conseguenza, non si evidenziano problemi di conformità della colmata con la pianificazione vigente, sia comunale che sovra comunale.
Da un punto di vista formale, è comunque opportuno che il progetto venga integrato nei piani vigenti, in modo da recepire la presenza del nuovo riempimento.

In Tabella 2-6 si riporta il quadro di sintesi dei rapporti di conformità con il regime d'uso e trasformazione dei suoli.

[17] Art. 142 lett. a) territori costieri compresi entro una fascia di profondità di 300 metri; art. 142 lett. c) fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche e relative sponde per una fascia di 150 metri ciascuna; art. 142 lett. g) territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi dal fuoco.

Tabella 2-6 Conformità dell'opera con il regime d'uso e trasformazione dei suoli

Strumento di pianificazione	*Giudizio di conformità*
Piano Urbanistico Comunale	La realizzazione dell'opera a mare non pregiudica gli utilizzi attuali e previsti per le aree retrostanti (aeroporto e Cornigliano).
Piano Territoriale di Coordinamento per gli Insediamenti Produttivi dell'Area Centrale Ligure	La realizzazione dell'opera a mare non pregiudica gli utilizzi attuali e previsti per le aree retrostanti (aeroporto e Cornigliano).
Piano di Sviluppo Aeroportuale	La realizzazione dell'opera a mare non interferisce con gli scenari di sviluppo aeroportuali.
Piano Regolatore Portuale	La realizzazione dell'opera a mare non pregiudica gli utilizzi attuali e previsti per le aree retrostanti e non modifica gli usi attuali nel canale di calma (vedi parte relativa ai vincoli alla navigazione). Ciononostante, si segnala che il PRP attualmente non prevede esplicitamente alcuna modifica della geometria del canale di calma, che deve essere intesa come "adeguamento tecnico-funzionale", non essendo prevista alcuna modifica della destinazione d'uso, e che, come tale, seguirà uno specifico iter approvativo.

2.4.2.2.2 *La disciplina di tutela dei beni culturali e paesaggistici*

In Tabella 2-7 si riporta il quadro di sintesi dei rapporti di conformità con il regime di tutela.

Tabella 2-7 Conformità dell'opera con il regime di tutela

Natura del provvedimento	*Tipo di vincolo*	*Giudizio di conformità*
Legge 426/98 (Istituzione del Santuario dei cetacei)	Tutela dei mammiferi marini	Si ritiene che l'opera non interferisca con le attività di tutela dei mammiferi marini per le seguenti motivazioni: 1. la colmata viene realizzata in ambito portuale, ove normalmente non sono presenti mammiferi marini; 2. la qualità delle acque marine non viene modificata. Le acque situate all'interno della colmata vengono scaricate solo a valle di un trattamento che assicura il rispetto dei limiti di legge. Lo scarico è situato all'interno del canale di calma e non influenza le aree esterne all'area portuale.
Legge 58/1963 (Modifiche al codice della navigazione)	Sicurezza delle attività di decollo ed atterraggio	Durante la realizzazione dell'opera non sono presenti equipaggiamenti o macchinari di altezza tale da forare le superfici di rispetto. La quota finale della colmata è a livello dell'attuale superficie. Si segnala altresì che la realizzazione della colmata consente di ampliare la striscia di sicurezza della pista (runway strip),che, essendo attualmente larga 105 m, risulta inferiore alle prescrizioni ENAC (150 m per aeroporti di 3° e 4° categoria, cui appartiene quello di Genova).
Ordinanza 3/2003 Capitaneria di porto di Genova Regolamento portuale	Sicurezza della navigazione	La riduzione dell'ampiezza del canale non pregiudica l'esercizio in condizioni di sicurezza della navigazione da parte dei mezzi attualmente autorizzati.

3 QUADRO PROGETTUALE

3.1 I TEMI E LA METODOLOGIA DI LAVORO

3.1.1 Le finalità del Quadro progettuale

Come noto, le finalità assegnate al quadro progettuale sono individuate dall'articolo 4 del DPCM 27.12.1988 nel «[descrivere] il progetto e le soluzioni adottate a seguito degli studi effettuati, nonché l'inquadramento nel territorio, inteso come sito e come area vasta interessati»[18]. In base a come tale articolo ha trovato declinazione nella prassi, le finalità del presente Quadro possono essere sintetizzate nei seguenti termini (cfr. Tabella 3-1).

Tabella 3-1 Finalità del Quadro di riferimento progettuale

Motivazioni assunte dal Proponente nella definizione del progetto	• Analisi del rapporto domanda / offerta relativo alla natura dei beni e/o servizi offerti, con riferimento al grado di copertura della domanda ed ai suoi livelli di soddisfacimento in funzione anche dell'ipotesi di assenza dell'intervento; • Analisi economica dei costi e dei benefici
Alternative	• Descrizione ed analisi delle alternative con riferimento alle condizioni di utilizzazione delle risorse naturali ed alla produzione di sostanze di scarto, nella fase di realizzazione ed in quella di esercizio
Opera in progetto	• Descrizione dei criteri e motivazioni tecniche della scelta progettuale • Descrizione delle caratteristiche tecniche e fisiche del progetto • Descrizione delle caratteristiche funzionali, con riferimento all'articolazione delle attività in fase di esercizio
Realizzazione dell'opera	• Descrizione dell'articolazione delle attività necessarie alla realizzazione dell'opera • Descrizione delle aree occupate durante la fase di realizzazione dell'opera
Misure per il miglioramento dell'inserimento ambientale dell'opera	• Misure ed interventi volti ad eliminare e/o contenere gli impatti attesi • Misure ed interventi volti a riequilibrare eventuali scompensi indotti dall'opera sull'ambiente

Secondo l'impianto metodologico assunto, all'interno di ciascuno dei due SIA tematici, la definizione dei Temi di riferimento discende dalla selezione degli elementi progettuali sulla base del criterio della rilevanza rispetto alle finalità assegnate al quadro di riferimento in oggetto.

3.1.2 Il Progetto Infrastrutturale

Per quanto concerne la descrizione ed analisi delle alternative di progetto, occorre ricordare che, stanti le peculiarità che anche rispetto a tale tema presenta il caso in esame, nel definire l'architettura dei documenti costitutivi lo SIA nel suo complesso, si è scelto di affrontarne la trattazione nell'ambito della Relazione Generale Sinottica dello SIA.
Per quanto, invece, concerne la descrizione della realizzazione dell'opera, essa è riportata esclusivamente nello SIA della cantierizzazione.
Partendo dal macrotema "opera come manufatto", sono stati individuati i seguenti temi:

- Schema infrastrutturale, distinguendo tra tracciato di progetto definitivo ed ottimizzazioni relative a soluzioni progettuali a carattere locale introdotte nel progetto definitivo rispetto a quello preliminare avanzato redatto da ASPI a valle del dibattito pubblico;
- Schema funzionale, con riferimento all'articolazione in regolamentazione dei sensi di percorrenza dell'intero nodo autostradale ed in regolamentazione del traffico pesante lungo la tratta della A10 esistente compresa tra Genova Voltri e Genova Aeroporto;

[18] DPCM 27.12.1988 art. 4 co. 1

- Infrastrutture autostradali ex novo, distinguendo tra criteri e standard assunti alla base della progettazione, parti costitutive, a loro volta ulteriormente articolate in assi ed interconnessioni, ed opere d'arte, anch'esse scomposte in viadotti e gallerie;
- Infrastrutture autostradali esistenti oggetto di riqualifica;
- Infrastrutture autostradali esistenti oggetto di dismissione.

Per quanto invece attiene la dimensione di lettura "opera come esercizio", l'opera Infrastrutture autostradali era stata articolata in due elementi progettuali, identificati nella funzione e nel funzionamento. In ragione dell'accezione data al tema della "funzione", risulta evidente come questo non sia rilevante rispetto alle finalità attribuite al quadro in esame e, pertanto, non sia da includere all'interno dei temi di riferimento; diversamente dicasi per il tema "funzionamento", proprio in quanto relativo ai volumi di traffico movimentati agli scenari temporali 2020 e 2030.
A fronte di tali considerazioni, i temi di riferimento del quadro in esame risultano i seguenti (cfr. Tabella 3-2).

Tabella 3-2 Progetto Infrastrutturale: Temi di quadro

Macrotema	*Temi di riferimento*			
Opera come manufatto	Modello di rete	• Schema infrastrutturale	▪ Tracciato ▪ Ottimizzazioni progettuali	
		• Schema funzionale	▪ Regolamentazione sensi di percorrenza ▪ Regolamentazione del traffico pesante sulla A10 esistente	
	Macro elementi infrastrutturali	• Infrastrutture autostradali ex novo	▪ Criteri e standard progettuali	
			▪ Parti	– Assi – Interconnessioni
			▪ Opere d'arte	– Viadotti – Gallerie
		• Infrastrutture autostradali esistenti oggetto di riqualifica		
		• Infrastrutture autostradali esistenti oggetto di dismissione		
Opera come esercizio	Funzionamento in termini di volume di traffico movimentato			

3.1.3 Il Progetto di Cantierizzazione

Nel caso dello SIA del Progetto di Cantierizzazione, gli aspetti relativi alle motivazioni assunte dal proponente ed alle alternative gestionali e localizative, nel loro complesso non sono riconducibili nel novero dei temi specifici del presente quadro, dal momento che detti aspetti hanno già trovato risoluzione all'interno del processo progettuale/decisionale, formalizzato attraverso i diversi atti facenti parte della pianificazione negoziata. A tale riguardo, basti pensare ai temi delle modalità di gestione delle terre di scavo potenzialmente amiantifere e della scelta dell'area di loro localizzazione, aspetti che nel loro complesso hanno trovato già risoluzione nel Protocollo d'intesa del Febbraio 2010.
Parimenti, il tema della "funzione"[19] non è apparso rilevante rispetto alle finalità del quadro in esame e conseguentemente ritenuto non pertinente.
Stanti tali considerazioni, i temi rispetto ai quali sviluppare gli ambiti contenutistici propri del Quadro di riferimento progettuale sono stati ritenuti i seguenti (cfr. Tabella 3-3).

[19] Secondo l'impianto metodologico assunto, il termine "funzione" è stato utilizzato per indicare l'attività alla quale l'opera in esame è preposta.

Tabella 3-3 Progetto di Cantierizzazione: Temi di quadro

Opere	*Macrotemi*	*Temi di riferimento*	*Temi di Quadro*	
Infrastrutture autostradali	Opera come realizzazione	• Attività costruttive	▪ Costruzione dei viadotti	
			▪ Scavo e costruzione delle gallerie	– Scavo meccanizzato – Scavo in tradizionale
			▪ Movimentazione delle terre di scavo delle gallerie	
			▪ Gestione delle terre di scavo delle gallerie	
			▪ Approvvigionamento delle materie prime	– Aree di approvvigionamento – Traffico di approvvigionamento
		• Aree a servizio della cantierizzazione	▪ Aree cantieri industriali ▪ Aree cantieri di imbocco ▪ Aree campi base ▪ Itinerari di cantierizzazione ▪ Piste di cantiere	
		• Quantità di materiale	▪ Quantità da approvvigionare con reperimento all'interno / all'esterno dell'opera in progetto	
			▪ Quantità da smaltire con gestione all'interno / all'esterno dell'opera in progetto	▪ Quantità terre non amiantifere ▪ Quantità terre potenzialmente amiantifere
Opere connesse di cantierizzazione	Opera come manufatto	• Opere a carattere temporaneo	▪ Slurrydotto ▪ Pista di montaggio frese	
		• Opere a carattere definitivo	▪ Opera a mare	– Elementi strutturali – Dotazioni impiantistiche
	Opera come realizzazione	• Attività costruttive	▪ Confinamento del Canale di Calma ▪ Chiusura dell'opera a mare ▪ Approvvigionamento delle materie	
		• Aree a servizio della cantierizzazione	▪ Aree di cantiere ▪ Itinerari di cantierizzazione	
		• Quantità di materiale	▪ Quantità da approvvigionare con reperimento all'interno / all'esterno dell'opera in progetto	
	Opera come esercizio	• Funzionamento	▪ Movimentazione dello slurry lungo lo slurrydotto ▪ Riempimento progressivo dell'opera a mare	

3.2 LO STUDIO TRASPORTISTICO

Attualmente il sistema autostradale a servizio del Nodo di Genova presenta elevati volumi di traffico e conseguenti condizioni di esercizio inadeguate.
Sulle tratte autostradali afferenti il Capoluogo ligure, infatti, il traffico che caratterizza un giorno medio annuale di esercizio risulta dell'ordine dei:

- 54.600 unità come VTGM totale (leggeri + pesanti) sulla A12 tra Genova Nervi e l'allacciamento con la A7;
- 63.200 unità come VTGM totale (leggeri + pesanti) sulla A7 tra Genova Bolzaneto e Genova Ovest;
- 67.700 unità come VTGM totale (leggeri + pesanti) sulla A10 tra Genova Voltri e l'allacciamento con la A7.

L'effetto della stagionalità nei flussi di traffico che impegnano il Nodo di Genova si rivela, rispetto all'intero esercizio annuale, particolarmente significativo (cfr. Figura 3-1).

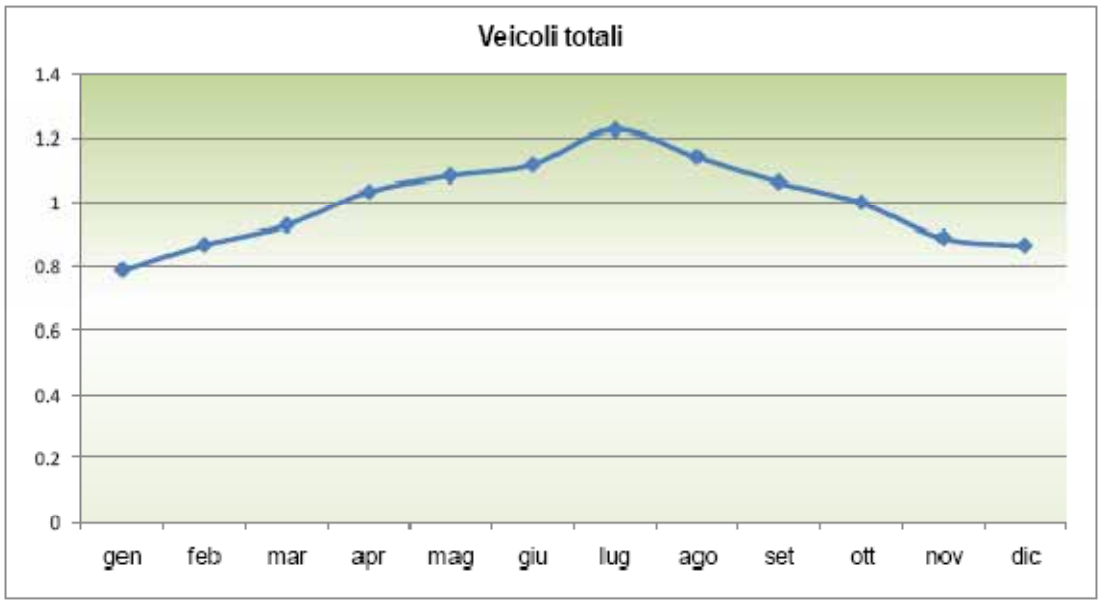


Figura 3-1 Andamento giornaliero medio mensile dei transiti totali – Anno 2009

Con riferimento a tale periodo, i volumi di traffico che caratterizzano il sistema autostradale genovese tendono verso valori decisamente più marcati e incompatibili con le attuali geometrie a due corsie per direzione di marcia che caratterizzano l'intero sistema.

Per definire ed analizzare gli scenari di assetto evolutivo del sistema, è stato effettuato un dettagliato studio trasportistico, riassunto nel seguito.
La presenza di un rapporto non adeguato tra domanda ed offerta di trasporto sul nodo autostradale genovese determina l'insorgere di condizioni di deflusso fortemente instabili sulle tre direttrici autostradali che convergono sul Capoluogo ligure, generando code e blocchi del traffico pressoché quotidiani e reiterati nel corso della giornata.
Nel corso del 2009 sul tronco di Genova sono state registrate circa 5.600 turbative da traffico per una durata complessiva di 6.320 ore che rappresentano oltre il 72% dell'esercizio annuale.
Circa il 52% delle situazioni risulta causato da traffico intenso o congestionato, seguito da un 16,5% di turbative dovute ad incidente e da un 11% per lavori.
I fenomeni tendono a concentrarsi nelle tratte più prossime al Capoluogo ligure ed interessano principalmente quelle comprese tra Bolzaneto, Genova Est e Voltri.
Le situazioni più evidenti riguardano, in particolare, la tratta tra Genova Aeroporto e l'Allacciamento tra la A10 e la A7: in corrispondenza del Ponte Morandi sul Torrente Polcevera, infatti, si registrano fenomeni critici per circa l'80% dell'esercizio annuale.
Si evidenzia che lo studio trasportistico è stato impostato, in base alle indicazioni che emergono dall'analisi dei transiti annuali sul sistema autostradale afferente il nodo di Genova, rispetto a due periodi distinti dell'esercizio annuale:

- il periodo estivo: nell'intervallo giornaliero che va dal 15 giugno al 15 settembre;
- il periodo neutro: nell'intervallo giornaliero restante che va dal 16 settembre al 14 giugno.

Stato di fatto

L'analisi sull'intera durata del periodo estivo mette in evidenza la presenza di una non trascurabile percentuale di ore con condizioni non accettabili, pari al 16% nelle tratte più prossime al centro genovese, ossia delimitate dalle stazioni di Genova Nervi, Genova Bolzaneto e Genova Voltri.
Il 27% dell'intero esercizio verte in condizioni ancora accettabili ma non pienamente in grado di assorbire oscillazioni di domanda che in questo periodo dell'anno possono presentarsi in maniera ricorrente e significativa.
Con riferimento all'esercizio complessivo nel periodo neutro, pur riscontrandosi una generale riduzione delle situazioni di criticità, permane circa un 14,8% di ore con condizioni non accettabili.

Evoluzione programmatica del sistema (Opzione Zero)

Le valutazioni effettuate sugli scenari programmatici di breve, medio e lungo termine, rispettivamente all'anno 2020, 2030 e 2040, evidenziano il progressivo scadimento delle attuali condizioni di esercizio: gli interventi programmati su scala locale ed esterni al sistema autostradale, rivolti al potenziamento sia del sistema stradale sia dei sistemi di trasporto collettivo, non riescono a far fronte all'evoluzione della domanda di spostamento di persone e merci che caratterizza il Nodo di Genova.
Prendendo a riferimento gli scenari programmatici di lungo termine, cioè al 2040, si riscontra un significativo ampliarsi delle condizioni di esercizio inadeguate:

- nel periodo di picco estivo per il 37,5% dell'esercizio complessivo;
- nel periodo neutro per il 33,1% dell'esercizio complessivo.

L'esercizio a condizioni adeguate si riduce ad appena circa il 42% nel corso del periodo estivo a circa il 48% durante quello neutro, cioè a meno della metà dell'intero esercizio del periodo di riferimento.

Situazione di progetto
È solamente mediante la realizzazione del potenziamento del Nodo autostradale di Genova che tali condizioni di servizio possono essere ricondotte e governate entro livelli adeguati per la collettività.
La messa in esercizio della Gronda di Ponente e della Nuova carreggiata Nord della A7 e la realizzazione del potenziamento della A12 nella tratta Genova Est – Allacciamento A7 evidenziano, infatti, sul sistema, anche sull'orizzonte temporale di lungo periodo, cioè nel 2040, un adeguato rapporto tra domanda ed offerta di trasporto.
Nel periodo estivo si riscontrano significativi benefici, che risultano ancora più evidenti nell'analisi dell'esercizio del periodo neutro in cui:

- l'incidenza percentuale dell'esercizio a buone condizioni di servizio si attesta sul 74,3% del totale ore dell'intero periodo, contro il 48,6% dello scenario programmatico;
- la riduzione di ore non accettabili risulta evidente, passando da un 33,1% dello scenario programmatico ad un 6,8% dello scenario progettuale;
- il 18,92% dell'intero esercizio verte in condizioni ancora accettabili.

Le performances di rete prefigurate dallo scenario progettuale di lungo termine risultano, peraltro, migliorative anche rispetto alla situazione attuale.

Tali risultanze sono determinate principalmente dai seguenti fattori.
In primo luogo occorre tenere in considerazione la capacità della Gronda di Ponente di acquisire quota rilevante del traffico distribuito sulla A10, contribuendo al decongestionamento di tale arteria.
Secondariamente, oltre al ruolo ed efficacia della Gronda, va anche considerata la possibilità, data dagli interventi di realizzazione della Nuova carreggiata Nord della A7 e di potenziamento della A12 tra Genova Est e l'allacciamento con la A7 stessa, di incrementare significativamente la capacità di deflusso offerta all'utenza.
Ne deriva, complessivamente, la possibilità di irrobustire l'intero sistema autostradale a servizio del Nodo di Genova, tanto nella gestione della domanda di mobilità quotidiana espressa dal territorio e dal sistema produttivo ed economico locale, quanto nel migliore assorbimento delle oscillazioni nella distribuzione oraria ed entità dei flussi di traffico proprie del periodo di picco estivo o connesse a situazioni peculiari spesso legate, nel periodo invernale, a condizioni meteorologiche sfavorevoli.

3.3 L'ANALISI COSTI-BENEFICI

L'obiettivo dell'Analisi Costi Benefici consiste nel valutare gli effetti legati alla realizzazione delle opere e interpretabili come costi e benefici sociali e di produrre indicazioni sulla desiderabilità sociale dell'intervento.

È stata affrontata un'analisi di tipo differenziale tra lo "scenario di progetto" (situazione di "intervento") di breve, medio e lungo termine e lo "scenario programmatico opzione zero"

(situazione di "non intervento") sull'analogo arco temporale di previsione di breve, medio e lungo termine, che consente pertanto di prendere in esame solo i maggiori/minori costi e benefici dovuti alla realizzazione delle opere in progetto.

I risultati delle valutazioni, esprimibili in termini di indicatori economici sintetici (principalmente Valore Attuale Netto Economico – VANE, Saggio Interno di Rendimento Economico - SIRE e Rapporto Benefici/Costi Lordi - RBC) restituiscono la piena convenienza della realizzazione del progetto rispetto all'ipotesi opzione zero sull'orizzonte temporale fino al 2052, ipotizzando una piena funzionalità del sistema infrastrutturale di progetto al 2021.
Il valore positivo assunto dal VANE, pari a € 1'587'157'068 in corrispondenza del tasso di sconto di riferimento (3,5%), il valore del SIRE pari a 6,16% e il valore del RBC pari al 170% confermano la preferibilità della realizzazione degli interventi rispetto all'ipotesi di non intervento.
Le analisi di sensitività condotte sulla base di eventuali variazioni nella valutazione delle variabili in gioco confermano, con VANE sempre positivi e SIRE superiori al 3,5%, la sostenibilità sociale del progetto.
Il nuovo sistema infrastrutturale di riferimento per il Nodo di Genova, dato dal potenziamento del Quadro di Riferimento Programmatico intermodale mediante la realizzazione della Gronda di Ponente, della Nuova carreggiata Nord della A7 e del potenziamento della A12 tra Genova Est e l'allacciamento con la A7 stessa, emerge, pertanto, come elemento positivo nella massimizzazione degli obiettivi della società, riducendo i costi e aumentando i benefici netti di quest'ultima anche in presenza di ipotesi cautelative sul lungo periodo.

3.4 IL PROGETTO DELLE INFRASTRUTTURE AUTOSTRADALI

3.4.1 I macro elementi costitutivi il Nodo di Genova

Il progetto delle infrastrutture autostradali è composto dai seguenti macro-elementi

Macro elementi	
Infrastrutture autostradali ex novo	• A10 bis o Gronda di Ponente, articolato in Asse 1 (dir. Est) Asse 2 (dir. Ovest); • A7 carreggiata Nord (Asse 3); • A12 carreggiata Est (Asse 4) • Interconnessione di Vesima • Interconnessione di Voltri • Interconnessione di Bolzaneto • Interconnessione di Torbella • Interconnessione di Genova Ovest • Svincolo di Genova est
Infrastrutture autostradali esistenti oggetto di riqualifica	• A10 • Interconnessione A10 – A26 • A7 direzione Nord • A7 direzione Sud (ex carreggiata Nord) • A12 Ovest carreggiate sinistra e destra
Infrastrutture autostradali esistenti oggetto di dismissione	• Rampa elicoidale di connessione tra il viadotto Morandi (traffico proveniente da Savona) e l'autostrada A7 (direzione Milano) • Rampa di connessione tra A7 dir. Sud ed A12 dir. Est;

3.4.2 Lo schema infrastrutturale

Il progetto del Nodo autostradale di Genova ha una storia trentennale, nel corso della quale si è susseguita una molteplicità di atti, decisioni ed iniziative progettuali, talvolta in esplicito contrasto, che ha portato all'elaborazione del secondo progetto preliminare avanzato, redatto nel corso del 2007 sulla base degli indirizzi allora forniti dagli Enti territoriali quale evoluzione del primo progetto preliminare (concluso nel Marzo 2005).
In forza del mutato orientamento delle Amministrazioni pubbliche in merito allo schema infrastrutturale del Nodo, nel corso del 2008-2009 sono state elaborate molteplici ipotesi progettuali che, tenendo fermo il tracciato proposto dal progetto preliminare del 2007 per il tratto della Gronda

di Ponente compreso tra Vesima e la Val Varenna, si sono invece concentrate sui diversi itinerari di attraversamento della Val Polcevera. Tali ipotesi, che hanno avuto nel Dibattito Pubblico (1° Febbraio – 29 Aprile 2009) il momento di loro verifica, sono le seguenti:

- Soluzione 1, con attraversamento della Val Polcevera a nord dell'attuale svincolo autostradale di Bolzaneto dell'A7 e mantenimento dell'attuale viadotto Morandi sull'A10. La soluzione è corredata dalla previsione di una bretella di collegamento del tracciato della Gronda con lo svincolo aeroportuale sull'A10, scelta singolare rispetto a tutte le altre ipotesi;
- Soluzione 2, proposta dal Comune di Genova, con attraversamento della Val Polcevera a sud del casello di Bolzaneto, mediante svincolo completo per tutti i movimenti. Il collegamento della Gronda con l'A7 per i veicoli provenienti e diretti a sud (Genova) viene realizzato in corrispondenza dell'attuale interconnessione A7/A12, riutilizzando in parte l'attuale tratto autostradale;
- Soluzione 3, anche detta "intermedia", con attraversamento della Val Polcevera in prosecuzione alla giacitura dell'A12 all'altezza del suo innesto sull'A7 (zona di Rivarolo-Begato) e, come nel caso della soluzione 1, mantenimento dell'attuale viadotto Morandi sull'A10;
- Soluzione 4, con attraversamento della Val Polcevera subito a nord dell'attuale viadotto Morandi sull'A10, di cui se ne prevede la successiva demolizione;
- Soluzione 5, anche detta "bassa", con attraversamento della Val Polcevera subito a sud dell'attuale viadotto Morandi del quale è prevista, come nella soluzione 4, la demolizione.

A valle del Dibattito Pubblico e sulla scorta delle risultanze in detta sede emerse, Autostrade per l'Italia ha elaborato un ulteriore progetto preliminare, di fatto basato sull'ottimizzazione della soluzione 2, da cui la denominazione "Soluzione 2 ottimizzata".
Nello specifico, le scelte strutturanti la Soluzione 2 sono le seguenti:

- raddoppio della Autostrada A10 - nel tratto tra l'abitato di Voltri (loc. Vesima) e l'attraversamento del torrente Polcevera– attraverso una nuova infrastruttura a doppia carreggiata a due corsie più emergenza (Gronda di Ponente), con collegamento all'Autostrada A12 ad est dell'interconnessione con l'A7 (loc. Begato);
- utilizzo di entrambe le due carreggiate dell'esistente Autostrada A7 – nel tratto tra l'interconnessione con l'A12 e l'aggancio con il casello di Genova ovest per l'attuale nord –in direzione sud, al fine di potenziare il corridoio tra l'origine "Milano+Livorno" e la destinazione "Genova ovest+Ventimiglia", e di poterne specializzare l'uso da parte dei mezzi pesanti per le distinte destinazioni aeroporto e porto;
- realizzazione di una nuova carreggiata per servire la direzione Nord dell'A7;
- utilizzo di entrambe le due carreggiate dell'esistente Autostrada A12 - nel tratto tra il casello di Genova Est e l'interconnessione con l'A7 (loc. Begato) –in direzione ovest, specializzandone una (l'attuale Ovest) per i veicoli provenienti da Livorno, mentre l'altra sarà riservata ai veicoli in ingresso a Genova est ed a quelli provenienti da Livorno diretti sull'A7 o sull'A10;
- realizzazione di una nuova carreggiata per servire la destinazione in direzione Livorno;
- il collegamento della Gronda con l'A7 per i veicoli provenienti e diretti da/a nord (Milano) viene realizzato in corrispondenza dell'attraversamento della Val Polcevera, tramite 3 rami sotterranei in prossimità dello svincolo di Bolzaneto. Il collegamento della Gronda con l'A7 per i veicoli provenienti e diretti a sud (Genova) viene realizzato in corrispondenza dell'attuale interconnessione A7/A12, riutilizzando in parte l'attuale sedime autostradale.

Rispetto a tale schema, le modifiche più importanti introdotte con la Soluzione 2 ottimizzata riguardano lo spostamento verso Est del tracciato della nuova carreggiata dell'A7 diretta verso nord (Milano). La precedente soluzione, che manteneva la nuova carreggiata in aderenza all'attuale A7, prevedeva ampi tratti all'aperto in corrispondenza delle zone di interconnessione, semplificando le tecniche costruttive ma impattando sul tessuto abitativo di Rivarolo e Certosa.La soluzione 2 "ottimizzata" prevede invece un tracciato interamente in sotterraneo, con limitatissimi punti di affioramento in Val Torbella e Val Goresina, zone peraltro pochissimo urbanizzate (cfr. Figura 3-2).



Figura 3-2 La soluzione 2 "ottimizzata"

Oltre alla ridefinizione dello schema infrastrutturale dell'intera porzione del Nodo autostradale compresa tra l'attraversamento della Val Varenna ed i caselli di Bolzaneto, Genova Ovest e Genova Est, il progetto preliminare 2009 ha operato delle ottimizzazioni relative a soluzioni progettuali specifiche, quali quelle riguardanti le interconnessioni di Vesima e di Voltri.

Lo schema infrastrutturale del progetto definitivo prevede:

1. nuove carreggiate Est (Asse 1) ed Ovest (Asse 2), denominate A10 bis, tra le interconnessioni di Vesima (A10 esistente) e di Bolzaneto (A7) con attraversamento della Val Polcevera poco a Sud dell'attuale casello;
2. nuova carreggiata Nord della A7 (Asse 3), tra le interconnessioni di Genova Ovest e di Bolzaneto, quasi interamente in galleria e posta a circa 1 chilometro dall'attuale tracciato;
3. nuova carreggiata Est della A12 (Asse 4), tra la interconnessione di Bolzaneto e lo svincolo di Genova Est, quasi interamente in galleria;
4. interconnessione di Vesima, tra la A10 esistente e la A10bis;
5. interconnessione di Voltri, tra le autostrade A10 esistente, A10bis ed A26;
6. interconnessione di Bolzaneto, tra le autostrade A10bis, A7 ed A12;
7. interconnessione di Torbella, tra la A7 e la A12;
8. interconnessione di Genova Ovest, tra la A7 e la A10;
9. svincolo tra A10bis ed A7 parzializzato;
10. svincolo di Genova Est adeguato.

Nel suo complesso, il tracciato di progetto si sviluppa a partire dalla A10 in corrispondenza dell'abitato di Vesima, attraverso un tracciato fuori sede che, superata la zona di Voltri, si sposta progressivamente verso Nord presentando due flessi successivi, per poi, attraversata la Val Polcevera in corrispondenza del casello di Bolzaneto, descrivere un'ampia curva in direzione Sud alla metà della quale si sfiocca in direzione del casello della A12 di Genova Est e del casello della A7 di Genova Ovest (cfr. Figura 3-3).

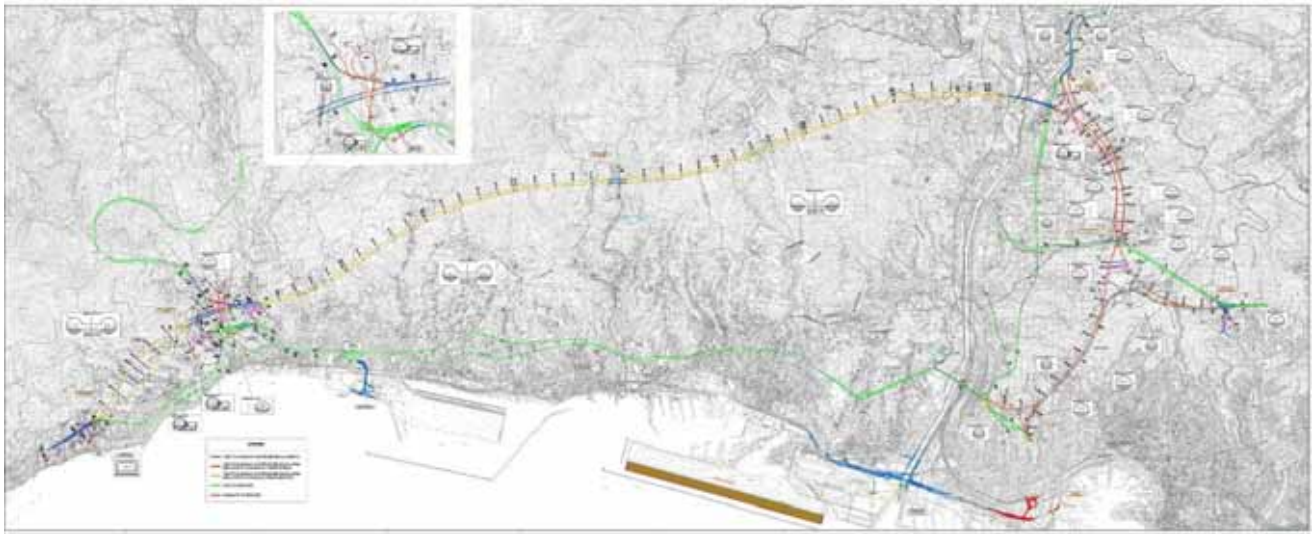


Figura 3-3Corografia dell'intervento

Lo schema infrastrutturale si completa con gli interventi di riqualifica di alcuni tratti della rete autostradale esistente.

Nel progetto è prevista inoltre la dismissione della rampa elicoidale di connessione tra il viadotto Morandi (traffico proveniente da Savona) e l'autostrada A7, in direzione Milano.

3.4.3 Lo schema funzionale

Lo schema funzionale del progetto definitivo prevede:

1. *A10 bis (Assi 1 e 2)*: collegamento tra Vesima e l'interconnessione di Bolzaneto (A10bis-A7-A12) con doppio senso di percorrenza su due carreggiate distinte, ciascuna a due corsie per senso di marcia ed emergenza;
2. *A10 tratta esistente tra i caselli di Genova Voltri e Genova Aeroporto*: interdizione al traffico pesante di attraversamento;
3. *A7 esistente tratto compreso tra il casello di Busalla e l'attuale interconnessione con la A12*: conservazione dell'utilizzo attuale, con due corsie per senso di marcia. Nel tratto compreso tra l'interconnessione Torbella (A7-A12) e lo svincolo di Bolzaneto, l'attuale carreggiata Nord viene utilizzata nella stessa direzione al fine di assicurare il collegamento Ventimiglia-Milano per gli utenti provenienti dalla Gronda di Ponente (immissione attraverso l'Asse 4 – galleria Torbella Ovest) e per garantire accessibilità alla stazione di Bolzaneto;
4. *A7 esistente tratto compreso tra l'attuale interconnessione con la A12 e Genova Ovest*: utilizzo delle attuali carreggiate Nord e Sud con percorrenza in direzione Sud, con due corsie per senso di marcia. Nello specifico:
    - Attuale carreggiata Nord, utilizzatain senso di marcia opposto all'attuale e destinata preferibilmente al traffico diretto al porto (potrà assolvere eventualmente anche una funzione configurabile come una sorta di "retroporto" in caso di accessibilità impedita al porto per avverse condizioni meteoclimatiche);
    - Attuale Sud, destinata preferibilmente al traffico diretto all'aeroporto ed alla porta ovest della città;
5. *A7 direzione Nord (Asse 3)*: sovrapposizione della funzione di interconnessione dell'A12 e di potenziamento dell'A7, con due corsie per senso di marcia ed emergenza, nel tratto a Sud della interconnessione di Torbella, ed a quattro, nel tratto di sovrapposizione con la interconnessione di Bolzaneto;
6. *A12 esistente tratto compreso tra lo svincolo di Genova Est e l'attuale interconnessione di Torbella*: utilizzo delle attuali carreggiate Est (Asse 5) ed Ovest (Asse 6) in direzione Ovest, con due careggiate a due corsie per senso di marcia. Nello specifico:
    - Attuale carreggiata Est, riqualificata ed invertita in direzione ovest, nel tratto tra Genova Est e l'interconnessione A7-A12, per assicurare il collegamento in direzione

di Genova Ovest/Genova Aeroporto per il traffico proveniente da Livorno. In tale carreggiata sarà indirizzato il traffico in direzione di Genova Ovest e di Genova Aeroporto, oltre al traffico leggero, che potrà percorrere anche l'A10 nel suo tracciato storico;

- Attuale carreggiata Ovest, collegata all'asse della A7 in direzione nord per assicurare il collegamento in direzione Milano/Ventimiglia. In tale carreggiata verrà indirizzato sia il traffico in direzione Milano sia il traffico passante in direzione Ventimiglia (percorrendo la nuova A10 bis);

7. *A12 direzione Est (Asse 4)*: collegamento tra l'interconnessione di Bolzaneto e lo svincolo di Genova Est, con due corsie per senso di marcia ed emergenza;
8. *Interconnessione Vesima (A10-A10bis)*: tratto a quattro corsie prima della suddivisione degli assi tra A10 (tracciato storico) e A10bis (tracciato in variante);
9. *Interconnessione Voltri (A10-A10bis-A26)*: collegamento tra gli assi di nuova realizzazione della A10bis con gli assi esistenti della A10 e della A26;
10. *Interconnessione Bolzaneto (A7-A12-A10bis)*: collegamento tra A7, A12 e A10bis in prossimità dello svincolo di Bolzaneto, in cui il tracciato della A10bis termina formalmente (funzionalmente l'asse in direzione ovest trova continuità con l'asse della A12 in direzione est) e si collega alle altre due autostrade del sistema genovese;
11. *Interconnessione Torbella (A7-A12)*: collegamento tra le autostrade A7 eA12, considerando sia le infrastrutture esistenti, sia le carreggiate di nuova realizzazione;
12. *Interconnessione Genova Ovest (A7-A10)*: collegamento del nuovo asse della A7 in direzione Nord con il tracciato storico della A10, in prossimità del viadotto Polcevera (ponte Morandi) esistente e del piazzale di esazione di Genova Ovest;
13. *Adeguamento svincolo Genova Est.*

3.4.4 Dati caratteristici dei macro-elementi costitutivi il Nodo di Genova

3.4.4.1 *Gli assi autostradali*

A10 bis – Gronda di Ponente (Assi 1 e 2)

L'intervento si configura come potenziamento fuori sede dell'Autostrada A10 e prevede la realizzazione di un'infrastruttura in variante rispetto al tracciato esistente, che si sviluppa da Vesima (zona in cui il tracciato in variante si congiunge con il tracciato storico) fino alla sponda sinistra del Polcevera (zona in cui avviene l'intersezione teorica con l'autostrada A7). I dati caratteristici sono riportati in Tabella 3-4.

Tabella 3-4 Assi 1 e 2: dati caratteristici

Dati generali	*Estensione complessiva (m)*			34.033
	Estensione in sotterraneo (m)			28.554
Dati gallerie	*Denominazione*	*Carreggiata*	*Lunghezza (m)*	*Numero corsie*
	Borgonuovo	Est	2021,30	2+E
		Ovest	2092,31	
	Voltri	Est	203,15	2+E
		Ovest	205,52	
	Amandola	Est	5938,70	2+E
		Ovest	5926,17	
	Monterosso	Est	6106,44	2+E
		Ovest	6059,52	
Dati viadotti	Cerusa	Est	383,56	3+E
		Ovest	289,45	2+E
	Leiro	Est	385,21	2+E
		Ovest	351,75	3 - 4
	Varenna	Est	69,98	2+E
		Ovest	70,00	
	Genova	Est	748,16	2+E
		Ovest	751,65	

A7 direzione Nord (Asse 3)

L'intervento si configura come un intervento di potenziamento atipico, in quanto è prevista la realizzazione di una nuova carreggiata a servizio del traffico in direzione Nord (asse 3). I dati caratteristici sono riportati in Tabella 3-5.

Tabella 3-5 Asse 3: dati caratteristici

Dati generali	*Estensione complessiva (m)*			6.442
	Estensione in sotterraneo (m)			6.093
Dati gallerie	*Denominazione*	*Carreggiata*	*Lunghezza (m)*	*Numero corsie*
	Granarolo	Nord	3304,00	2+E fino affiancamento con galleria Moro 2; 3 corsie fino a viadotto Torbella
	Forte Diamante	Nord	2788,70	2+E
Dati viadotti	Orpea	Nord	60,00	2+E

A12 direzione Est (Asse 4)

L'intervento si configura come un intervento di potenziamento atipico, in quanto è prevista la realizzazione di una nuova carreggiata a servizio del traffico in direzione est (asse 4). I dati caratteristici sono riportati in Tabella 3-6.

Tabella 3-6 Asse 4: dati caratteristici

Dati generali	*Estensione complessiva (m)*			4.676
	Estensione in sotterraneo (m)			4.374
Dati gallerie	*Denominazione*	*Carreggiata*	*Lunghezza (m)*	*Numero corsie*
	Bric Du Vento	Sud	2453,82	2+E
	Monte Sperone	Est	1920,00	2+E
Dati viadotti	Torbella	Est	65,00	2+E
	Rovena	Est	72,00	2

3.4.4.2 *Le interconnessioni*

Interconnessione di Vesima

Il nodo realizza il collegamento fra la Gronda di Ponente e l'attuale A10 e segnatamente realizza lo sfiocco (in direzione est) e la confluenza (in direzione ovest) della Gronda di Ponente sull'autostrada A10, secondo il seguente schema funzionale (cfr. Tabella 3-7).

Tabella 3-7 Interconnessione di Vesima: schema funzionale

Rampa	*Assi interconnessi*	*Origine*	*Destinazione*
Rampa 1	A10 Est – A10 bis Est	Savona	Livorno/Milano
Rampa 2	A10 bis Ovest – A10 Ovest	Livorno/Milano	Savona
Rampa 3	A10 Est – A10 Est esistente	Savona	Genova
Rampa 4	A10 Ovest esistente – A10 Ovest	Genova	Savona

L'intervento comporta per la quasi totalità l'adeguamento in sede delle infrastrutture esistenti (allargamento), fatti salvi brevi tratti in variante (cfr. Tabella 3-8).

Tabella 3-8 Interconnessione Vesima: dati caratteristici delle opere

	Denominazione	*Carreggiata*	*Lunghezza (m)*	*Numero corsie*
Dati viadotti	Frana	Est	104,00	4+E
	Beo	Ovest	89,48	4+E
	Vesima Est	Est	192,98	4+E
	Vesima Ovest	Ovest	230,38	4+E

Interconnessione di Voltri

Il nodo realizza il collegamento della Gronda di Ponente con la A10 e la A26, mediante il seguente schema funzionale (cfr. Tabella 3-9).

Tabella 3-9 Interconnessione di Voltri: schema funzionale

Rampa	*Assi interconnessi*	*Origine*	*Destinazione*
Rampa 1	A10bis Ovest - A26 Nord	Milano / Livorno	Alessandria
Rampa 2	A10bis Ovest - A10 Est	Milano / Livorno	Genova Voltri
Rampa 3	A26 Sud - A10bis Est	Alessandria / Genova Voltri	Milano / Livorno

Rispetto a tale schema funzionale si evidenzia che:

- il primo tratto della rampa 1 e la rampa 2 garantiscono l'accesso al porto commerciale di Voltri da parte dei mezzi pesanti provenienti da Milano/Livorno ed obbligatoriamente instradati sulla A10bis, a fronte dell'inibizione del traffico pesante sulla tratta Genova Aeroporto – Genova Voltri della A10;
- stante l'assenza del collegamento diretto tra gli assi A26 sud ed A10bis Ovest, i mezzi provenienti da Alessandria e diretti a Ventimiglia percorreranno l'attuale collegamento tra l'A26 esistente e l'A10 in direzione Ovest e proseguiranno su quest'ultima fino all'interconnessione di Vesima.

La realizzazione delle rampe di interconnessione è prevista prevalentemente in sotterraneo, attraverso lo scavo delle gallerie Ciocia, Delle Grazie e Bric del Carmo, fatta eccezione per i tratti di attacco con le carreggiate esistenti (adeguamento viadotti). I dati caratteristici delle infrastrutture che realizzano tale schema funzionale sono riportati in Tabella 3-10.

Tabella 3-10 Interconnessione di Voltri: dati caratteristici delle opere

	Denominazione	*Carreggiata*	*Lunghezza (m)*	*Numero corsie*
Dati gallerie	Bric Del Carmo	Ovest	825,40	1
	Ciocia[20]	Ovest	382,61	2 ÷ 1
	Delle Grazie	Ovest	1242,44	1
Dati viadotti	Cerusa esistente	Ovest	268,53	3
	Leiro esistente	Est	117,33	2
	Casanova esistente	Nord	67,96	3

Interconnessione di Bolzaneto

Il nodo, posto in prossimità del casello A7 di Bolzaneto, assicura il collegamento A7, A12 e A10bis, mediante il seguente schema funzionale (cfr. Tabella 3-11).

Tabella 3-11 Interconnessione di Bolzaneto: schema funzionale

Rampa	*Assi interconnessi*	*Origine*	*Destinazione*
Rampa 1	A7 Nord – A10bis Ovest	Genova/Livorno	Savona
Rampa 2	A7 Sud - A10bis Ovest	Milano	Savona
Rampa 3	A7 Sud - A12 Est	Milano	Livorno
Rampa 4	A7 Nord - A7 Sud	Genova	Genova Bolzaneto

I dati caratteristici delle infrastrutture che realizzano tale schema funzionale sono riportati in Tabella 3-12.

[20] Il numero delle corsie è pari a 2 nel tratto compreso tra la A10bis carreggiata Ovest e la diramazione per la rampa 2, ed eguale ad uno in quello restante tra la citata diramazione e l'innesto sulla A26.

Tabella 3-12 Interconnessione Bolzaneto: dati caratteristici delle opere

	Denominazione	*Carreggiata*	*Lunghezza (m)*	*Numero corsie*
Dati gallerie	Polcevera	Ovest	493,68	1
	San Rocco	Est	1265,80	1
	Baccan	Ovest	1509,87	2+ E
	Morego	Est	167,78	1
Dati viadotti	Mercantile	Sud	335,25	1

Interconnessione di Torbella
Il nodo consente il collegamento A7 Nord, A12 Est, A7 esistente (Nord e Sud) ed A12 esistente, secondo il seguente schema funzionale (cfr. Tabella 3-13).

Tabella 3-13 Interconnessione di Torbella: schema funzionale

Rampa	*Assi interconnessi*	*Origine*	*Destinazione*
Rampa 1	A7 Nord – A12 Est	Genova	Livorno
Rampa 2	A12 Est – A12 Ovest destra esistente	Savona	Genova
Rampa 3	A12 Ovest destra esistente – A7 Nord	Livorno	Milano
Rampa 4	A12 Ovest destra – A7 Nord esistenti	Livorno/Savona	Genova Bolzaneto
Rampa 5	A12 Ovest sinistra – A7 Sud esistenti	Livorno/Savona	Genova Ovest

L'itinerario costituito dalle rampe 2 e 4 consente il collegamento tra le percorrenze aventi origine in Savona e destinazione in Milano, stante la mancanza del collegamento diretto tra gli assi A10bis ed A7 esistente, a sua volta esito della scelta progettuale di parzializzare lo svincolo di Bolzaneto.

I dati caratteristici delle infrastrutture che realizzano tale schema funzionale sono riportati in Tabella 3-14.

Tabella 3-14 Interconnessione Torbella: dati caratteristici delle opere

	Denominazione	*Carreggiata*	*Lunghezza (m)*	*Numero corsie*
Dati gallerie	Forte Begato	Est	1385,93	1
	Torbella Ovest	Sud	349,66	2
	Torbella Est	Nord	110,72	2

Interconnessione Genova Ovest
Il nodo consente il collegamento tra le autostrade A7 e A10 esistenti, nonché con la nuova carreggiata A7 Nord (cfr. Tabella 3-15).

Tabella 3-15 Interconnessione Genova Ovest: schema funzionale ed opere

Rampa	*Assi interconnessi*	*Origine*	*Destinazione*	*Opere*
Rampa 1	A7 Nord – A10	Genova Ovest	Genova Aeroporto	Gall. Moro 1
Rampa 2	A10 – A7 Nord	Genova Aeroporto	Milano/Livorno	Gall. Moro 2

Svincolo Genova Est
L'adeguamento dello svincolo, necessario a compatibilizzarlo rispetto alla nuova configurazione autostradale, realizza il seguente schema funzionale (cfr. Tabella 3-16).

Tabella 3-16 Svincolo Genova Est: schema funzionale

Rampa	*Assi interconnessi*	*Origine*	*Destinazione*
Rampa 1	A12 Est – viabilità di adduzione al casello	Savona/Milano	Genova Est
Rampa 2	A12 Ovest - viabilità di adduzione al casello	Livorno	Genova Est
Rampa 3	Viabilità di adduzione al casello – A12 Ovest sinistra	Genova Est	Savona/Milano

Lo schema funzionale è completato dalle attuali rampe di immissione in direzione Est ed Ovest, che nella configurazione di progetto risulteranno dedicate alle destinazioni Milano e Ventimiglia, essendo collegate alla carreggiata in direzione A12 Ovest Destra.

Le opere di progetto attraverso le quali si determina lo schema funzionale sono le seguenti (cfr. Tabella 3-17).

Tabella 3-17 Svincolo Genova Est: dati caratteristici delle opere

	Denominazione	*Carreggiata*	*Lunghezza (m)*	*Numero corsie*
Dati gallerie	Campursone	Sud	142,25	2

L'intervento si completa attraverso:

- adeguamento della attuale rampa in uscita dalla A12 in direzione Ovest (rampa 2) che viene modificata nel tratto iniziale di uscita dalla carreggiata autostradale e nel tratto in cui si affianca alla rampa 1, mentre viene conservato il tratto centrale, interessato tra l'altro dall'opera di attraversamento del rilevato autostradale esistente;
- adeguamento dell'attuale rampa di uscita dalla carreggiata Est, alla quale viene invertito il senso di percorrenza, diventando una rampa di immissione (rampa 3) da Genova Est in direzione della A12 Ovest carreggiata sinistra.

Sulle altre rampe non è previsto alcun intervento strutturale, ma semplicemente un aggiornamento della segnaletica laddove necessario.

3.4.4.3 *Le infrastrutture autostradali esistenti oggetto di riqualifica*

Il quadro degli interventi di riqualifica delle infrastrutture esistenti è il seguente (cfr. Tabella 3-18).

Tabella 3-18 Quadro complessivo degli interventi di riqualifica

A10 ed interconnessione A10-A26	Riconfigurazione a due corsie più una corsia d'emergenza degli assi autostradali esistenti e la modifica funzionale di alcune rampe dell'interconnessione A10-A26 finalizzata a realizzare un percorso continuo a due corsie per la relazione A10 ovest – A26, non gestita attraverso la Gronda di Ponente
A7 dir. Nord	Rigeometrizzazione del tratto sul sedime dell'infrastruttura esistente, senza interventi di tipo strutturale
A7 dir. Sud (ex carreggiata Nord)	Rigeometrizzazione ad una corsia ed inversione della direzione di percorrenza, in modo da realizzare un potenziamento dell'infrastruttura in direzione Sud atto a costituire una terza corsia sulla quale indirizzare il traffico pesante diretto in porto
A12 dir. Ovest destra	Alesaggio della galleria Montesperone esistente, per assicurare il collegamento in direzione Milano/Savona attraverso il nuovo asse 3 A7 direzione Nord
A12 dir. Ovest sinistra	Rigeometrizzazione ed inversione della direzione di percorrenza da Est ad Ovest, nel tratto tra Genova Est e l'attuale interconnessione A7-A12, al fine di assicurare il collegamento in direzione di Genova Ovest/Genova Aeroporto per il traffico proveniente da Livorno

3.4.5 Le opere d'arte

3.4.5.1 *Le gallerie*

Le scelte progettuali operate hanno condotto ad un rilevante ricorso alla tipologia della galleria; l'opera nel suo complesso è difatti composta per circa il 90% del suo sviluppo da gallerie la cui lunghezza varia da un centinaio di metri ad oltre 6 km, per un totale complessivo di 25 gallerie ed uno sviluppo di oltre 22 chilometri che, considerando la doppia carreggiata, porta ad avere un totale di circa 49 chilometri di gallerie.
Le sezioni tipo adottate sono:

- galleria con piattaforma stradale comprendente due corsie;
- galleria con piattaforma stradale comprendente tre corsie;
- galleria ad una corsia con o senza il cunicolo di sicurezza, a seconda delle diverse gallerie.

3.4.5.2 *I viadotti*

Il progetto prevede la realizzazione dei seguenti viadotti:

- Il nuovo viadotto sul Polcevera: il viadotto Genova
- Area Voltri:viadotto Cerusa Ovest,viadotto Cerusa Est,viadotto Leiro Est,viadotto Leiro Ovest
- Area Varenna:viadotto Varenna Ovest,viadotto Varenna Est
- Area Bolzaneto:viadotto Orpea,viadotto Mercantile
- Area Torbella:viadotto Torbella Est
- Area Genova Est:viadotto Rovena

Il progetto prevede inoltre l'ampliamento dei seguenti viadotti esistenti:

- Area Vesima: viadotto Vesima Est, viadotto Vesima Ovest, viadotto Beo, viadotto Frana
- Area Voltri: viadotto Uccelliera, viadotto Cerusa, viadotto Leiro, viadotto Casanova
- Area Bolzaneto: viadotto Secca Sud, viadotto Secca Nord

Particolare attenzione è stata posta alla progettazione del viadotto Genova. Il nuovo viadotto sul Polcevera si colloca tra le progressive 15+900 e 16+650 del ramo autostradale A10bis, da realizzarsi nell'ambito degli interventi appartenenti alla "Gronda di Genova", ed attraversa la valle del Polcevera all'altezza del comune di Bolzaneto.

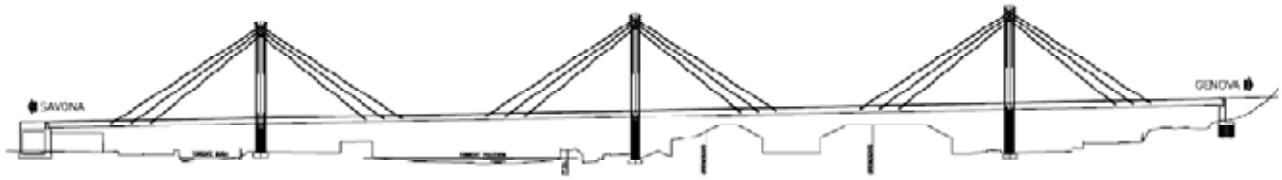


Figura 3-4 Prospetto viadotto Genova

Tra le interferenze più importanti, oltre a quelle di natura orografica, quali l'alveo dei torrenti Polcevera, Burla e Secca, si evidenziano lo scavalco dell'autostrada A7 Milano-Genova, della linea ferroviaria Milano-Genova e della fitta rete appartenente alla viabilità locale, oltre che dell'area interessata dal nuovo mercato ortofrutticolo, per la quale particolare attenzione è stata posta nel garantire la piena operatività dell'area durante tutte le fasi realizzative. La scelta della tipologia della struttura è stata dettata principalmente dall'esigenza di ridurre al minimo l'impatto su di un'area fortemente antropizzata, riducendo al minimo le interferenze con il suolo sia in fase di esercizio, sia in fase di costruzione. La scelta è ricaduta su di una soluzione strallata, di lunghezza complessiva pari a 750 m, suddivisa, mediante tre sostegni intermedi, in 4 luci (cfr. Figura 3-4). Sono attualmente allo studio possibili soluzioni alternative, mantenendo invariato l'ingombro sul territorio (fondazioni).

3.5 IL PROGETTO DELLA CANTIERIZZAZIONE

3.5.1 Le aree a servizio della cantierizzazione delle infrastrutture autostradali

3.5.1.1 *Le aree di cantiere*

Con la locuzione "aree a servizio della cantierizzazione" si è inteso definire quel complesso di aree che di prassi sono strumentali alla realizzazione di un'opera infrastrutturale, ossia che fanno parte dell'ordinario corredo di aree ed itinerari a servizio della cantierizzazione, differenziandosi così da quelle che nella presente Sintesi sono state identificate come "Opere connesse di cantierizzazione", le quali, invece, costituiscono quell'insieme di opere ed aree (a carattere temporaneo e/o definitivo) la cui previsione discende dalle peculiarità e dalla complessità di realizzazione del progetto in esame.
Le aree a servizio della cantierizzazione previste dal progetto in esame appartengono alle seguenti tipologie (cfr. Tabella 3-19).

Tabella 3-19 Quadro delle aree a servizio della cantierizzazione

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

A dette aree occorre inoltre aggiungere:

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

Per quanto segnatamente attiene le prime, queste sono costitute da due aree di adeguamento morfologico, localizzate rispettivamente in corrispondenza dell'area di cantiere industriale CI.06 Campursone, presso lo svincolo di Genova Est, ed in Comune di Sori.
Nel caso dell'area di cantiere CI.06, l'intervento di adeguamento morfologico, consistente nel riempimento di una depressione esistente, riveste un duplice carattere:

- definitivo, per quanto attiene la quota parte destinata alla realizzazione di un piazzale che, nel corso della fase di realizzazione, sarà adibito ad area di caratterizzazione del materiale di scavo, e che, successivamente a questa, resterà a servizio di Autostrade per l'Italia;
- temporaneo, per la restante parte, da utilizzarsi come sito di stoccaggio per l'appunto temporaneo delle terre più pregiate provenienti dallo scavo delle gallerie e da utilizzarsi al fine della realizzazione dell'opera a mare.

Relativamente all'intervento in Comune di Sori, questo discende da una precisa istanza dell'Amministrazione comunale, già espressa nel corso del Dibattito Pubblico, e comporta la realizzazione di un riempimento per circa 500.000 m^3, derivanti dalle terre provenienti dallo scavo delle gallerie in sinistra Polcevera e, pertanto, non amiantifere.

3.5.1.2 *Le viabilità di servizio e le piste di cantiere*

La progettazione del sistema degli itinerari di cantierizzazione è stata improntata alla limitazione dell'impegno della rete viaria esistente, con particolare riguardo a quella di interesse locale, e della realizzazione di nuove viabilità di servizio.
In questa ottica, oltre alla scelta dello slurrydotto come sistema di trasporto delle terre di scavo delle gallerie realizzate in meccanizzato, che consentirà così di movimentare circa 5.190.000 di terre senza alcun impegno per la rete viaria; i criteri seguiti sono stati i seguenti:

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

In ragione del primo criterio, i principali cantieri di scavo delle gallerie sono stati localizzati in prossimità delle carreggiate esistenti, in modo tale da poter provvedere al trasporto dello smarino ed all'alimentazione degli imbocchi direttamente dall'autostrada.
Per quanto invece attiene le viabilità locali esistenti, queste verranno utilizzate solo per le opere non eseguibili direttamente dalle autostrade esistenti, come nel caso delle pile dei nuovi viadotti a Voltri, che devono essere costruite dalla vallata sottostante il tracciato. Inoltre, un accurato studio dei percorsi già presenti sul territorio ha consentito di individuare alcuni tracciati da dedicare

temporaneamente al passaggio dei mezzi d'opera, previo adeguamento delle geometrie della strada.
In ogni caso le viabilità interessate dai flussi di cantierizzazione sono per larga parte autostradali.

3.5.2 Le Opere connesse di cantierizzazione

3.5.2.1 *Le opere a carattere temporaneo*

3.5.2.1.1 *Lo slurrydotto*

Il materiale escavato con una concentrazione di amianto inferiore a 1g/kg sarà movimentato dal cantiere CI14 sino alla sua destinazione finale, ossia l'opera a mare, mediante un sistema di tubazioni denominato slurrydotto. Questo sistema, utilizzato da decenni nell'industria mineraria per il trasferimento a basso costo dei minerali, è costituito da un circuito idraulico (tipicamente una condotta metallica) all'interno del quale il materiale viene pompato dopo essere stato miscelato con acqua.

Nello specifico, il modello di gestione del materiale potenzialmente amiantifero proveniente dallo scavo delle gallerie della Gronda (Monterosso, Amandola, Borgonuovo) prevede che questo, a monte della sua caratterizzazione presso il cantiere CI14 ed una volta verificatane la rispondenza rispetto ai parametri prima citati, sia avviato ad un impianto di miscelazione volto alla produzione dello slurry e da qui rilanciato all'interno di apposite condotte (slurrydotto) che lo conferiranno a mare. A valle della stazione di rilancio le condotte passano al di sotto del viadotto su Via Romairone e si dispongono all'interno di un ideale corridoio di larghezza pari a 5m posto tra l'argine destro del torrente Polcevera e il ciglio della pista di trasporto.

Entrando nel merito dei criteri progettuali, il pre-dimensionamento del circuito slurry è stato effettuato valutando la produttività giornaliera media delle due macchine di scavo.

3.5.2.1.2 *La pista di trasporto frese*

Lo scavo delle gallerie della Gronda (Monterosso, Amandola, Borgonuovo) sarà realizzato mediante 2 frese TBM (Tunnel Boring Machine) che saranno assemblate sul piazzale di imbocco CI13, posto a Bolzaneto immediatamente a monte della confluenza del torrente Burla nel torrente Polcevera.
Considerando che per il trasporto dei componenti delle frese sono necessari appositi carri ad assi multipli e che l'ingombro di numerosi componenti delle frese non è compatibile con le caratteristiche della rete viaria esistente, per il trasporto dei componenti stessi si prevede di realizzare un'apposita pista di cantiere situata lungo l'alveo del torrente Polcevera in destra idrografica.

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

1. Presenza di ponti in attraversamento del fiume
2. Ingombro dei colli trasportati
3. Pendenza longitudinale massima compatibile con i carri di trasporto

3.5.2.2 *Le opere a carattere definitivo: l'opera a mare*

Secondo le intese raggiunte con gli Enti territoriali e locali ed in osservanza delle procedure di gestione delle terre amiantifere (cfr. par. 3.5.3), i materiali non amiantiferi provenienti dallo scavo in meccanizzato e quelli con contenuto di amianto compreso entro il limite di 1 g/kg saranno conferiti nell'opera a mare, a seguito del parziale restringimento del Canale di Calma, previsto in corrispondenza dell'attuale banchina aeroportuale, e della realizzazione di una cassa di colmata.
Oltre a consentire lo stoccaggio definitivo delle terre di scavo, l'opera a mare è funzionale al conseguimento dei seguenti obiettivi:

- Adeguamento della Runway strip (fascia di rispetto laterale alla pista aeroportuale) dell'Aeroporto di Genova, alle prescrizioni dell'Annesso 14 ICAO. L'Aeroporto di Genova è operativo sulla base della certificazione rilasciata da ENAC che contiene, tra le altre, una "non conformità" dovuta alla ridotta dimensione della Runway strip. In particolare la strip si dovrebbe estendere simmetricamente da ambo i lati della pista e la sua larghezza è fissata dal Regolamento ENAC in 150 m per lato dall'asse pista. Nel caso di Genova l'attuale

runway strip presenta una lunghezza pari a 105 m. Con la realizzazione dell'opera a progetto si otterrebbero i 45 m necessari per l'adeguamento della runway strip lato mare;

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

L'opera a mare, di dimensioni pari a 3.612 metri di lunghezza e 180 metri di larghezza, è costituita da una barriera di conterminazione, realizzata mediante una serie di cassoni cellulari posti su uno scanno di imbasamento e sormontati da un muro paraonde per proteggere la superficie della colmata dal moto ondoso.
L'opera è articolata in tre vasche (A), costituenti le celle di conferimento del materiale, ed in due celle di gestione delle acque (W), finalizzate ad assorbire le acque di deflusso conseguenti allo sversamento delle terre nelle vasche, tra loro separate da argini aventi anche la funzione di filtrazione dei solidi sospesi (cfr. Figura 3-5).

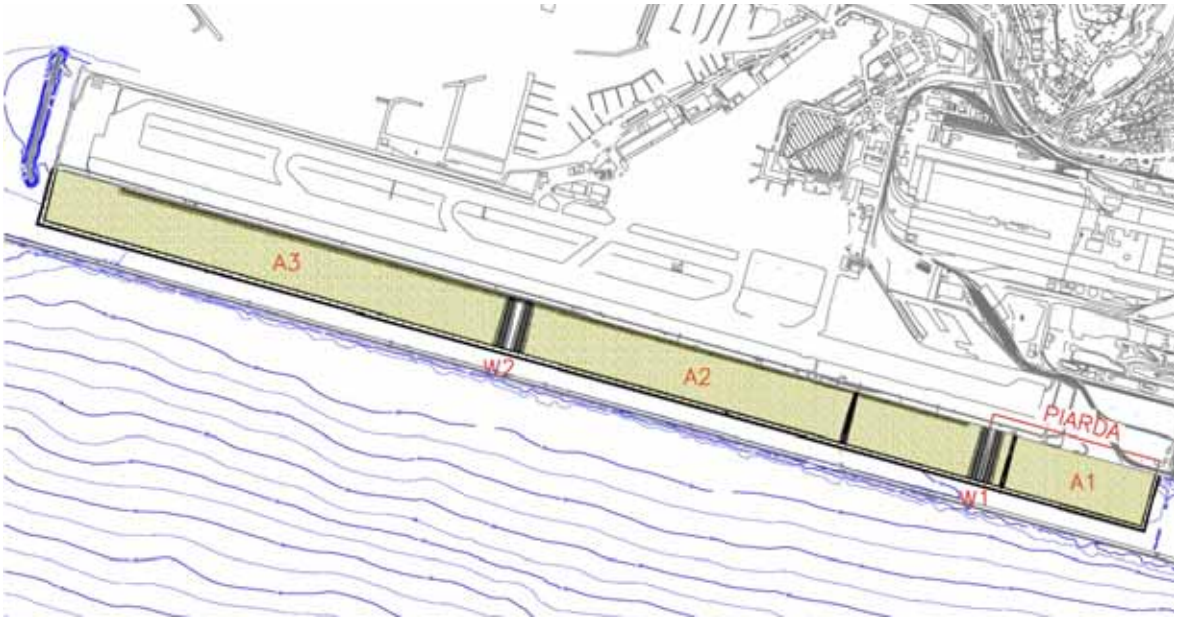


Figura 3-5 Articolazione della colmata

Lo strato di copertura, posto al di sopra del materiale amiantifero conferito, è costituito da un doppio strato di terre non amiantifere tra loro separate dal pacchetto di "capping".
Per garantire la tenuta idraulica della colmata ed impedire ogni rilascio di fibre verso l'esterno è stato previsto di sigillare le zone più critiche, rappresentate dai varchi fra cassone e cassone e dallo scanno di imbasamento. Nei varchi fra i cassoni vengono posizionate apposite calze con bentonite sodica, mentre lungo lo scanno di imbasamento è prevista la posa di una membrana impermeabile.

In questo modo la barriera raggiunge un livello di impermeabilizzazione adeguato (K_p= 10^{-6} m/s) a trattenere le fibre libere.

3.5.3 Le modalità di gestione delle terre potenzialmente amiantifere: classificazione e stoccaggio

Al fine di regolamentare il processo di gestione delle terre di scavo potenzialmente amiantifere, è stata definita una scala di classificazione che, prendendo come riferimento il limite di 1.000 mg/kg indicato nell'Allegato 5 al Titolo V, Parte IV Tabella 1, colonna B del DLgs 152/2006, è stata articolata nei seguenti 4 livelli (cfr. Tabella 3-20).

Tabella 3-20 Scala di classificazione delle terre di scavo

Codice rosso	Presenza di amianto > 1.000 mg/kg e parametri geotecnici scadenti
Codice giallo	Presenza di amianto > 1.000 mg/kg
Codice verde	Presenza di amianto < 1.000 mg/kg
Codice bianco	Assenza di amianto

Associata a tale scala di classificazione delle terre sono state definite diverse tipologie di stoccaggio definitivo (cfr. Tabella 3-21).

Tabella 3-21 Tipologie di stoccaggio del materiale in relazione alla classificazione

Codice rosso	Il materiale viene automaticamente versato tramite coclea in un ulteriore silos (bagger) dove é additivato da speciali resine incollanti che inibiscono la volatilità delle fibre anche allo stato asciutto e quindi inserito in big-bag per amianto che ne consentono lo stoccaggio temporaneo in cantiere ed il successivo trasporto a discarica.
Codice giallo	Il materiale può essere utilizzato per la formazione dell'arco rovescio delle gallerie di progetto
Codice verde	Il materiale automaticamente versato tramite nastro in un'ulteriore vasca (denominata slurryfier) dove la sua consistenza pastosa viene resa ancora più fluida con l'aggiunta di acqua marina, fino al raggiungimento di una consistenza semiliquida, tecnicamente definita "slurry". Con queste caratteristiche fisiche, lo smarino può essere pompato attraverso una tubazione fino al Canale di Calma dove, eliminata l'acqua in eccesso, che viene recuperata nel circuito di carico dello slurryfier, verrà utilizzato per il riempimento dello strato inferiore dell'opera a mare
Codice bianco	Il materiale segue le procedure di gestione delle terre e rocce da scavo fissate ai sensi degli articoli 183 e 186 del D.Lgs. 152/06, che saranno conformi agli aspetti attuativi ed operativi esplicitati dal "Disciplinare unico per la gestione delle terre e rocce da scavo" emanato dal Ministero dell'Ambiente - Direzione Generale per la Salvaguardia Ambientale – con prot.21790 del 06.08.2008

Tali modalità di classificazione e di stoccaggio definitivo sono state definite nell'ambito delle "Linee Guida per la gestione del rischio amianto negli scavi all'aperto ed in galleria", redatte dal Centro Interdipartimentale "G. Scansetti" dell'Università di Torino.

3.5.4 Le attività di realizzazione delle infrastrutture autostradali: tecniche e procedure

3.5.4.1 *Lo schema organizzativo generale di scavo delle gallerie*

Assunta la potenziale presenza di formazioni amiantifere nella porzione territoriale in destra Polcevera, al fine di svolgere le operazioni di scavo in condizioni di isolamento del terreno al fronte e, una volta estratto il materiale di smarino, di poterlo trasferire al di fuori della galleria in modo tale da evitare dispersioni in aria delle fibre amiantifere, è stata assunta la scelta di adottare, in tutti i casi in cui ciò fosse tecnicamente possibile, lo scavo meccanizzato, ossia tramite frese TBM (Tunnel Boring Machine). Stante tale scelta, le gallerie in destra Polcevera, ad eccezione di quelle di Voltri e della Interconnessione di Voltri, che tuttavia ne rappresentano una quota parte minoritaria in termini di estensione, saranno realizzate con scavo meccanizzato, mentre le restanti e quelle in sinistra Polcevera saranno scavate in tradizionale (cfr. Tabella 3-22 e Figura 3-6).

Tabella 3-22 Quadro delle tecniche di realizzazione degli scavi delle gallerie

Ambito di scavo	*Tecnica di scavo*	*Infrastruttura*	*Galleria*
Destra Polcevera	Meccanizzato	Asse A10 bis	Borgonuovo Est ed Ovest; Amandola Est ed Ovest; Monterosso Est ed Ovest
	Tradizionale	Asse A10 bis	Voltri Est ed Ovest
		Interconnessione Voltri	Bric Del Carmo; Ciocia; Delle Grazie
Sinistra Polcevera	Tradizionale	Asse A7 dir. Nord	Granarolo; Forte Diamante
		Asse A12 dir. Est	Bric Du Vento; Monte Sperone
		Interconnessione Bolzaneto	Polcevera; San Rocco; Baccan; Morego
		Interconnessione Torbella	Forte Begato; Torbella Ovest; Torbella Est
		Interconnessione Genova Ovest	Moro 1; Moro 2
		Svincolo Genova Est	Campursone

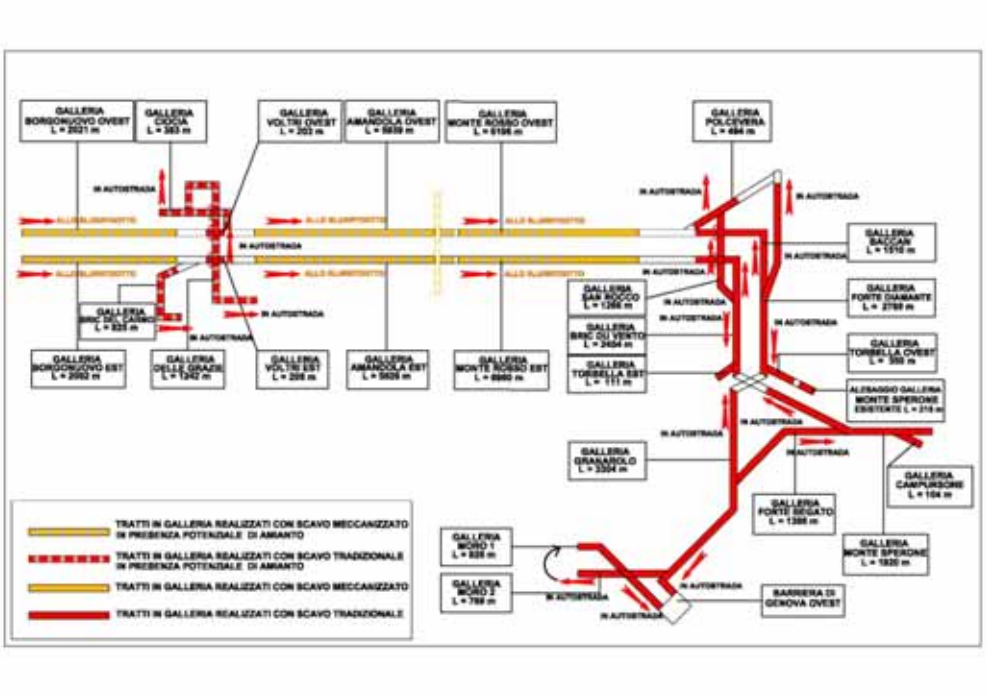


Figura 3-6 Schema organizzativo dello scavo delle gallerie

Unitamente a tale scelta di fondo, al fine di risolvere le problematiche dettate dallo svolgimento delle operazioni di scavo in ambiente amiantifero, sia in galleria che all'aperto, sono state sviluppate delle procedure operative e prescrizioni tecniche, redatte dal gruppo costituito dal Centro Interdipartimentale "G. Scansetti" dell'Università di Torino sulla base delle indagini documentarie e dell'esperienza maturata attraverso le operazioni di bonifica della ex-miniera di amianto di Balangero, in provincia di Torino[21].

3.5.4.2 *Lo scavo in galleria con tecnica meccanizzata*

Come premesso, lo scavo meccanizzato consentirà di gestire le problematiche indotte dalla potenziale presenza di formazioni amiantifere rispetto al requisito dell'isolamento, sia al fronte di scavo, sia durante la movimentazione delle terre di smarino al di fuori della galleria.
Posto che lo stato umido e pastoso in cui si trova il materiale movimentato non predispone a tale ultima evenienza, detta attività sarà condotta mediante nastri trasportatori protetti, ossia dotati di un

[21] Cfr. "Linee Guida per la gestione del rischio amianto negli scavi all'aperto ed in galleria" (APG0004)

sistema di protezione chiuso a cilindro e di un sistema di mantenimento dell'umidità, quest'ultimo realizzato attraverso una serie di nebulizzatori disposti al di sopra del nastro a distanze prefissate.

Sempre al fine di conseguire un maggior grado di isolamento, segnatamente nelle operazioni di ingresso ed uscita del personale dalla camera stagna per lo svolgimento di attività di manutenzione e di cambio degli utensili di scavo, sono state elaborate delle procedure operative improntate al principio della suddivisione tra aree contaminate e non contaminate.
In ragione di tale principio dovrà essere predisposto un ambiente attrezzato per la decontaminazione, nel quale saranno svolte la vestizione delle maestranze, la sigillatura degli indumenti di lavoro e delle attrezzature potenzialmente contaminate, nonché la docciatura dei lavoratori. Inoltre, l'uscita dal fronte dovrà prevedere il passaggio tra locali a pressione controllata, in modo tale che l'apertura verso il fronte non permetta la propagazione delle fibre all'interno dell'ambiente di lavoro.

3.5.4.3 *Lo scavo in galleria con tecnica in tradizionale*

Il tema dello scavo delle gallerie in tradizionale assume particolare rilevanza nel caso in specie a fronte della potenziale presenza di formazioni amiantifere e del conseguente rischio di dispersione in aria delle fibre liberate nel corso dello scavo, aspetti questi che si configurano in modo eguale a prescindere dalle modalità di realizzazione dello scavo, ossia con esplosivo o con martello demolitore.
Ciò premesso, al fine di risolvere dette problematiche, sono state definite delle procedure operative che, sempre sulla base del succitato principio della compartimentazione tra parti a diverso livello di potenziale contaminazione, si sono sostanziate nelle seguenti logiche di lavoro:

- creazione di un ambiente inidoneo al sollevamento delle polveri;
- creazione di barriere di separazione tra il cavo e l'esterno;
- protezione individuale dei lavoratori (dotazioni personali ed impiantistiche delle macchine operatrici);
- eliminazione della possibilità di trasporto delle fibre all'esterno dell'area di cantiere mediante gli indumenti dei lavoratori e gli autocarri.

Sulla base di detti principi sono state elaborate due diverse procedure di prevenzione da applicare, l'una, nel caso di lavorazioni ordinarie, l'altra, qualora si rilevino, nell'aria esterna alla galleria e in particolare in quella esterna alla zona di cantiere contaminata o contaminabile dall'amianto, quantità di fibre superiori al massimo consentito dalle norme (cfr. Tabella 3-23).

Tabella 3-23 Scavi in galleria con tecnica in tradizionale: misure e sistemi di protezione/prevenzione

Procedure	*Misure e sistemi di prevenzione/protezione*
Ordinaria	• sistema di nebulizzazione dell'acqua in corrispondenza del fronte di scavo; • barriera d'acqua da posizionare ad una certa distanza dal fronte, anche in prossimità dell'imbocco; • zona di lavaggio mezzi transitanti in galleria prima dell'uscita dall'area di cantiere contaminata; • container di decontaminazione per il passaggio dei lavoratori tra la zona operativa e quella esterna
Specifica per quantità di fibre superiori	• sistema di nebulizzazione dell'acqua in corrispondenza del fronte di scavo; • setti rimovibili di compartimentazione della galleria da localizzare in prossimità del fronte di scavo ed in corrispondenza dell'imbocco della galleria; • sistema di aspirazione con filtro per la creazione di una depressione nel settore del fronte di scavo; • sistema di ventilazione di immissione di aria all'interno di una zona fisicamente separata dal fronte di scavo e dall'esterno; • zona di lavaggio mezzi transitanti in galleria da localizzare prima dell'uscita dalla galleria stessa; • container di decontaminazione per il passaggio dei lavoratori tra la zona operativa e quella esterna, da localizzare in corrispondenza del setto divisorio più vicino all'imbocco; • sistemi di rilevamento della qualità dell'aria; • impiego di calcestruzzo spruzzato immediatamente dopo lo sfondo per ridurre i tempi di esposizione delle superfici scavate; • utilizzo di dispositivi di protezione individuale dei lavoratori; • utilizzo di mezzi di cantiere con cabine di guida pressurizzate e munite di sistema di depurazione e condizionamento dell'aria.

Nelle già citate Linee Guida è condotto un dimensionamento preliminare del sistema di ventilazione ed aspirazione, necessario nei casi in cui il sistema di sicurezza dei lavoratori e dell'ambiente esterno preveda una compartimentazione fisica del tunnel al fine di evitare che le differenze di pressione, che si possono determinare tra i diversi compartimenti, determinino delle dispersioni delle fibre di amianto, inficiando con ciò l'intero sistema.

3.5.4.4 *Lo scavo all'aperto*

Il tema dello scavo all'aperto si configura nei casi di realizzazione degli imbocchi delle gallerie, delle spalle e delle pile dei viadotti, e di trincee.
Anche in questo caso, ai fini dello svolgimento di dette attività in ambiente amiantifero sono state definite delle specifiche procedure operative e prescrizioni tecniche, fondate sulle seguenti logiche di lavoro[22]:

- creazione di un ambiente inidoneo al sollevamento delle polveri;
- protezione individuale dei lavoratori (dotazioni personali ed impiantistiche delle macchine operatrici);
- eliminazione del trasporto di fibre all'esterno dell'area di cantiere attraverso gli autocarri;
- monitoraggio in corso d'opera delle condizioni ambientali, con particolare riferimento alla concentrazione di particolato aerodisperso, in tutti i settori interessati dagli scavi e da attività complementari.

In ragione di tali logiche, sono state definite due tipologie di procedure:

- Generali, corrispondenti ad ulteriori approfondimenti conoscitivi da porre in essere nel corso della progettazione esecutiva ed a valle di essa, volte a verificare l'effettiva presenza di amianto ed a predisporre tutti i conseguenti approntamenti necessari per l'area di cantiere;
- Procedure operative specifiche, concernenti l'organizzazione del cantiere, le misure ed i sistemi da porre in essere.

[22] Cfr. "Linee Guida per la gestione del rischio amianto negli scavi all'aperto ed in galleria"

Tabella 3-24 Scavi all'aperto: misure e sistemi di protezione/prevenzione

Procedure	*Misure e sistemi di prevenzione/protezione*
Generali	• Esecuzione sondaggi geognostici a carotaggio continuo in numero corrispondente alla tipologia di opera cui è funzionale lo scavo; • Esecuzione campionamento sistematico della coltre detritica e di alterazione superficiale secondo una maglia di punti
Operative	Le procedure definiscono degli schemi operativi "tipo" i quali, in funzione della presenza di fibre rilevata attraverso i sensori ambientali di monitoraggio, prevedono l'attivazione di uno o più misure e sistemi di riduzione del rischio. In termini generali, gli approntamenti previsti riguardano: • abbattitori di polvere ad acqua tipo "fog cannon"; • barriere fisiche rimovibili di delimitazione dell'area di scavo; • sensori ambientali per il rilevamento delle fibre presenti in aria ed il confronto con lo "zero" misurato prima dell'inizio delle attività; • container di decontaminazione per il passaggio dei lavoratori tra la zona operativa e quella esterna; • utilizzo di mezzi di cantiere con cabine di guida pressurizzate con condizionamento interno e dotate di filtro assoluto; • sistemi di lavaggio dei mezzi in uscita dal cantiere.

Nel caso delle procedure generali, sono definite in via preliminare le modalità di svolgimento delle analisi preliminari con riferimento alla fittezza della rete di rilievo, nonché quelle relative all'esecuzione dei monitoraggi volti a determinare la quantità di fibre esistenti disperse in aria e, con ciò, a definire la misura di "zero" da porsi a confronto con quelle successive da condursi all'intorno delle aree di scavo durante le lavorazioni.

Per quanto invece attiene le procedure specifiche, le Linee Guida documentano le diverse soluzioni che, in funzione del superamento dei livelli di attenzione o soglia (intesi come numero di fibre aerodisperse/litro d'aria) restituito dalle attività di monitoraggio in corso d'opera, sarà necessario porre in essere. Nel caso di superamento della soglia massima prevista, sarà imposto il fermo del cantiere con analisi del problema e ripresa delle attività a seguito dell'approntamento dell'intero repertorio delle soluzioni ipotizzate.

3.5.5 Le attività di gestione delle terre di scavo: movimentazione e stoccaggio

3.5.5.1 *Il processo di gestione delle terre potenzialmente amiantifere*

3.5.5.1.1 *La gestione nel caso degli scavi meccanizzati*

Oltre quanto detto in merito alle procedure ed alle prescrizioni, la scelta che ha informato la progettazione dell'attività di gestione delle terre è risieduta nell'individuazione dell'area del cantiere industriale CI14 quale polo per le attività connesse alla gestione delle terre potenzialmente amiantifere. I materiali di smarino delle gallerie realizzate con scavo meccanizzato (Monterosso, Amandola e Borgonuovo) e quota parte di quelli derivanti dalla realizzazione in tradizionale delle gallerie dell'Interconnessione di Voltri (Delle Grazie e Bric del Carmo) convergeranno nella citata area di cantiere CI14, che sarà dotata di tutti gli impianti atti ad assicurarne la gestione.

Nello specifico, le terre, una volta trasferite dalle frese ad un edificio isolato di smistamento dello smarino indifferenziato attraverso un sistema di nastri antipolveri, saranno sarà indirizzate in uno dei silos destinati allo stoccaggio provvisorio; durante il trasferimento saranno prelevati dei campioni per la formazione del provino rappresentativo del volume del ciclo, per la determinazione della quantità di amianto con il materiale "a riposo".
Una volta accerto il contenuto di amianto e conseguentemente decisa la destinazione finale del materiale, questo viene scaricato dal silos nel quale era stato temporaneamente depositato ed avviato all'impianto volto alla sua fluidificazione, stabilizzazione o inertizzazione, a seconda che sia rispettivamente destinato all'opera a mare, al riempimento dell'arco rovescio o a discarica (cfr. Figura 3-7).

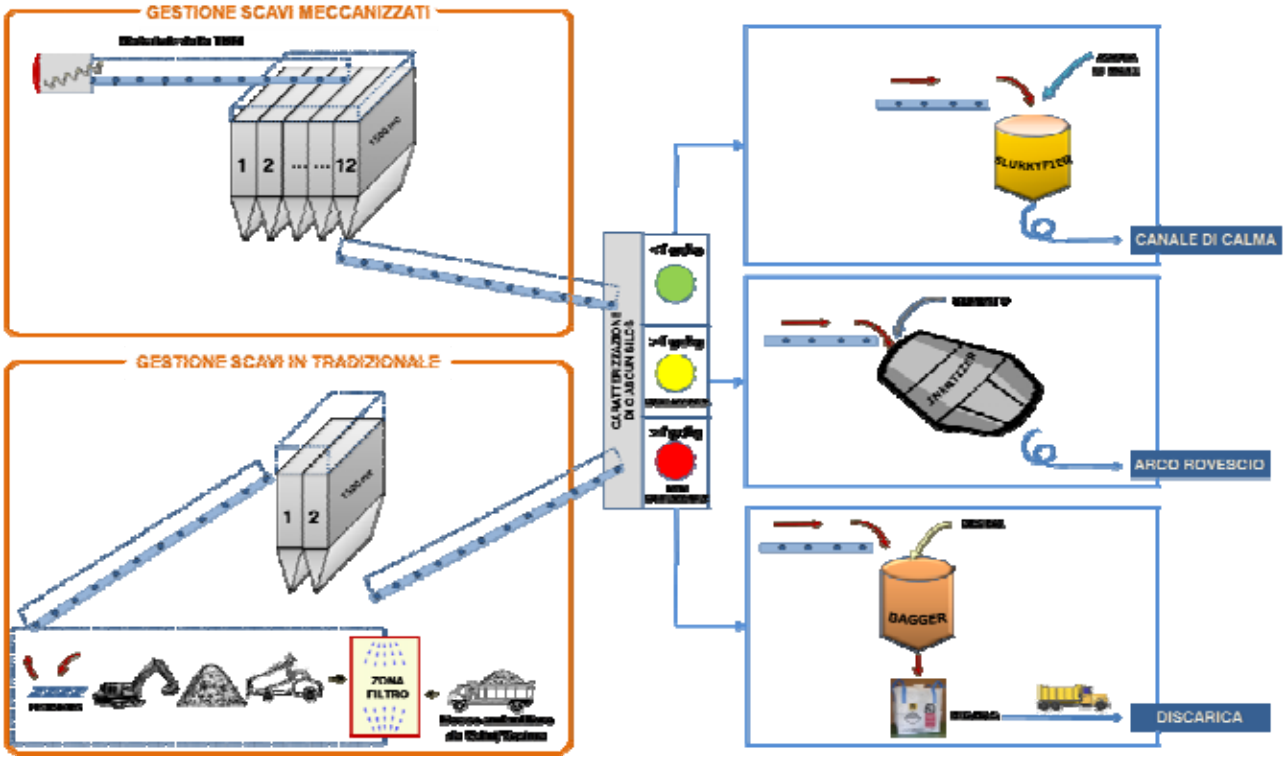


Figura 3-7 Schema sinottico del processo di gestione delle terre amiantifere

3.5.5.1.2 *La gestione nel caso degli scavi in tradizionale*

La gestione delle terre provenienti dallo scavo in tradizionale delle gallerie in destra Polcevera (Voltri Est ed Ovest; Ciocia) si fonda anch'essa sul principio della centralizzazione delle attività di gestione delle terre (stoccaggio temporaneo e caratterizzazione) che in questo caso avviene nel cantiere industriale CI04 Opere a mare, presso la banchina di Cornigliano.
Le differenze che intercorrono con la gestione delle terre da scavo meccanizzato riguardano invece:

- movimentazione dall'area di scavo (interconnessione di Voltri) al cantiere CI04 attraverso autocarri dotati di specifici sistemi di sicurezza volti ad impedire la dispersione in atmosfera del carico (costante umidificazione del carico; copertura dei cassoni con teloni; lavaggio degli automezzi in uscita dai cantieri);
- movimentazione dall'area di cantiere CI04 all'opera a mare mediante un'ulteriore linea di slurrydotto;
- caratterizzazione preliminare tramite sondaggi in avanzamento, al fine di individuare preventivamente il materiale che per livello di concentrazione di amianto dovrà essere conferito in discarica, e, con ciò, di limitare ulteriori movimentazioni;
- frantumazione volta a ridurre la pezzatura molto più grossolana derivante dallo scavo in tradizionale, al fine di ricondurla ad una più simile al fresato delle TBM (pezzatura massima 0,20 m).

Una volta trasportato presso il cantiere CI04, le terre, secondo la stessa logica di processo descritta per le terre da scavo meccanizzato, sono temporaneamente stoccate in silos (n. 2), caratterizzate attraverso il prelievo di campioni ed avviate allo stoccaggio definitivo secondo le procedure previste in funzione della loro classificazione (cfr. Figura 3-7).

3.5.5.2 *Il processo di gestione delle terre non amiantifere*

Le terre di scavo non amiantifere, ossia quelle derivanti dalla realizzazione delle gallerie in sinistra Polcevera, saranno per larga parte impiegate nella formazione dello strato di copertura dell'opera a mare, mentre due quote minoritarie saranno una impiegata nell'intervento di sistemazione morfologica in Comune di Sori, stanti le richieste espresse dall'Amministrazione comunale, e l'altra stoccata definitivamente presso il cantiere industriale CI06.

Assunto che la movimentazione di tali terre avverrà su gomma, al fine di minimizzare i flussi di traffico, l'intero comparto di scavo in sinistra Polcevera è stato articolato in quattro ambiti e sono stati concentrati i punti di uscita del materiale di scavo, secondo il seguente schema (cfr. Tabella 3-25).

Tabella 3-25 Quadro organizzativo degli scavi in sinistra Polcevera

Ambito di scavo	*Gallerie di riferimento*	*Cantieri di uscita terre*
Bolzaneto	Forte Diamante (parte) San Rocco Polcevera	CI27
	Bric du Vento (parte) Baccan	CI28
	Morego	CI32
Torbella	Bric du Vento (parte) Granarolo (parte) Forte Diamante (parte) Torbella Ovest Torbella Est Monte Sperone esistente adeguamento	CI26
Genova Est	Monte Sperone Forte Begato Campursone Quota parte, pari a circa 2/3, del volume di scavo di Genova Ovest, trasferito a Genova Est attraverso il cunicolo di emergenza	CI29
Genova Ovest	Granarolo (parte) Moro 1	CI30
	Moro 2	CI31

3.5.5.3 *Lo stoccaggio definitivo nell'opera a mare*

Secondo le procedure di stoccaggio, il materiale amiantifero con concentrazioni inferiori ai limiti del D. Lgs. 152/06 (1 g/kg) sarà movimentato lungo lo slurrydotto sino all'opera a mare, dove sarà conferito nelle tre vasche di colmata, mediante una tubazione flessibile collegata ad un diffusore.
Scopo del diffusore è quello di ridurre le velocità di uscita della miscela da oltre 3 m/s a poche decine di cm/s, ottenendo così il duplice scopo di stendere il materiale in modo uniforme e di limitare i fenomeni di turbolenza che potrebbero portare le fibre libere presenti nella colonna d'acqua fino all'interfaccia aria-acqua, con il conseguente rischio di passaggio in atmosfera.
Per questo motivo il versamento della miscela avverrà sempre mantenendo il diffusore in prossimità del fondo.
Come misura aggiuntiva si prevede di mettere in opera setti costituiti da panne galleggianti che riducono la formazione di onde in superficie per effetto del vento.
Sempre allo scopo di impedire l'esposizione all'aria del materiale amiantifero è previsto che la quota finale del materiale sia pari a -1 m.

Il versamento del materiale nella colmata, oltre a comportare lo scarico di fibre di amianto, comporterà anche lo scarico di frazioni fini che tenderanno a generare una notevole torbidità nell'intorno del diffusore. Per limitare la quantità di solidi che verranno richiamati dalle pompe a servizio del circuito di ritorno dello slurrydotto, è stato previsto di realizzare all'interno della colmata una serie di setti trasversali che creano delle vasche separate, denominate "W1" e "W2", destinate al ricircolo delle acque ed al pompaggio delle acque in esubero all'impianto di depurazione.
La funzione dei setti arginali è quella di intercettare i solidi in sospensione, favorendone la sedimentazione all'interno delle vasche di versamento; il passaggio dell'acqua attraverso gli argini è garantito da un fascio di tubi muniti di griglie a maglia fine in grado di evitare il passaggio dei solidi di dimensioni grossolane. I tubi sono posizionati ad un metro circa dalla superficie del pelo libero; in questo modo tutte le acque sono costrette a confluire in un unico punto in prossimità della superficie e ciò favorisce la sedimentazione della maggior parte dei solidi in sospensione che tendono ad accumularsi sul fondo della vasca.

Le frazioni fini che riescono a passare nella vasca di ricircolo costituiscono una frazione minima (< 1%) dei solidi totali e vengono eliminate nell'impianto di trattamento che progressivamente tratta tutte le acque della colmata, fino a raggiungere i limiti di legge per lo scarico in mare.

La maggior parte del materiale non amiantifero verrà impiegata per la realizzazione dell'opera a mare; una consistente quota parte sarà impiegata per la copertura della superficie della colmata (capping), così da mettere in sicurezza ed eliminare ogni rischio di contatto fra i materiali amiantiferi (con un contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs 152/06) e l'atmosfera (cfr. paragrafo 3.5.6).
Parte del materiale dovrà essere stoccato temporaneamente all'interno di una vasca, denominata "piarda", perché le tempistiche delle diverse operazioni non ne consentono l'utilizzo immediato; una quota parte di tale materiale, pari a circa 150.000 m^3, rimarrà nella piarda anche dopo le operazioni di svuotamento, onde evitare il rischio di prelevare, oltre al materiale di smarino precedentemente depositato, quota parte dei sedimenti attualmente presenti sul fondale marino nell'area della colmata.

3.5.6 Le quantità di materiale: modalità di soddisfacimento dei fabbisogni e bilancio

Uno dei fattori di specificità del progetto in esame risiede nell'essere composto da due tipologie di opere, identificate nelle infrastrutture autostradali e nell'opera a mare che, tra le Opere connesse di cantierizzazione, rappresenta quella certamente più rilevante anche sotto il profilo dell'analisi dei quantitativi in gioco. Conseguentemente, il quadro dei fabbisogni costruttivi e delle modalità di loro soddisfacimento dovrà essere condotto con riferimento ad entrambe dette opere.
Ciò premesso, per quanto riguarda le terre, distinguendo tra infrastrutture autostradali ed opera a mare, il fabbisogno complessivo è riportato in Tabella 3-26.

Tabella 3-26 Terre: quadro complessivo dei fabbisogni

Opera	*Elementi infrastrutturali*	*Materiale con possibile contenuto di amianto (m^3)*	*Materiale non contenente amianto (m^3)*
Infrastrutture autostradali	Gallerie - Arco rovescio	545.431,00	689.672,00
	Pavimentazioni - Strati bianchi		272.250,00
Opera a mare	Cassoni cellulari		327.885,00
	Scanno di imbasamento		194.170,80
	Scanno scatolari Rio Secco e Roncallo, comprensivo di compenetrazione e cedimento		22.695,00
	Argini, comprensivo di compenetrazione e cedimento		514.792,10
	Piarda, comprensivo di compenetrazione e cedimento		186.869,00
	Vasche acqua		116.415,00
	Strato copertura (capping)		1.570.919,00
	Vasche, comprensivo di compenetrazione e cedimento	6.403.643,00	
Totale		**6.949.074,00**	**3.895.667,90**

Ai volumi così individuati vanno sommati gli impieghi delle terre e rocce da scavo effettuati "a terra" (con materiale non contenente amianto) e gli eventuali smaltimenti a discarica di tipologie di materiale non riutilizzabile (materiale con possibile contenuto di amianto):

- sistemazione morfologica a Sori: 500.000 m^3;
- sistemazione morfologica a Genova Est (CI06): 300.000 m^3;
- smaltimento a discarica: 111.913,1 m^3.

Il volume totale, misurato in banco, dello smarino è di circa 8.370.093 m^3, di cui parte provenienti dallo scavo in TBM e parte provenienti dalle gallerie realizzate con scavo tradizionale, così ripartiti:

- terre e rocce da scavo con possibile contenuto di amianto: circa 5.190.923 m^3;
- terre e rocce da scavo non contenenti amianto: circa 3.179.170 m^3.

Considerando un coefficiente di rigonfiamento pari al 30% (nel passaggio del materiale da "banco" a "sciolto"), la volumetria complessiva del materiale di smarino da gestire è pari a circa 10.881.120 m^3.

La Tabella 3-27 confronta fabbisogni complessivi e disponibilità.

Tabella 3-27 Terre: fabbisogni e disponibilità

Opera	*Materiale con possibile contenuto di amianto (m^3)*	*Materiale non contenente amianto (m^3)*
• Infrastrutture autostradali	545.431,00	961.922,00
• Opera a mare	6.403.643,00	2.933.745,90
• Sistemazioni morfologiche		800.000,00
• Smaltimento a discarica	111.913,10	
Fabbisogno Totale	7.060.987,10	4.695.667,90
Disponibilità	6.748.199,90	4.132.921,00
Differenza	-312.787,20	-562.746,90

Come si può vedere il bilancio terre della Gronda si chiude evidenziando una necessità di materiale per completare l'opera a mare nel Canale di Calma: ciò è dovuto al fatto che l'abbancamento a lato dell'aeroporto – prudenzialmente – è stato leggermente sovradimensionato rispetto agli effettivi volumi disponibili da scavo, in modo da poter assorbire eventuali sopravvenienze (extrascavi, ..).

Per la realizzazione dell'opera, saranno inoltre necessari inerti pregiati; il quadro di tali fabbisogni risulta così articolato (cfr. Tabella 3-28).

Tabella 3-28 Inerti pregiati: quadro complessivo dei fabbisogni

Opera	*Elementi infrastrutturali*	*Tipologia materiale*	*Quantità teorica (m^3)*	*Coeff.*	*Quantità effettiva (m^3)*
Infrastrutture autostradali	Gallerie	Calcestruzzi per conci prefabbricati	706.877	1,2	848.252
	Viadotti e gallerie	Calcestruzzi e spritz	1.245.441	1,2	1.494.529
	Pavimentazioni	Strati neri	205.700	1	205.700
Opera a mare	Cassoni cellulari	Calcestruzzi	236.700	1,2	284.040
	Scanno di imbasamento	Pietrame	130.000	1	130.000
	Scanno di imbasamento	Sabbia	6.153,1	1	6.153,1
	Mantellata	Massi di prima categoria	54.994,9	1	54.994,9

A causa delle elevate prestazioni geotecniche richieste ai materiali da utilizzare e del fatto che alcune lavorazioni inizieranno prima che si dia inizio all'escavo delle gallerie, per queste quantità sarà necessario ricorrere all'approvvigionamento da cava. L'indagine eseguita sui siti estrattivi attualmente operanti nel contesto genovese ha messo in luce la potenzialità teorica di soddisfare i volumi richiesti, che assorbirebbero però gran parte della produzione a finire delle cave, considerando che una quota consistente della capacità dei siti è già opzionata dal "Terzo Valico". Per ridurre quindi il peso della Gronda sui poli limitrofi alla città, sono state individuate alcune soluzioni che consentano all'Appaltatore di approvvigionarsi anche da siti mediamente lontani dal cantiere, utilizzando l'autostrada (o il mare) come vettore (cfr. Tabella 3-29).

Tabella 3-29 Inerti pregiati: quadro complessivo modalità di copertura dei fabbisogni

Opera	*Elementi infrastrutturali*	*Modalità di soddisfacimento*	
Infrastrutture autostradali	Gallerie - Calcestruzzi per conci prefabbricati	In ragione dell'impossibilità di reperire un'area le cui dimensioni fossero tali da consentire di approntare un impianto di prefabbricazione conci, questi saranno realizzati all'esterno dell'ambito genovese e trasportati sino al cantiere industriale CI15 mediante autostrada. Non saranno necessarie forniture da cave locali.	
	Viadotti e gallerie – Calcestruzzi e spritz	I fabbisogni saranno coperti in parti eguali ricorrendo a cave locali e cave esterne all'ambito genovese.	
		Cave fuori ambito genovese (m^3)	Cave locali (m^3)
		747.264,5	747.264,5
	Pavimentazioni - Strati neri	Posto che gli impianti di betonaggio presenti sul territorio non sono dimensionalmente adeguati a sopperire all'intero fabbisogno, una quota parte pari al 50% sarà reperita in siti esterni all'ambito genovese.	
		Cave fuori ambito genovese (m^3)	Cave locali (m^3)
		102.850	102.850
Opera a mare	Cassoni cellulari - Calcestruzzi	In ragione delle esigenze e costruttive e stante l'assenza nel porto di Genova degli spazi necessari ad impiantare un cantiere dedicato, i cassoni cellulari saranno realizzati all'esterno dell'ambito genovese e rimorchiati al Canale di Calma. Non saranno necessarie forniture da cave locali.	
	Scanno di imbasamento - Pietrame	La necessità di anticipare la realizzazione dell'opera a mare rispetto alle attività di scavo delle gallerie determinerà la necessità di acquisire parte del materiale da cave locali.	
		Cave fuori ambito genovese (m^3)	Cave locali (m^3)
		-	130.000
	Scanno di imbasamento - Sabbia	La necessità di anticipare la realizzazione dell'opera a mare rispetto alle attività di scavo delle gallerie ed i limitati quantitativi necessari determineranno la necessità di acquisire la sabbia di regolarizzazione della scarpata interna da cave locali.	
		Cave fuori ambito genovese (m^3)	Cave locali (m^3)
		-	6.153,1
	Mantellata - Massi di prima categoria	Stanti le caratteristiche del materiale, questo potrà essere approvvigionato solo da cave selezionate, quali per l'appunto quelle del Verbano, individuate anche in ragione della loro elevata accessibilità, essendo collegate all'area di intervento attraverso l'A26. Non saranno necessarie forniture da cave locali.	

Stante la necessità di reperire parte dei materiali al di fuori del contesto locale, nell'ambito della progettazione è stata condotta una preventiva ricognizione dei siti disponibili, assumendo come area di indagine i territori comunali ricadenti entro un raggio di 60 chilometri, a partire dallo svincolo autostradale di Genova Ovest, ed adottando i seguenti criteri di lavoro (cfr. Tabella 3-30).

Tabella 3-30 Individuazione dei siti di cava, degli impianti di betonaggio, dei siti di discarica e degli impianti per conglomerati bituminosi: criteri

Siti di cava	Individuazione sulla base degli elenchi forniti dal Servizio Attività Estrattive del Dipartimento Sviluppo Economico della Regione Liguria
Impianti di betonaggio	Individuazione sulla base delle informazioni presenti sui portali di web di settore (ad esempio si cita NETCONCRETE)
Siti di discarica	Individuazione sulla base della pubblicazione ufficiale della Regione Liguria "*Discariche in esercizio al dicembre 2009*" (portale web della Regione Liguria, Settore Ambiente)
Impianti di produzione di conglomerati bituminosi	Individuazione sulla base di ricerca su web

Infine, va aggiunto il terreno vegetale previsto per la finitura superficiale dell'opera a mare (118.000 m³), che per caratteristiche granulometriche e pedologiche deve necessariamente essere controllato e quindi provenire da una fornitura esterna.

3.5.7 Le attività di movimentazione lungo la rete viaria

In merito al piano del traffico di cantiere, sono stati calcolati il numero di autocarri e betoniere necessari per il trasporto delle terre e dei calcestruzzi verso le destinazioni relative.
I valori sono stati calcolati dividendo le quantità degli smarini e dei calcestruzzi per le portate degli autocarri (20 m^3/cad) e delle autobetoniere (10 m^3/cad sulle strade locali e 12 m^3/cad per quelle che transitano in autostrada), ottenendo il numero complessivo di mezzi d'opera necessari per trasportare i materiali.
Nel calcolo dei viaggi/giorno vengono ovviamente valutati anche i ritorni "a vuoto" degli autocarri.
Nel conteggio dello smarino da trasportare su autostrade e viabilità locali sono state escluse le quantità di terre mandate al cantiere di Cornigliano tramite slurrydotto (più di 4.000.000 m^3 di smarino) o trasportate attraverso i tratti di nuova viabilità.

Come si può vedere nella Figura 3-8, le tratte autostradali più caricate sono la n. 10 e la n. 11 (rispettivamente 173 e 148 viaggi/giorno), che corrispondono al tratto dalla spalla Est del Morandi fino al cantiere di Cornigliano, dove si riuniscono quasi tutti i percorsi provenienti dagli ambiti di cantiere.

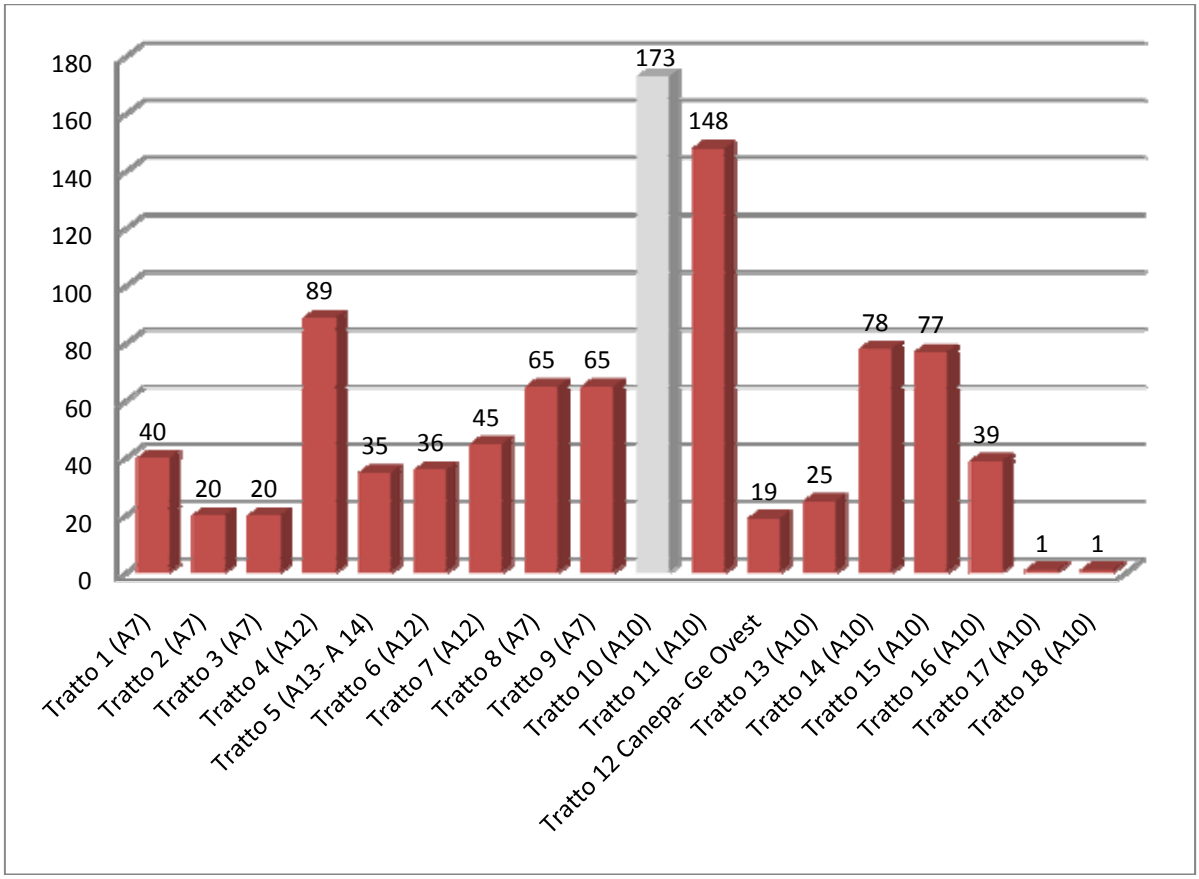


Figura 3-8 automezzi/giorno relativi ad ogni singolo tratto

Relativamente alla viabilità locale, sono stati calcolati i viaggi/giorno per ciascuna tratta a partire dalle quantità di materiale movimentato.
La tratta viabile più caricata (64 autocarri/giorno) è quella che costituisce il percorso dei conci prefabbricati tra lo svincolo di Bolzaneto ed il sito di stoccaggio CI-15 posto sull'altra sponda del Polcevera.

A distanza (12 autocarri/giorno) segue la tratta corrispondente al tragitto dove si riuniscono, a Voltri, le autobetoniere che portano il calcestruzzo prodotto all'impianto di betonaggio CI-03 di Voltri fino ai viadotti delle valli Cerusa, Leiro e all'area di Vesima.
Il totale automezzi utilizzati è pari a 94.

3.6 GLI INTERVENTI E LE MISURE DI MITIGAZIONE

3.6.1 Le sistemazioni a verde

3.6.1.1 *Le logiche e le modalità di intervento*

3.6.1.1.1 *Le logiche*

La progettazione delle opere a verde ha come obiettivo prevalente quello di inserire l'opera in modo compatibile ed integrato al sistema naturale circostante. Per il perseguimento di tale obiettivo si rende necessario tenere conto sia dei condizionamenti di natura tecnica determinati dalle caratteristiche dell'opera da mitigare, che dell'ambiente in cui l'infrastruttura si va a collocare, riconoscendone i caratteri naturali e le capacità di trasformazione.
Il riconoscimento dei caratteri costituenti il paesaggio vegetale esistente rappresenta il punto di partenza irrinunciabile per un inserimento a carattere "naturalistico", che ha come obiettivo prevalente quello di ripristinare quelle porzioni territoriali necessariamente modificate dall'opera o da tutte quelle operazioni che si rendono indispensabili per compierla, come le operazioni di cantierizzazione.

Gli interventi a verde relativi alle aree circostanti gli imbocchi in galleria, oggetto di rimodellamento morfologico, prevedono la sistemazione di raggruppamenti vegetali che, raccordandosi con la vegetazione esistente, consentono di ristabilire la continuità vegetazionale preesistente lungo il versante. In questa ottica, la logica seguita nella progettazione è stata quella di predisporre delle fitocenosi contigue, aventi diverse caratteristiche strutturali, che rappresentano gli stadi successivi del processo evolutivo a cui appartiene la vegetazione (dalla formazione erbacea, ad una arbustiva, fino ad una vegetazione di tipo forestale, che rappresenta la formazione più matura).
Gli interventi proposti ripropongono nell'impianto tale schema, dimostrando una predilezione verso le formazioni a carattere arbustivo, che, per le buone potenzialità intrinseche di sviluppo e l'elevata velocità di accrescimento, rappresentano gli stadi iniziali della serie dinamica; si ritiene importante dare degli input capaci di innescare il processo evolutivo naturale e, al tempo stesso, consentire alle formazioni di evolvere in modo spontaneo, limitandone le imposizioni dettate da un impianto già maturo.

3.6.1.1.2 *Le modalità di intervento: le tipologie ed i sesti d'impianto*

In ragione delle logiche succitate, gli interventi sono stati articolati in tre tipologie (cfr. Tabella 3-31).

Tabella 3-31 Tipologie di sistemazione a verde e criteri di loro scelta

Tipologie	*Criteri di scelta*
Prati stabili	La costituzione di un tappeto di vegetazione erbacea, oltre ad impedire la crescita e lo sviluppo di specie invadenti sinantropiche, che ne abbasserebbero la qualità, e ad evitare l'innescarsi di fenomeni erosivi e franosi, costituisce un ambiente favorevole alla presenza di molte specie animali per l'alimentazione di uccelli nidificanti al margine dei boschi e di numerosi micromammiferi. L'intervento sarà eseguito su tutta la superficie interessata dai lavori dopo la messa a dimora di alberi ed arbusti.
Formazioni arbustive	A fronte della copertura vegetale preesistente e delle potenzialità evolutive intrinseche proprie delle formazioni arbustive, ed in considerazione della finalità di operare la ricucitura vegetale del versante interessato dalla realizzazione degli imbocchi in galleria, è stato dato grande spazio alle formazioni arbustive; si ritiene che la piantumazione di nuclei arbustivi di specie autoctone svolga la funzione di consolidamento del suolo mediante l'apparato radicale e dia la possibilità alle fitocenosi naturali di evolvere verso forme più mature nell'ambito della serie dinamica di appartenenza.
Formazioni arboreo-arbustive	L'impianto delle formazioni arboreo – arbustive è stato previsto al margine delle aree di intervento con l'intento di rafforzare la continuità con i consorzi boschivi esistenti.

Per quanto attiene i sesti di impianto, il "disegno" e la distribuzione degli elementi arboreo-arbustivi all'interno dei sesti di impianto sono stati concepiti tentando di "copiare" le forme naturali al fine di favorire il più possibile l'inserimento paesaggistico con l'intorno ed assicurare la giunzione tra il nuovo e l'esistente.
In linea generale, sebbene l'intenzione sia di conferire all'impianto un aspetto naturale, si ritiene che nella fase di attecchimento e di primo accrescimento l'impianto apparirà senz'altro artificiale, in quanto inserito dall'uomo, e risulterà quindi "staccato" e riconoscibile dal resto delle comunità esistenti; il sistema risulterà comunque in grado di autoevolversi nel corso del tempo, riproponendo alla fine una situazione assimilabile a quella naturale.
Con riferimento alle tre tipologie di vegetazione previste, i sesti di impianto suggeriti nel progetto di ripristino ambientale sono i seguenti (cfr. Tabella 3-32).

Tabella 3-32 Tipologie di vegetazione e sesti di impianto

Tipologie di vegetazione	*Sesti di impianto*
Prati stabili	Inerbimento
Formazioni arbustive	Prato cespugliato termofilo (Tipo I) Prato cespugliato mesofilo (Tipo II) Cespuglieto termofilo (Tipo I) Cespuglieto mesofilo (Tipo II)
Formazioni arboreo - arbustive	Cespuglieto arborato termofilo (Tipo I) Cespuglieto arborato mesofilo (Tipo II)

Come si evince dalla tabella, per ciascun sesto di impianto sono state suggerite due categorie, riferibili al carattere termofilo (Tipo I) o mesofilo (Tipo II), che differiscono unicamente per la composizione floristica, mantenendo invariato la disposizione e il numero di essenze. La scelta di proporre per l'impianto dei raggruppamenti diversificati dal punto di vista ecologico nasce dall'esigenza di inserire nei diversi ambiti di intervento dei raggruppamenti il più possibile simili a quelli preesistenti, in accordo con le condizioni stazionali.

3.6.1.1.3 *Gli interventi*

Nella Tabella 3-33 si riassumono le caratteristiche principali dei consorzi vegetali predominanti nello stato ante operam per ciascun ambito territoriale, al fine di individuare le categorie di intervento più idonee in funzione del carattere ecologico.

Tabella 3-33 Ambiti e categorie di intervento

Ambito di intervento	*Vegetazione attuale*	*Categorie di intervento*
Vesima	Boschi misti a carpino nero con presenza di leccio; arbusteti a dominanza di Erica arborea sui terreni abbandonati e prati sfalciati	Impianto arboreo – arbustivo a carattere termofilo (Tipo I)
Voltri	Boschi di latifoglie miste decidue a dominanza di carpino nero con presenza di orniello e roverella	Impianto arboreo – arbustivo a carattere mesofilo (Tipo I)
Varenna	Bosco di scarpata torrentizia a carpino nero, con orniello e roverella lungo il fiume; formazioni miste di decidue e arbusteti sui versanti	Impianto arboreo – arbustivo a carattere termofilo (Tipo I)
Bolzaneto	Contesto antropizzato. Nuclei boscati misti con presenza di specie infestanti ed elementi sempreverdi	Impianto arboreo – arbustivo a carattere termofilo (Tipo I)
Torbella	Boschi misti a dominanza di carpino nero e castagno negli aspetti più freschi	Impianto arboreo – arbustivo a carattere mesofilo (Tipo I)
Genova Ovest	Aree edificate intervallate da aree agricole ed ex coltivi; presenza di formazioni boschive residue	Impianto arboreo – arbustivo a carattere termofilo (Tipo I)
Genova Est	Arbusteti di ricostituzione e praterie di origine secondaria	Inerbimento

Definite le categorie di impianto, si riporta per ciascun ambito un elenco delle aree di imbocco ritenute più significative (cfr. Tabella 3-34), per le quali si è reputato opportuno progettare un impianto di tipo arboreo – arbustivo.

Tabella 3-34 Ambiti e aree di intervento

Ambito territoriale	*Area di intervento*
Vesima	Imbocchi galleria Borgonuovo SV
Voltri	Imbocchi gallerie Borgonuovo GE e Bric Carmo Nord
	Imbocchi galleria Voltri SV
	Imbocchi gallerie Voltri GE e Ciocia GE
	Imbocchi galleria Amandola SV
	Imbocchi galleria Delle Grazie Sud
Varenna	Imbocchi galleria Amandola GE
	Imbocchi galleria Monterosso SV
Bolzaneto	Imbocchi galleria Monterosso GE
	Imbocchi gallerie Bric du Vento SV, Baccan e Polcevera SV
Genova Ovest	Imbocchi gallerie Granarolo GE e Moro 1
	Imbocchi gallerie Moro 1 e Moro 2
Torbella	Imbocchi galleria Torbella est, Torbella ovest, Bric del Vento, Forte Diamante, alesaggio galleria Monte Sperone
	Imbocchi galleria Granarolo MI e Monte Sperone MI

Per i restanti imbocchi in galleria non inclusi nell'elenco, come ad esempio quelli previsti nell'ambito di Genova Est, considerando le peculiarità della vegetazione esistente si ritiene che la sistemazione delle aree circostanti l'imbocco si possa limitare esclusivamente al ripristino di superfici inerbite. In particolare l'ambito territoriale di Genova Est si caratterizza per una copertura vegetale ad arbusteti sparsi, espressione della ricolonizzazione da parte della vegetazione dei terreni denudati per cause di origine antropica (come il caso degli incendi), che rappresenta gli stadi iniziali della serie dinamica di vegetazione.
Ciò premesso, si ritiene che la predisposizione del manto erboso sia sufficiente a garantire un ripristino dello stato dei luoghi compromessi dalla realizzazione delle opere, favorendo la diffusione da parte delle specie locali già presenti nell'intorno.

3.6.2 Mitigazione acustica

3.6.2.1 *Interventi in fase di cantierizzazione*

In linea generale, in fase di cantierizzazione sarà necessario ricercare e mettere in atto tutti i possibili accorgimenti tecnico organizzativi e/o interventi volti a rendere il clima acustico inferiore ai valori massimi indicati nella normativa tecnica nazionale e regionale. Nel caso tale condizione non fosse comunque raggiungibile, l'appaltatore dovrà effettuare delle valutazioni di dettaglio e, laddove necessario, richiedere al Comune una deroga ai valori limite, ai sensi delle vigenti normative in tema di acustica ambientale.

Le opere di mitigazione del rumore proponibili per le aree di cantiere possono essere ricondotte a due categorie:

- interventi "attivi" finalizzati a ridurre alla fonte le emissioni di rumore
  - Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramenti prestazionali
  - Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature
  - Modalità operazionali e predisposizione del cantiere
- interventi "passivi", finalizzati a intervenire sulla propagazione del rumore nell'ambiente esterno (questi potranno consistere sostanzialmente nell'interposizione tra sorgente e ricettore di opportune schermature in grado di ottimizzare il clima acustico circostante).

3.6.2.2 *Interventi in fase di esercizio*

Gli interventi di mitigazione previsti per i ricettori compresi all'interno dell'ambito spaziale di interazione acustica dell'infrastruttura di progetto si compongono di:

- barriere antirumore;
- infissi silenti.

Spesso l'utilità di una mitigazione ambientale per un determinato progetto si intreccia con l'utilità di altre componenti, determinando sinergie di abbattimento dei singoli inquinanti.

Seguendo questa logica, gli interventi di mitigazione acustica diventano veri e propri elementi di progettazione dell'opera e da essa non devono essere disgiunti, in quanto non costituiscono solo una mera valutazione specialistica dell'abbattimento dei livelli di inquinamento prodotti dall'infrastruttura, ma comprendono più aspetti della progettazione all'interno di un quadro tecnico – ambientale inteso nell'accezione più ampia del termine.

La scelta tipologica di una barriera antirumore deriva in termini generali da numerosi fattori tra i quali si può evidenziare quanto segue:
- la possibilità tecnica di installazione al variare della tipologia dell'opera (viadotto, rilevato, ecc.), anche in considerazione del nuovo sovraccarico permanente e accidentale imposto alle strutture;
- la presenza di vincoli di natura ambientale e di inserimento nel territorio (visibilità, paesaggio, fattori estetici, ecc.);
- la richiesta di prestazioni acustiche ottimali (fonoassorbimento, fonoisolamento) in relazione alle caratteristiche del rumore emesso e costanti nel tempo;
- il costo degli interventi;
- la necessità di garantire oneri di manutenzione contenuti.

La scelta della tipologia di barriera ottimale scaturisce, quindi, da considerazioni, oltre che prettamente tecniche sui requisiti acustici degli schermi, anche dall'osservazione di elementi percettivi sulla qualità dell'intervento preso nella sua interezza. Sono state pertanto previste barriere miste con caratteristiche fonoassorbenti – fono riflettenti (cfr. Tabella 3-35).

Tabella 3-35 Interventi previsti: Barriere antirumore

Area	*Barriera n°*	*Rif. Arco stradale*	*Carregg.*	*Lato*	*L [m]*	*H [m]*	*S [mq]*
	A-1	Viadotto Beo	Ovest	Destro	116	5	580
	A-2	Viadotto Vesima Est/Viadotto Uccelliera	Est	Destro	311	4	1244
	A-3	Viadotto Vesima Est/Viadotto Uccelliera	Est	Destro	220	3	459
Vesima	A-4	Viadotto Vesima Ovest	Ovest	Destro	153	3	873
	B-1	Viadotto Cerusa esistente	Sud	Sinistro	397	3	210
	B-2	A26 - Interconn. A26 - A10	Ovest	Destro	244	3	279
	B-3	A26 - Interconn. A26 - A11	Nord	Sinistro	93	3	1413
	B-4	Interconn. A10 - Gronda/Viadotto Cerusa	Est	Destro	471	3	471
	B-5	Interconn. Gronda - A26	Ovest	Destro	70	4	280
Voltri	B-6	Gronda - Viadotto Leira	Ovest	Destro	283	3	283
	D-1	Gronda - Viadotto Genova	Est	Destro	831	3	799
	D-2	A7 esistente Viadotto Secca Sud - Viadotto Mercantile	Sud	Destro	368	5	1840
	D-3	A7 esistente	Sud	Sinistro	435	3	1305
	D-4	A7 esistente Viadotto Secca Nord esistente	Nord	Sinistro	471	5	2355
	D-5	A7 esistente Viadotto Secca Nord esistente	Nord	Destro	315	3	945
	D-6	A7 esistente	Sud	Sinistro	186	5	930
Bolzaneto	D-7	A7 esistente	Nord	Destro	18	2	36

In corrispondenza dei ricettori ad uso abitativo e dei ricettori presso i quali non è stato possibile garantire il rispetto degli obiettivi di mitigazione, pur avendo opportunamente dimensionato ulteriori

interventi di mitigazione, si è provveduto con l'intervento diretto sull'edificio, con sostituzione degli infissi esistenti con appositi infissi antirumore (cfr. Tabella 3-36).

Tabella 3-36 Interventi diretti con infissi silenti

Area	*Numero*	*Piani totali*	*Piani con interventi*
Vesima	A-004	3	3
	A-040	1	1
	A-043	2	2
Voltri	B-015	2	2
	B-126	1	1
	B-193	2	2
Bolzaneto	D-018	3	2
	D-036	1	1
	D-079	4	4
	D-112	8	1
	D-173	4	4
	D-175b	1	1
	D-176	3	3
	D-177	3	3
	D-232	4	4
Torbella	E-026	1	1
	E-027	2	2

3.6.3 Protezione del sistema idrico

Al fine di assicurare una corretta gestione delle acque nelle aree di cantiere, sono stati progettati idonei sistemi per le tre aree di riferimento:

- Cantieri industriali
- Cantieri di imbocco
- Campo base

Di seguito si riportano le principali caratteristiche comuni a tutti i cantieri industriali e ai cantieri di imbocco:

- Tutte le aree saranno opportunamente delimitate da recinzioni.
- Tutte le superfici saranno completamente asfaltate.
- Qualsiasi macchinario e/o attrezzatura fissa di cantiere sarà opportunamente appoggiato su idonei basamenti in cemento armato.
- Tutti i depositi di carburante (ove presenti) saranno conformi alla normativa vigente in materia (D.M. 19/03/1990 n. 76).

Le attività di lavorazione comportano la generazione diretta o indiretta di acque reflue che, prima di essere immesse nel loro recapito finale, devono essere adeguatamente trattate.
Le origini delle acque reflue nei cantieri industriali sono relative a:

- Acque meteoriche di dilavamento dei piazzali dei cantieri;
- Acque reflue civili.

Nei cantieri di imbocco le acque reflue possono derivare anche da:

- Attività di avanzamento degli scavi della galleria;
- Lavaggio ruote dei mezzi che trasportano il materiale scavato ed il calcestruzzo;
- Lavaggio delle canale delle autobetoniere.

Per ogni singolo tipo di acque e per ogni area di cantiere è stata prevista una rete distinta di raccolta e convogliamento con immissione nell'impianto di depurazione ubicato nell'area di cantiere.
Si prevede il riutilizzo delle acque reflue industriali e meteoriche trattate mentre per le acque depurate in esubero, per le acque provenienti dai versanti si prevede lo scarico nei recettori esistenti.

Vista la particolare conformazione plano-altimetrica dell'area del campo base, la gestione idraulica delle acque meteoriche è stata organizzata individuando 3 aree:

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

Per ciascuna area sono state previste due reti distinte:

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

3.7 I MONITORAGGI AMBIENTALI

Le metodologie di monitoraggio ambientale sono tese alla valutazione degli effetti apportati dalle attività di costruzione del tracciato, di cantiere, di realizzazione della viabilità di servizio, nonché del successivo esercizio autostradale, sull'Ambiente Antropico, in termini di inquinamento atmosferico, da rumore e da vibrazioni, sull'Ambiente Idrico superficiale, sotterraneo e marino, a controllo dell'efficacia del sistema di conterminazione dell'opera a mare, sull'Assetto del territorio, in relazione alle situazioni morfologiche interferenti con potenziali ricettori sensibili.
Le finalità che hanno ispirato l'articolazione del progetto sono le seguenti:

- Documentare l'evolversi della situazione ante-operam al fine di verificare la naturale dinamica dei fenomeni ambientali in atto prima dell'inizio dei lavori.
- Garantire il controllo di situazioni specifiche fornendo indicazioni funzionali all'eventuale adeguamento della conduzione dei lavori alla luce di particolari esigenze ambientali.
- Segnalare il manifestarsi di eventuali anomalie ambientali, in modo da intervenire immediatamente evitando lo sviluppo di eventi gravemente compromettenti della qualità ambientale.
- Accertare la reale efficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione degli impatti ambientali.
- Adottare misure di contenimento degli eventuali effetti non previsti.
- Verificare le modifiche ambientali intervenute per effetto della realizzazione dell'opera, distinguendoli dalle alterazioni indotte da altri fattori naturali o legati alle attività antropiche del territorio.

Il "Monitoraggio Ambientale" si propone dunque di affrontare, in modo approfondito e sistematico, la prevenzione, l'individuazione ed il controllo dei possibili effetti negativi arrecati all'ambiente dalla realizzazione della nuova opera autostradale.
Gli elementi di novità, introdotti dal progetto di Genova e messi in evidenza da alcune relazioni specialistiche contenute nel PD e nello SIA, sono la misura delle fibre di amianto areodisperse ed il controllo in acqua di mare. Con la rilevazione di queste tipologie quali-quantitative il Monitoraggio Ambientale previsto ricopre in modo completo il controllo delle potenziali criticità previste a progetto.

Per quanto riguarda la fase post operam, sono previste attività di monitoraggio per i primi 12 mesi di esercizio, sui settori ambientali mostrati nella tabella che segue.

Settore Ambientale	*Descrizione*
Ambiente Antropico: Atmosfera, Rumore e Vibrazioni	Indicatori chimico-fisici legati alla diffusione del rumore, della polluzione atmosferica e delle vibrazioni
Ambiente Idrico: Acque superficiali, sotterranee e marine	Indicatori chimico-fisici legati alla qualità ed al deflusso delle acque superficiali, sotterranee e marine

Per quanto riguarda la fase di costruzione, sono previste attività di monitoraggio suddivise cronologicamente in due fasi:

- ante operam (12 mesi prima dell'avvio dei lavori);

- corso d'opera (o di costruzione).

I settori di riferimento sono riportati nella tabella che segue.

Settore Ambientale	*Descrizione*
Ambiente Antropico: Atmosfera, Rumore e Vibrazioni	Indicatori chimico-fisici legati alla diffusione del rumore, della polluzione atmosferica e delle vibrazioni
Ambiente Idrico: Acque superficiali, sotterranee e marine	Indicatori chimico-fisici legati alla qualità ed al deflusso delle acque superficiali, sotterranee e marine
Assetto del territorio	Indicatori fisici per movimenti profondi e gravitativi, in seguito all'esecuzione di scavi, provvisori o definitivi, in corrispondenza di aree particolarmente vulnerabili e di ricettori considerati sensibili

4 QUADRO AMBIENTALE

4.1 I TEMI E LA METODOLOGIA DI LAVORO

4.1.1 Le finalità del Quadro ambientale

Come noto, le finalità assegnate al quadro ambientale sono individuate dall'articolo 5 del DPCM 27.12.1988 nei seguenti termini: «In relazione alle peculiarità dell'ambiente interessato […], il quadro di riferimento ambientale:

a) stima qualitativamente e quantitativamente gli impatti indotti dall'opera sul sistema ambientale, nonché le interazioni degli impatti con le diverse componenti ed i fattori ambientali, anche in relazione ai rapporti esistenti tra essi;
b) descrive le modificazioni delle condizioni d'uso e della fruizione potenziale del territorio, in rapporto alla situazione preesistente;
c) descrive la prevedibile evoluzione, a seguito dell'intervento, delle componenti e dei fattori ambientali, delle relative interazioni e del sistema ambientale complessivo;
d) descrive e stima la modifica, sia nel breve che nel lungo periodo, dei livelli di qualità preesistenti, in relazione agli approfondimenti di cui al presente articolo;
e) definisce gli strumenti di gestione e di controllo e, ove necessario, le reti di monitoraggio ambientale, documentando la localizzazione dei punti di misura e i parametri ritenuti opportuni;
f) illustra i sistemi di intervento nell'ipotesi di manifestarsi di emergenze particolari.»[23].

Secondo la metodologia posta alla base del presente studio, le finalità assegnate a ciascuno dei tre quadri di riferimento hanno costituito il parametro rispetto al quale arrivare all'identificazione di quegli elementi progettuali che, proprio per essere rilevanti rispetto a dette finalità, sono stati selezionati come oggetti specifici di trattazione del quadro indagato, denominati pertanto come "Temi di quadro".
Nel caso del quadro ambientale, stanti le predette finalità, la metodologia di lavoro è risultata parzialmente differente da quella precedentemente seguita, in quanto le specificità proprie di ciascuna delle componenti ambientali hanno evidenziato la necessità di reiterare il processo di scomposizione dell'opera in elementi progettuali anche nell'ambito di ognuna di dette componenti, al fine di arrivare alla identificazione di quelli che, per analogia, potremmo definire come "Temi di componente". Adottando sempre quale principio di selezione quello della rilevanza rispetto alle finalità dell'analisi, il criterio di verifica di detto requisito è stato identificato nel riconoscimento della esistenza di un nesso di causalità Azioni di progetto – Fattori causali – Impatti potenziali.
In ragione di tale approccio, una volta operata una prima identificazione degli elementi progettuali che, viste le finalità attribuite al quadro ambientale, rivestono aspetti di rilevanza (Temi di quadro), per ognuna delle componenti si è proceduto a ripetere tale operazione, individuando così i relativi Temi di riferimento (Temi di componente).

Tale operazione è stata, per alcune delle componenti previste dal DPCM 27.12.1988, orientata dalla più volte sottolineata circostanza che il tracciato in progetto corre per la maggior parte in sotterraneo, eccezion fatta per sette aree di limitata estensione, nel seguito identificate come "aree di intervento" (cfr. Tabella 4-1).

Tabella 4-1 Aree di intervento

Aree con tratti allo scoperto	*Assi autostradali di riferimento*
Vesima	Interconnessione A10 – Gronda di ponente
Voltri	Interconnessione A26 – Gronda di ponente
Varenna	Gronda di ponente
Bolzaneto	Interconnessione Gronda di Ponente – A7
Torbella	Interconnessione A7 - A12
Genova Est	Adeguamento svincolo Genova Est
Genova Ovest	Interconnessione A7 – A10

[23] DPCM 27.12.1988 art. 5 co. 3

A fronte di tale impianto metodologico, anche l'indice dei capitoli dedicati alle singole componenti è stato strutturato come segue:

- Individuazione dei temi di riferimento e definizione della metodologia di lavoro adottata;
- Descrizione dello stato attuale della componente (Quadro conoscitivo di area vasta);
- Analisi delle interazioni opera-ambiente;
- Analisi del rapporto opera-ambiente.

4.1.2 Il Progetto Infrastrutturale

Entrando nel merito dei Temi del quadro ambientale dello SIA del Progetto infrastrutturale, ricordato che i macrotemi concernenti detto SIA sono stati riconosciuti nelle Infrastrutture autostradali come "manufatto fisico" e come "esercizio", la selezione dei relativi elementi progettuali ha condotto ad identificare come Temi le "Infrastrutture autostradali ex novo" ed il "Funzionamento in termini di volume di traffico movimentato" (cfr. Tabella 3-2).

Tabella 4-2 Progetto Infrastrutturale: Temi di quadro

Macrotema	*Temi di riferimento*			
Opera come manufatto	Macro elementi infrastrutturali	Infrastrutture autostradali ex novo	Elementi infrastrutturali	• Viadotti • Gallerie • Aree di imbocco
Opera come esercizio	Funzionamento in termini di volume di traffico movimentato		• Traffico sulle infrastrutture ex novo • Traffico sulle infrastrutture esistenti	

La Figura 4-1 riporta, invece, i Temi di componente individuati.

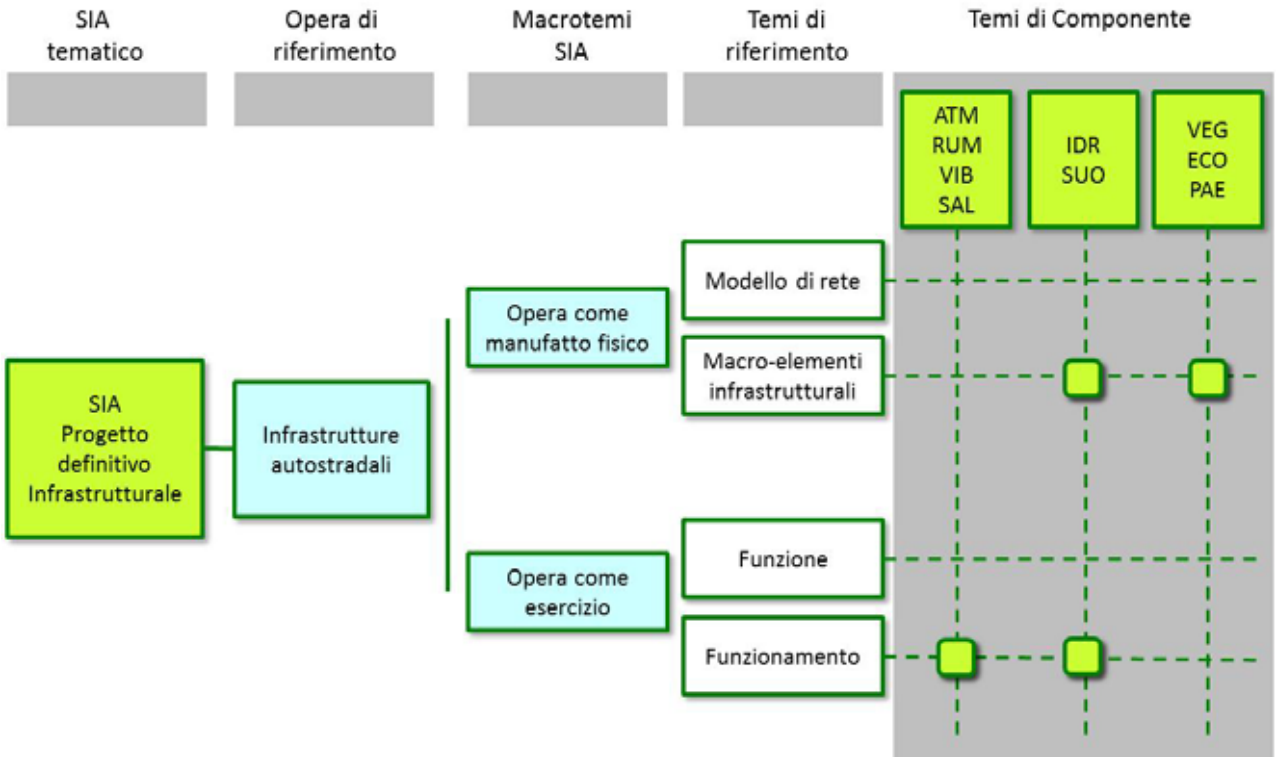


Figura 4-1 Progetto Infrastrutturale: Temi di Componente

4.1.3 Il Progetto di Cantierizzazione

Richiamato che i macrotemi dello SIA del Progetto di cantierizzazione sono stati individuati nelle "Infrastrutture autostradali come realizzazione" e nelle Opere connesse di cantierizzazione colte nelle tre distinte dimensioni di lettura[24], i Temi di riferimento a livello di quadro sono stati individuati nei seguenti elementi progettuali (cfr. Tabella 4-3).

Tabella 4-3 Progetto di Cantierizzazione: Temi di quadro

Opere	*Macrotemi*	*Temi di riferimento*	*Temi di Quadro*	
Infrastrutture autostradali	• Opera come realizzazione	• Attività costruttive	▪ Costruzione dei viadotti	
			▪ Scavo e costruzione delle gallerie	– Scavo meccanizzato – Scavo in tradizionale
			▪ Movimentazione delle terre di scavo delle gallerie	
			▪ Gestione delle terre di scavo delle gallerie	
			▪ Approvvigionamento di materie prime	
		• Aree a servizio della cantierizzazione	▪ Aree cantieri industriali ▪ Aree cantieri di imbocco ▪ Aree campi base ▪ Itinerari di cantierizzazione ▪ Piste di cantiere	
Opere connesse di cantierizzazione	• Opera come manufatto	• Opere a carattere temporaneo	▪ Slurrydotto ▪ Pista di montaggio frese	
		• Opere a carattere definitivo	Opera a mare	
	• Opera come realizzazione	• Attività costruttive	▪ Confinamento del Canale di Calma ▪ Chiusura dell'opera a mare ▪ Approvvigionamento delle materie	
		• Aree a servizio della cantierizzazione	▪ Aree di cantiere ▪ Itinerari di cantierizzazione	
	• Opera come esercizio	• Funzionamento	▪ Movimentazione dello slurry lungo lo slurrydotto ▪ Riempimento progressivo dell'opera a mare	

La Figura 4-1 riporta, invece, i Temi di componente individuati.

[24] Le dimensioni di lettura di un'opera infrastrutturale sono state identificate in quella realizzativa, fisica (manufatto) ed in quella dell'esercizio.

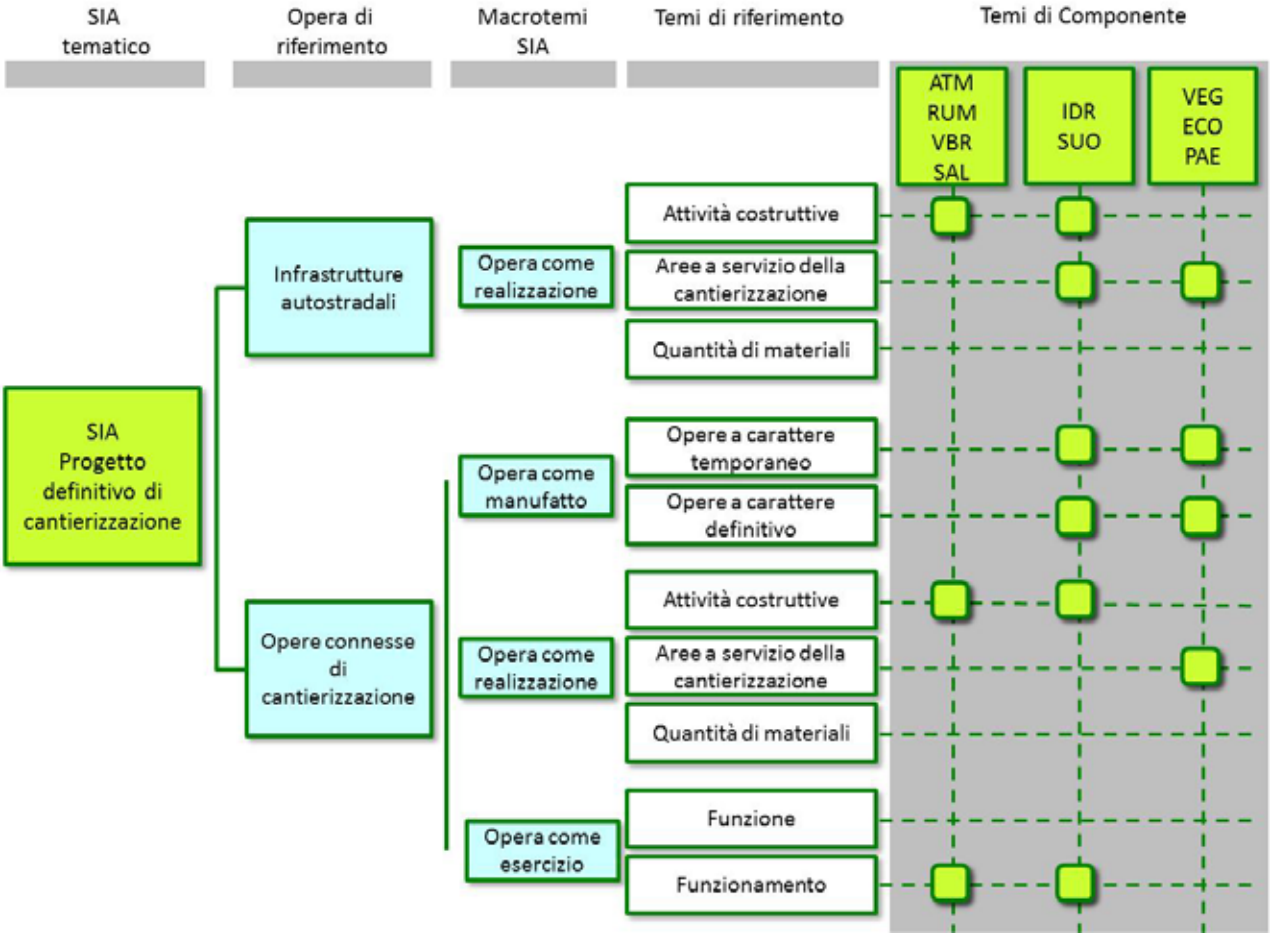


Figura 4-2 Progetto di Cantierizzazione: Temi di Componente

4.2 ATMOSFERA

4.2.1 Temi e metodologia di lavoro

4.2.1.1 *Progetto Infrastrutturale*

Il quadro delle azioni di progetto, dei fattori causali e dei relativi impatti potenziali presi in esame può essere sintetizzato nei seguenti termini (cfr. Tabella 4-4).

Tabella 4-4 Infrastrutture: azioni di progetto, fattori causali ed impatti potenziali

Azioni di progetto	*Fattori causali*	*Impatti potenziali*
Incremento delle sorgenti emissive di origine autostradale	Produzione di fumi di scarico da traffico veicolare	Modificazione del bilancio emissivo
Spostamento delle sorgenti emissive di origine veicolare		Modificazione delle condizioni di qualità dell'aria

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le seguenti attività:

- studio emissivo di ampia scala, riferito cioè all'intera porzione territoriale interessata dal progetto, finalizzato a ricostruire il carico inquinante dovuto alla sorgente traffico veicolare in corrispondenza di tre distinti scenari di riferimento (attuale - 2009, programmatico – 2020 e progettuale - 2020); attraverso la quantificazione del delta emissivo complessivo e pro-capite, viene valutata l'influenza sulle aree urbane oggi attraversate dalle direttrici autostradali determinata dallo spostamento delle sorgenti emissive e viene verificata l'efficacia delle scelte assunte nella direzione del carico inquinante sulle popolazioni;
- studio diffusivo (mediante l'applicazione di modellistica matematica - modelli CALMET e CALPUFF), avente ad oggetto la determinazione dei livelli di concentrazione che si determineranno allo scenario di progetto, assunto all'anno 2020, in corrispondenze delle aree di intervento, già definite come quelle porzioni del territorio in cui il tracciato di progetto corre in superficie, al fine di verificarne la conformità con il dettato normativo. Gli inquinanti atmosferici considerati sono: NO_2, PM_{10} e $PM_{2,5}$ che, tra quelli emessi dal traffico autoveicolare, presentano il limite di legge più restrittivo.

4.2.1.2 *Progetto di Cantierizzazione*

Il quadro delle azioni di progetto, dei fattori causali e dei relativi impatti potenziali presi in esame può essere sintetizzato nei seguenti termini (cfr. Tabella 4-5).

Tabella 4-5 Cantierizzazione: azioni di progetto, fattori causali ed impatti potenziali

Azioni di progetto	*Fattori causali*	*Impatti potenziali*
Costruzione dei viadotti	• Sollevamento e dispersione di polveri aerodisperse provocati dalle lavorazioni svolte • Sollevamento e dispersione di polveri aerodisperse a seguito del transito dei mezzi su strade non pavimentate • Produzione di fumi di scarico delle macchine operatrici	Modificazione delle condizioni di qualità dell'aria
Scavo e costruzione delle gallerie		
Gestione delle terre di scavo		
Costruzione dell'opera a mare		
Trasporto su gomma delle terre di scavo	• Produzione di fumi di scarico da traffico di cantierizzazione	
Trasporto dei materiali di costruzione		

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le seguenti attività:

- determinazione dei fattori di emissione per le polveri sottili (PM_{10}) e gli ossidi di azoto (NO_2), relativi a ciascuna attività prevista, e definizione del quadro emissivo complessivo;

- valutazione dell'incremento emissivo tra lo scenario ante operam e la fase di realizzazione, con l'individuazione di una soglia di discrimine rispetto all'eventuale necessità di operare un più approfondito studio modellistico (situazione non riscontrata).

La determinazione dei fattori di emissione, delle emissioni e la valutazione dei risultati è stata condotta sulla base delle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" (redazione ARPA Toscana, adozione DGP Firenze n. 213 del 03/11/2009). Nelle LLGG sono contenute le soglie di emissione al di sotto delle quali l'attività di trattamento di materiali polverulenti può essere ragionevolmente considerata compatibile con l'ambiente; tali valori soglia sono correlati alla distanza intercorrente tra il ricettore e la sorgente, nonché alla durata delle attività lavorative.

Con riferimento alle azioni concernenti lo scavo e la costruzione delle gallerie, si precisa che, nel caso di gallerie scavate con metodo meccanizzato e rimozione dello smarino mediante sistemi automatici chiusi, le emissioni polverulente relative vengono considerate irrilevanti ai fini di potenziali alterazioni della qualità dell'aria nell'intorno del cantiere e lungo il tracciato del sistema di trasporto, stanti le tecniche adottate. Analoghe considerazioni valgono per le attività svolte presso il cantiere CI.14 e la movimentazione dello smarino proveniente dallo scavo delle gallerie in meccanizzato lungo lo slurrydotto, in quanto dette attività sono state concepite come del tutto ermetiche.

Le attività minori non sono state analizzate in quanto si è ritenuto che loro durata ed estensione territoriale fosse tale da non determinare impatti ambientali significativi, anche a fronte delle azioni ed opere di mitigazione che verranno comunque messe in campo in via preventiva e precauzionale.

Si precisa che all'interno delle aree di cantiere le emissioni di particolato allo scarico dei mezzi d'opera sono state trascurate rispetto al particolato prodotto dalle attività di costruzione e dal risollevamento per il transito dei mezzi sulle piste di cantiere.

Con riferimento all'opera a mare, il quadro emissivo è stato definito per la sola fase di realizzazione della conterminazione, essendo questa fase la più gravosa in termini di tipologia e quantità di mezzi operanti nel canale di calma, oltre ad avere un'estensione temporale lunga.

4.2.2 Quadro conoscitivo

Lo stato attuale della componente Atmosfera è stato qualificato tramite l'analisi dei seguenti dati:

- Dati meteorologici
- Fonti di emissione
- Qualità dell'aria

4.2.2.1 *Dati meteorologici*

Per la caratterizzazione della zona di studio "terrestre" sotto il profilo meteorologico, allo scopo di ricostruire con il modello CALMET i campi di vento nelle aree di interesse, sono stati ricercati i dati orari disponibili delle grandezze meteorologiche significative, misurate su un arco temporale sufficientemente rappresentativo. La ricostruzione è stata pertanto effettuata utilizzando i dati di due stazioni meteorologiche dell'ARPA Liguria (cfr. Tabella 4-6): da Novembre 2009 a Marzo 2010 con i dati della sola stazione di Genova Centro funzionale, da Aprile a Ottobre 2010 anche con i dati di Passo del Turchino.

Tabella 4-6: Caratteristiche delle stazioni meteorologiche

Stazione	*Coordinate*	*Quota*	*Inizio rilevamenti*	*Grandezze rilevate*
Centro Funzionale	44,4017°N - 8,9472°E	30 m slm	2008	DV e VV, T, Rs, Ur, Pr
Passo del Turchino	44,4800°N - 8,7300°E	598 m slm	apr-2010	DV e VV, T
DV: direzione prevalente del vento; VV: media oraria della velocità del vento; T: media oraria della temperatura; Rs: media oraria della radiazione solare globale; Ur: media oraria dell'umidità relativa; Pr: media oraria della pressione				

Relativamente ai dati sul vento, si evidenziano circolazioni abbastanza attive in entrambe le stazioni; in termini generali si nota come nella stazione di Genova le intensità del vento siano molto più deboli che sul Passo del Turchino; inoltre, nella stazione di Genova le provenienze più frequenti sono quelle settentrionali, mentre sul Passo del Turchino dominano quelle meridionali. In tutte le stagioni, salvo quella invernale rappresentata peraltro solo nella stazione di Genova, le direzioni del vento sono comunque ripartite su parecchi settori (anche se con frequenze differenti). La velocità media del vento al suolo rilevata nel sito di Genova Centro Funzionale è di 2.9 m/s e nel sito del Passo del Turchino è di 3,6 m/s.

In merito alla temperatura del'aria, tra le due stazioni si riscontra una differenza media di circa 6,2±1,0 °C dovuta alla differenza di quota, dell'ordine di 600 m (una differenza corrispondente circa al gradiente verticale adiabatico).

Per la caratterizzazione della zona di studio "marina" sono stati considerati anche i dati anemologici desunti dallo "Studio Meteomarino" elaborato dalla società D'Appolonia nell'ambito dello "Studio di fattibilità" redatto nel 2008. Lo studio riguardava la valutazione delle ipotesi di riutilizzo del materiale di smarino prodotto dallo scavo delle gallerie (previste dal progetto della Gronda Autostradale di Ponente), per la formazione di una colmata sottomarina che costituisse l'imbasamento della Nuova Isola Aeroportuale di Genova.[25]
I particolare, sono stati analizzati i dati relativi alla velocità del vento, registrati dalla Stazione della Rete Mareografica Nazionale ubicata nei pressi dell'Acquario nel Porto Antico di Genova, alle coordinate 44°24'31'' N, 8°55'33'' E, che si riferiscono al periodo che va dal 1 gennaio 2001 al 31 dicembre 2007; la quota di misurazione dei dati è 10 m sul l.m.m.. Il vento rilevato da questa stazione presenta il 98% di dati validi.
I dati a disposizione sono stati elaborati nell'ambito del predetto studio per ottenere le condizioni di vento nel paraggio d'interesse, con riferimento sia alle condizioni frequenti che a quelle estreme.
Le direzioni dominanti sono quelle da N-NE, che rappresentano il 31% circa degli eventi e alle quali sono associati i venti più intensi, e quelle da SE, con il 14% circa degli eventi.
Per quanto riguarda l'intensità, il 97% circa degli eventi è caratterizzato da velocità inferiori o uguali a 8 m/s mentre ai venti superiori a 16 m/s è associata la percentuale di 0,07.

4.2.2.2 *Fonti di emissione*

L'area urbana di Genova è da sempre una delle aree più critiche della Regione Liguria per quanto riguarda la qualità dell'aria. Il solo Comune di Genova contribuisce per una quota che va dal51% al 24%, a seconda dell'inquinante considerato, alle emissioni totali regionali dei principali inquinanti[26].
Le criticità evidenziate dal Piano regionale di risanamento e tutela della qualità dell'aria e per la riduzione dei gas serra, approvato dal Consiglio regionale con delibera n. 4 del 21 febbraio 2006, riguardano in particolare l'area urbana di Genova, caratterizzata dalla presenza al suo interno di numerose fonti emissive (Figura 4-3), quali l'area portuale e le attività industriali collegate (raffinerie, impianti di stoccaggio, acciaierie), gli impianti di produzione di energia, l'area aeroportuale.
La "zonizzazione" del territorio da parte della Regione Liguria (approvata con D.G.R. 1144/04), ovvero la suddivisione in aree omogenee per problematiche e criticità con riferimento agli inquinanti normati dal D.M. 60/02, considera l'area urbana di Genova come "zona 1 - agglomerato" (Figura 4-4), ossia tra le aree maggiormente critiche le cui fonti più rilevanti sono di tipo misto (produzione industriale, traffico, riscaldamento civile); i parametri per i quali l'area di Genova risulta più fragile sono il biossido di azoto, il particolato solido di diametro inferiore ai 10 µm e il benzene.
Anche la zonizzazione preliminare per l'ozono troposferico, formulata a seguito dell'emanazione del D.Lgs. 183/04, include l'area del Comune di Genova all'interno della "zona A" ossia tra le aree in cui risultano superati i valori bersaglio per la protezione della salute umana e per la protezione della vegetazione[27].

[25] D'Appolonia (2008) Autorità portuale di Genova. Ipotesi di riutilizzo dello smarino della gronda. Studio di fattibilità. Doc.nr 07-578-H1, rev. 0 aprile 2008.
[26] Regione Liguria, Piano di risanamento e tutela della qualità dell'aria e per la riduzione dei gas serra, 2006.
[27] ARPAL e Regione Liguria, Relazione sullo stato dell'ambiente in Liguria, aggiornamento 2007, capitolo ARIA.



Figura 4-3 Principali sorgenti di emissione nell'intorno della zona di intervento

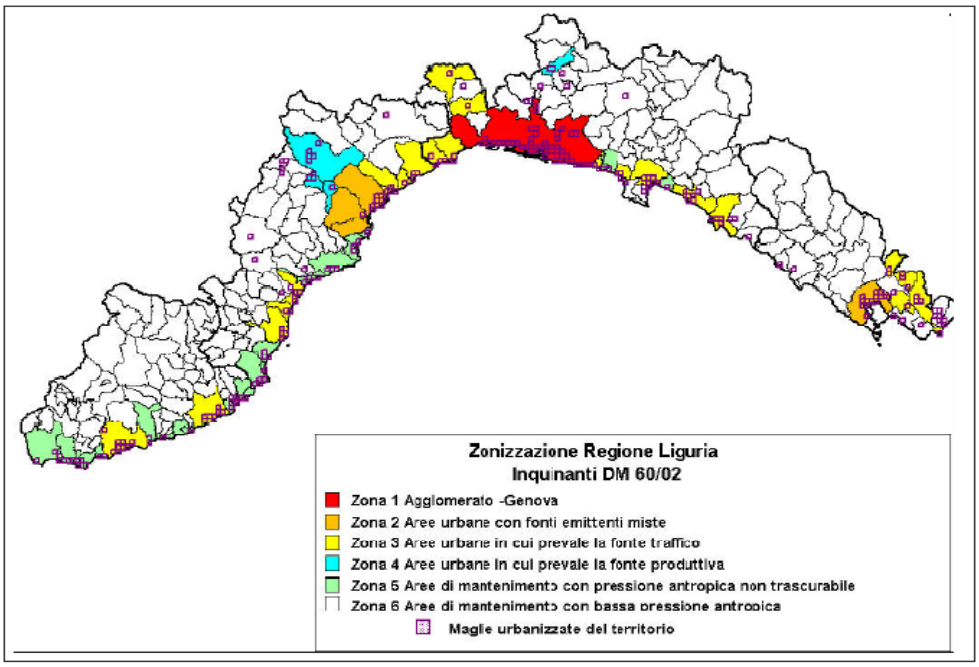


Figura 4-4 Zonizzazione del territorio regionale in funzione delle emissioni in atmosfera (Fonte: Regione Liguria)

Il fondo atmosferico o concentrazione di fondo, secondo il citato DLgs 155/2010, è rappresentato dalle «concentrazioni misurate da stazioni di misurazione di fondo o comunque rilevate con

riferimento a luoghi non influenzati da emissioni derivanti da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.), ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti».
Muovendo da tale definizione ed in considerazione che, secondo quanto evidenziato dallo stesso Piano di risanamento della qualità dell'aria, «le stazioni di rilevamento sono state distribuite nel tempo in maniera tale da essere rappresentative delle aree nelle quali sono presenti le principali fonti emittenti», la determinazione dei fondi è stata condotta sulla base delle stazioni classificate Urbana – Fondo e Suburbana – Fondo.

Una volta definite le tipologie di stazioni cui fare riferimento, il passaggio successivo che, proprio in ragione della succitata definizione di concentrazione di fondo, si è reso necessario ai fini della definizione del fondo atmosferico, è stato quello di verificare a quali di dette tipologie fossero assimilabili le sette aree in cui il tracciato di progetto corre allo scoperto. È stata pertanto operata una seppur sintetica analisi delle sorgenti emissive presenti nelle quattro aree di localizzazione delle stazioni di riferimento (cfr. Tabella 4-7) e nelle sette aree di intervento (cfr. Tabella 4-8), al fine così di poter cogliere le possibili analogie ed attribuire i valori di fondo.

Tabella 4-7 Aree di localizzazione delle stazioni di riferimento: contesto emissivo

Stazione	Classificazione	Caratteristiche contesto emissivo
A. Cogoleto	Suburbana Fondo	La stazione si colloca ai margini dell'area urbana dell'abitato di Cogoleto, in corrispondenza di un tessuto insediativo a prevalente uso residenziale ed in prossimità del tracciato della A10 che difatti dista all'incirca 120 metri.
B. C. so Firenze	Urbana Fondo	La stazione si colloca lungo Corso Firenze, che è classificabile come viabilità di quartiere, ed è posta all'interno di una zona densamente insediata, definita dalla carta dell'uso del suolo della Regione Liguria come "area insediata satura"
C. Parco Acquasola	Urbana Fondo	La stazione è posizionata ai margini dell'omonimo parco, a sua volta posto all'interno di una zona connotata da un tessuto insediativo consolidato e compatto, a prevalente uso residenziale
D. Quarto	Urbana Fondo	La stazione si colloca all'interno di una porzione territoriale nella quale i tessuti insediativi a prevalente uso residenziale sono alternati ad aree a verde. La stazione dista inoltre circa 150 metri da Corso Europa che costituisce l'asse di infrastrutturazione viaria del Levante genovese.

Tabella 4-8 Aree di intervento: contesto emissivo

Aree	Caratteristiche contesto emissivo
Vesima	La porzione territoriale compresa tra le gallerie Borgonuovo, di progetto, e quelle della A10 esistente è in larga parte occupata da aree boscate che si stendono dai rilievi sino alla linea di costa, con la sola eccezione, oltre che del tracciato autostradale attuale, dell'abitato di Vesima.
Voltri	La porzione territoriale compresa tra le gallerie di progetto Borgonuovo ed Amandola è contraddistinta, in corrispondenza dei rilievi, da aree boscate frammiste ad aree colturali, in minore entità; nelle zone dei fondavalle del Cerusa e del Leira, nonché lungo la fascia costiera, sono invece presenti tessuti edilizi ad uso residenziale e produttivo, la consistenza dei quali, soprattutto se rapportata a quella delle aree non edificate, può essere ritenuta non rilevante. L'area è inoltre interessata dai tracciati della A10 e della A26.
Varenna	L'area compresa tra le gallerie di progetto Amandola e Monterosso è interamente interessata da aree boscate, con la sola eccezione dell'area estrattiva posta in destra idrografica.
Bolzaneto	La porzione territoriale in corrispondenza dei viadotti di progetto Genova, Secca ed Orpea presenta aree boscate, in corrispondenza dei rilievi, e tessuti edilizi a prevalente uso produttivo, lungo le aree di fondovalle dei torrenti Polcevera e Secca, nonché è interessata dal tracciato della A7 e della viabilità di fondovalle (SP35).
Torbella	La porzione territoriale racchiusa entro un raggio di circa 700 metri dal viadotto di progetto Torbella è contraddistinta dalla presenza di aree boscate e coltivate, nonché dal tracciato autostradale della A12
Genova Est	Oltre al tracciato autostradale della A12 ed al casello di esazione di Genova Est, l'ambito è pressoché unicamente contraddistinto dalla presenza di aree boscate e coltivi.
Genova Ovest	Per quanto attiene l'ambito di imbocco delle gallerie di progetto Moro 1 e Granarolo, corrispondente al piazzale di esazione di Genova Ovest, detto ambito è occupato, nelle parti maggiormente prossime al Forte Belvedere, da aree boscate, arbusteti e coltivi, e, per quelle poste a sud del casello, da tessuti edilizi compatti a prevalente uso residenziale. Relativamente all'ambito di imbocco delle gallerie di progetto Moro 1 e Moro 2, l'uso prevalente dei suoli è costituito da aree boscate e coltivi, per quanto riguarda i versanti del rilievo del Forte Belvere, e da tessuti edilizi ed aree ferroviarie, per la zona di fondovalle.

Con riferimento all'opera a mare, è stata valutata la presenza di importanti fonti di emissione localizzate in prossimità della zona di progetto, costituite da: aeroporto Cristoforo Colombo, stabilimento industriale ILVA S.p.A. e porto e attività marittime da e verso il porto petroli ed i moli container.

I dati evidenziano la rilevanza delle emissioni nell'area di interesse sia in termini assoluti, che come percentuali del dato generale; per alcuni parametri (es. PM_{10} e NO_x) le emissioni stimate si attestano a circa un terzo del dato complessivo. Da segnalare la rilevanza delle emissioni legate alle attività marittime, che comprendono sia il traffico che le operazioni portuali (es. motori impegnati nella produzione di energia elettrica delle navi in sosta nel porto), a conferma dell'importanza dello scalo portuale di Genova, che rappresenta infatti una delle realtà portuali più importanti sia in ambito nazionale che internazionale per quanto riguarda il traffico merci e passeggeri.

4.2.2.3 *Qualità dell'aria*

La valutazione della qualità dell'aria attuale è stata effettuata analizzando i seguenti dati:

- Dati istituzionali rilevati dalle centraline presenti sul territorio;
- Dati provenienti da campagne di monitoraggio effettuate specificatamente per il progetto in esame;
- Dati relativi alla presenza di fibre di amianto in atmosfera.

Le 22 stazioni appartenenti alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria della provincia di Genova sono state classificate per tipologia di zona, distinguendo tra urbana, suburbana e rurale, e per tipologia di contesto emissivo, differenziando tra traffico, industria e fondo. Per quanto attiene gli

inquinanti rilevati, il quadro risulta diversificato in quanto, se da un lato la pressoché totalità delle stazioni è adibita al monitoraggio del monossido di carbonio, del biossido di azoto e del biossido di zolfo, solo alcune di esse e con una copertura eterogenea rilevano anche il particolato fine, il benzene e l'ozono. La quasi totalità delle stazioni di rilevamento è concentrata all'interno delle aree urbanizzate del comune di Genova (cfr. Figura 4-5).

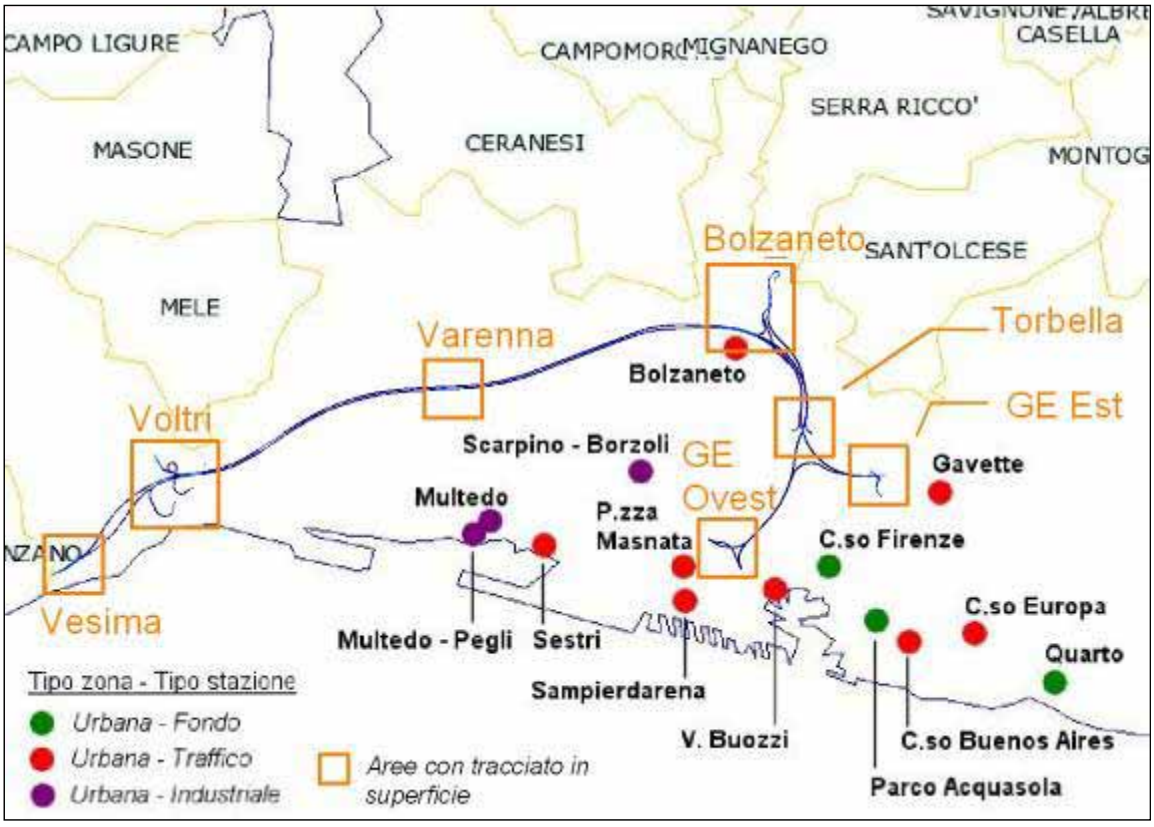


Figura 4-5 Articolazione della rete per tipo di zona e di stazione – Dettaglio territorio comunale di Genova

L'analisi dell'articolazione della rete di rilevamento e dei rapporti intercorrenti con l'opera in progetto ha portato ad assumere come stazioni di riferimento per la parte "terrestre", sia per le aree di intervento non coperte dalla rete di rilevamento, sia per quelle prossime alle centraline, quelle riportate in Tabella 4-9.

Tabella 4-9 Stazioni di riferimento

Stazione				Inquinanti di interesse	
Comune	Località, Indirizzo	Tipo zona	Tipo stazione	NO2	PM10
Genova	Parco Acquasola, Viale IV Novembre	URB	FND	•	
Genova	Quarto, Via Maggio	URB	FND	•	•
Genova	Genova, C.So Firenze	URB	FND	•	•
Cogoleto	Cogoleto, Via della Gioventù	SUB	FND	•	•
URB: urbana; SUB: Suburbana; FND: Fondo					

I dati, relativi all'anno 2010, sono stati forniti dalla Provincia di Genova, Direzione "Ambiente, Ambiti Naturali e Trasporti" - Servizio Aria e Rumore - Ufficio Elaborazione Dati Ambientali e C.O.P.
A partire dai dati orari (per NO2) e giornalieri (per PM10), sono state determinate le medie mensili relative a ciascuna stazione e contestualmente si è ricavata la media annuale per le medesime sostanze inquinanti. Sulla base di tali elaborazioni sono state infine determinate le medie per le due tipologie di zona e stazione (Urbana-fondo e suburbana-fondo), ottenendo i valori che sono stati utilizzati per la determinazione dei fondi atmosferici (cfr. Tabella 4-11):

- Medie di NO_2: 29,9 µg/m^3 (Urbana – Fondo) e 15,9 µg/m^3 (Suburbana - Fondo);

- Medie di PM_{10}: 18,4 µg/m^3 (Urbana – Fondo) e 22,8 µg/m^3 (Suburbana - Fondo).

Si riportano, inoltre, per tipologia di postazione, i valori del 99.8° percentile dei campionamenti orari per il biossido di azoto e del 90.4 percentile dei campionamenti giornalieri per il PM10, in quanto indicatori del rispetto del limite orario per l'NO2 (200 µg/m3, da non superare più di 18 volte in un anno) e giornaliero per il PM10 (50 µg/m3, da non superare più di 35 volte in un anno):

- 99.8° percentile NO_2 sull'ora: 101,6 µg/m^3 (Urbana – Fondo) e 82,0 µg/m^3 (Suburbana - Fondo);
- 90.4° percentile PM_{10} sul giorno: 29,5 µg/m^3 (Urbana – Fondo) e 36,2 µg/m^3 (Suburbana - Fondo).

Come si può facilmente intuire dai valori riportati, in entrambe le tipologie di postazione c'è il rispetto dei limiti normativi vigenti.

Considerate le caratteristiche di contesto emissivo delle aree di localizzazione delle stazioni di rilevamento (cfr. Tabella 4-7) e quelle delle aree di intervento (cfr. Tabella 4-8), e valutate le analogie tra di esse intercorrenti, si è proceduto ad associare a ciascuna delle aree di intervento la più consona classificazione tra le tipologie della rete provinciale (cfr. Tabella 4-10).

Tabella 4-10 Aree di intervento: articolazione in funzione della classificazione della rete di monitoraggio

Aree di intervento	Classificazione
Bolzaneto, Genova Ovest	Urbana Fondo
Vesima, Voltri, Varenna, Torbella, Genova Est	Suburbana Fondo

Stante tale classificazione e le risultanze dell'analisi dei valori rilevati nel corso dell'intero anno 2010 dalla rete di monitoraggio, come sopra riportate, i valori di fondo medio annuo (cfr. Tabella 4-11) e quelli relativi agli specifici parametri normativi per l'NO2 e per il PM10 (cfr. Tabella 4-12) sono stati definiti nei termini seguenti.

Tabella 4-11 Valori di fondo atmosferico per i valori medi annui

Aree di intervento	NO_2 (µg/m^3)	PM_{10} (µg/m^3)
Bolzaneto, Genova Ovest	29.9	18.4
Vesima, Voltri, Varenna, Torbella, Genova Est	15,9	22,8

Tabella 4-12 Valori di fondo atmosferico per i valori medi del 99,8 di percentile dei valori orari per l'NO2 e del 90,4 di percentile dei valori giornalieri per il PM10

Aree di intervento	NO_2 sull'ora (µg/m^3)	PM_{10} sul giorno (µg/m^3)
Bolzaneto, Genova Ovest	101,6	29,5
Vesima, Voltri, Varenna, Torbella, Genova Est	82,0	36,2

Si precisa che il fatto che i valori medi annui e mensili del PM_{10} registrati dalla stazione sub-urbana risultino sempre maggiore di quelli medi ed assoluti monitorati dalle stazioni di fondo urbano non trova riscontro nella classificazione di dette stazioni.

Per la valutazione della qualità dell'aria nell'area dell'opera a mare sono stati analizzati i dati rilevati dalle stazioni riportate in Tabella 4-13.

Tabella 4-13 Stazioni di riferimento

Stazione				Inquinanti rilevati				
Comune	Località, Indirizzo	Tipo zona	Tipo stazione	SO2	CO	NO2	PM10	Benzene
Genova	Multedo – Pegli, via Ronchi	URB	IND	●	●	●	●	
Genova	Multedo, viale Villa Chiesa	URB	IND	●				●
Genova	Sestri Ponente, via Puccini	URB	TRF	●	●			
Genova	Cornigliano - Villa Raggio, via dell'Acciaio – Badia s. Andrea	URB	IND	●				
Genova	Giardini Melis	URB	TRF	●	●	●		
URB: urbana; IND: Industria; TRF: Traffico; FND: Fondo								

In questa zona la qualità dell'aria è dovuta principalmente al traffico veicolare, al traffico marittimo ed alle emissioni industriali. Un contributo importante nel periodo invernale deriva anche dalle emissioni legate al riscaldamento domestico.

Ad integrazione dei dati istituzionali, sono state effettuate tre campagne di misurazioni, la prima a cavallo tra Aprile e Maggio 2010, la seconda tra Ottobre e Novembre 2010 e la terza tra Gennaio e Febbraio 2011, presso tre siti ritenuti rappresentativi:

- Sito in Via Albinoni – Bolzaneto (GE)
- Sito in Via Carpenara – loc. Val Varenna (GE)
- Sito in Via della Fabbriche - Voltri (GE)

Le misurazioni di ogni campagna hanno coperto un arco di tempo di due settimane per ogni sito di misurazione e sono stati misurati i seguenti parametri:

- monossido di azoto, biossido di azoto e ossidi di azoto totali (NO, NO2, NOx)
- ozono (O3)
- Benzene, toluene, xilene
- monossido di carbonio (CO)
- frazione inalabile delle polveri (PM10)
- Dati meteorologici (pressione, umidità relativa, vento, pioggia, radiazione solare, temperatura)

È stata, inoltre, organizzata un'attività di rilievi e monitoraggi in campo per valutare le concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse in ambiente urbano, in 15 siti localizzati nel comune di Genova (cfr. Figura 4-6), in funzione delle attività che si articoleranno durante la realizzazione dell'opera in progetto e quindi delle aree a maggiore rischio teorico (zone densamente urbanizzate).

La prima campagna, svolta nel mese di gennaio 2011, ha fornito un quadro di riferimento del livello di fondo naturale dell'ambiente nelle aree interessate dal progetto, evidenziando alcune criticità e l'ulteriore capacità di carico dell'ambiente. Il prelievo è stato eseguito secondo quanto prescritto dall'allegato 2b del Decreto Ministeriale del 06 settembre 1994 con utilizzo di microscopia elettronica in SEM per identificare e contare con certezza solo le fibre di amianto e identificarne la tipologia secondo la definizione dei minerali asbestiformi indicati in normativa. Il tempo di campionamento è stato di otto ore simulando l'orario lavorativo del cantiere, precisamente tra le 8.00 e le 16.00, per 3 giorni consecutivi.

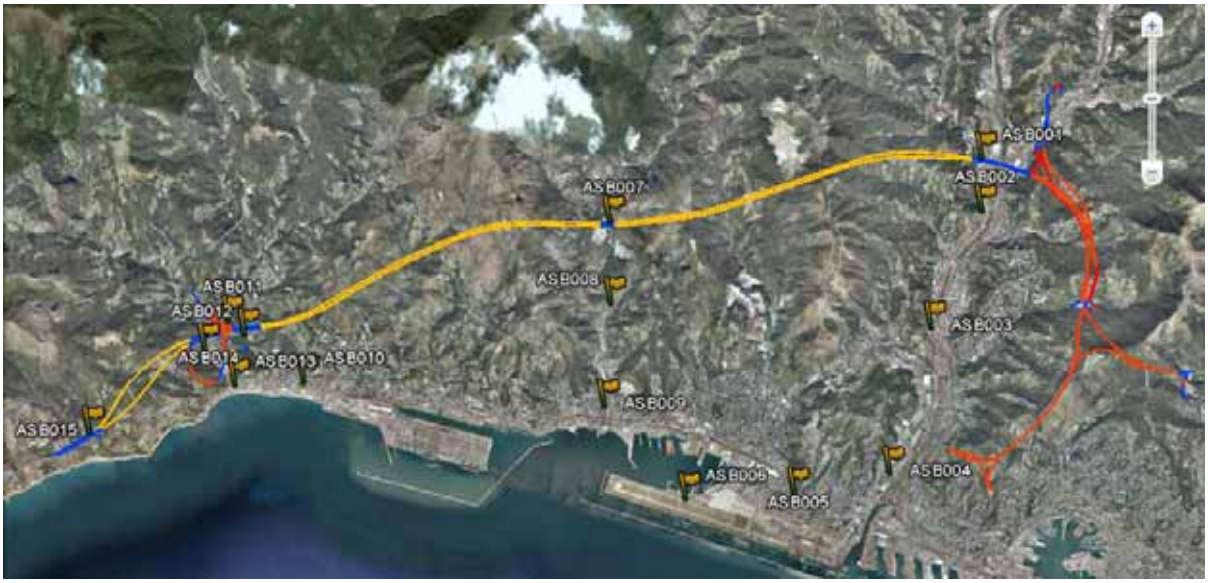


Figura 4-6 Distribuzione dei siti sul territorio

Dall'analisi dei risultati, risulta il superamento del limite di 2 fibre di amianto aerodisperse per litro nel giorno 21/01/2011 in due postazioni nell'area Pegli-Val Varenna, ASB007 (2,7 ff/l) e ASB009 (2,3 ff/l); considerando, invece, la media dei tre campionamenti si rientra al di sotto della soglia.
La postazione ASB007 è quella che presenta valori più elevati, probabilmente dovuti alla presenza di importanti affioramenti di serpentino, di brecce serpentinitiche e di zone di contatto tettonico. La particolare conformazione della valle molto stretta, la presenza di diversi affioramenti di serpentino, l'esistenza di cave e di attività che comportano il trattamento ed il deposito di inerti, nonché il traffico pesante collegato alle attività di cui sopra, sono tutti i fattori che potrebbero giustificare le anomalie riscontrate anche nella seconda postazione della Val Varenna, favorito inoltre da un fattore, che potrebbe determinare un aumento di fibre in aria, il vento.
Per quanto riguarda l'area Voltri – Vesima la postazione ASB012 è risultata quella con maggior concentrazioni di fibre, probabilmente sempre a causa della vicinanza di affioramenti e della conformazione valliva con l'incanalamento del vento. Mentre l'area Bolzaneto-Cornigliano è caratterizzata da valori molto bassi, decisamente inferiori ai limite.

4.2.3 Il Rapporto Opera-Ambiente

4.2.3.1 *Progetto Infrastrutturale*

Lo studio emissivo ha valutato il bilancio complessivo derivante dalle emissioni prodotte dal traffico veicolare lungo la rete autostradale e stradale agli scenari attuale (2009), programmatico (2020 - PRM) e progettuale (2020 - PGT).
Al fine di comprendere la differenza ottenuta dal confronto tra il bilancio emissivo programmatico rispetto all'attuale (Δ PRM-2009), da un lato, e quello tra il bilancio emissivo progettuale rispetto all'attuale (Δ PGT-2009), occorre ricordare che:

- i bilanci emissivi di entrambi gli scenari previsionali comportano una riduzione delle emissioni degli inquinanti indagati (CO, NOx, PM10, PM2,5), in ragione del rinnovo del parco veicolare all'anno 2020 e della conseguente diminuzione dei fattori di emissione;
- la relazione di diretta proporzionalità intercorrente tra i valori di emissione e l'estensione della rete viaria ed i flussi di traffico fa si che lo scenario programmatico, presentando una minore estensione della rete infrastrutturale e più bassi volumi di traffico, determini in totale, ossia considerando la rete autostradale e quella stradale, una maggiore riduzione del bilancio emissivo.

Ciò premesso, il dato significativo emerso dalle analisi risiede nella modesta entità dello scarto intercorrente tra i confronti a coppie dei due bilanci previsionali rispetto a quello attuale. In termini percentuali, la minore riduzione che si determina nello scenario progettuale è dell'ordine del 3%, per quanto attiene gli ossidi di azoto, del 1,2% per il PM10 e del 1,6% per il PM2,5. Tale risultato trova

constatazione nel confronto a coppie svolto rispetto alla sola rete stradale. In tal caso, lo scenario progettuale è quello nel quale si determina una più rilevante riduzione delle emissioni inquinanti e l'ordine di differenza rispetto al confronto tra "bilancio programmatico –bilancio 2009" risulta pari al -5,6%, per NOx, al -9.6%, per il PM10, ed al -13.3% per il PM2,5.

Per quanto invece attiene il bilancio pro capite, sono stati presi in considerazione i tratti della rete autostradale direttamente interessati dall'opera in progetto (A10 tra Vesima e Genova Ovest; A7 tra Genova Ovest e Genova Bolzaneto; A12 tra Genova Est e l'attuale interconnessione A7-A12), mentre per quanto attiene la quantificazione della popolazione residente a cavallo di dette infrastrutture, si è fatto riferimento ai dati contenuti nel Piano di Risanamento Acustico redatto da Autostrade per l'Italia, nel quale sono perimetrate le aree poste entro una fascia all'incirca pari a 300 metri di lato dall'infrastruttura (cfr. Figura 4-7).

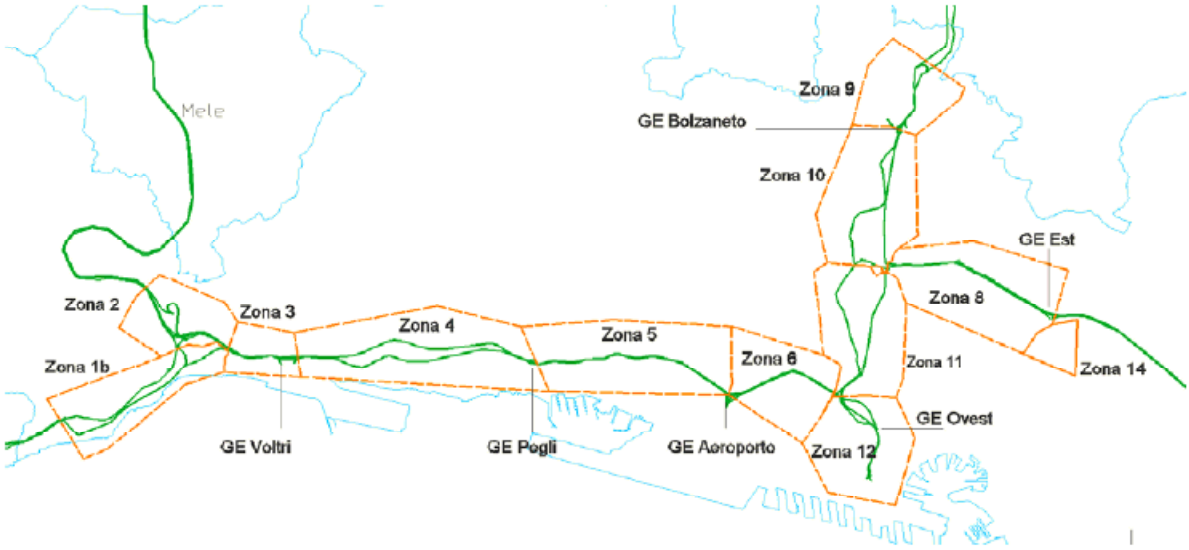


Figura 4-7 Bilancio pro capite: zone di studio

Le analisi condotte hanno evidenziato la netta e rilevante entità di riduzione del bilancio emissivo che, rispetto a quello attuale, si determina nello scenario progettuale (PGT), in relazione a quella che connota lo scenario programmatico (PRM). Come difatti si evince dalla Tabella 4-14, se nello scenario programmatico la riduzione emissiva percentuale è, per l'insieme delle zone esaminate, complessivamente pari al -38% ed al -18%, rispettivamente per gli ossidi di azoto e per le polveri sottili, allo scenario progettuale tali valori aumentano sino al -54% ed al -38%, con una differenza quindi del -16% nelle emissioni di NOx e del -20% in quelle di PM10.

Tabella 4-14 Riduzione % emissioni totale zone rispetto allo scenario attuale

Zona	Abitanti	Inquinante	Δ% scenario PRM/2009	Δ% scenario PGT/2009	Differenza Δ%PGT-Δ%PRM
Totale	227.919	NOx	-38%	-54%	-16%
Totale	227.919	PM10	-18%	-38%	-20%

Tale risultato complessivo è stato confermato, e talvolta superato, nel caso delle zone maggiormente abitate, ossia quelle con una popolazione superiore ai 30.000 abitanti (zone identificate con i numeri 4, 5, 10 ed 11). Entrando nel merito delle singole aree, la popolazione che usufruirà del beneficio aggiuntivo derivante dall'assetto infrastrutturale di progetto è pari all'83% di quella residente all'interno delle dodici zone prese in esame.

Per quanto concerne lo studio diffusivo, le emissioni sono state attribuite a due tipologie di sorgenti: quelle costituite dai tratti di autostrada all'aperto e quelle costituite dagli sbocchi delle gallerie. Le

sorgenti di maggiore importanza sono gli sbocchi delle gallerie, nei quali si accumulano le concentrazioni degli inquinanti emessi all'interno, e risultano tanto più importanti quanto maggiore è la lunghezza della galleria che termina a quello sbocco e quanto maggiore è la mole del traffico transitato.
I valori delle concentrazioni sono stati calcolati al livello del suolo; in caso di emissioni su viadotti, si è tenuto conto dell'altezza del tratto stradale dal livello del suolo sottostante. La Tabella 4-15 riporta per ciascuna area i valori massimi calcolati per ciascun inquinante e parametro di riferimento legislativo. Tali valori costituiscono le stime dei contributi ai livelli di qualità dell'aria dovuti alle strutture autostradali di progetto in ciascuna area; alle stime di tali contributi si possono sommare le stime del fondo riportate nella Tabella 4-11 e nella Tabella 4-12.

Tabella 4-15 Riepilogo dei valori massimi sul dominio di calcolo delle concentrazione stimate e dei riferimenti normativi relativi

Area	Inquinante	Parametro	Valore massimo (µg/m^3)	Fondo (µg/m^3)	Totale (µg/m^3)	Limite Normativo (µg/m^3)
Area 1 Vesima	NO_2	99,8° perc.medie orarie	18	82	100	200
		Media annuale	2	16	18	40
	PM_{10}	90,4° perc.medie 24 ore	1	36	37	50
		Media annuale	1	23	24	40
	$PM_{2,5}$	Media annuale	0	17	17	25
Area 2 Voltri	NO_2	99,8° perc.medie orarie	40	102	142	200
		Media annuale	8	30	38	40
	PM_{10}	90,4° perc.medie 24 ore	4	30	34	50
		Media annuale	2	18	20	40
	$PM_{2,5}$	Media annuale	1	14	15	25
Area 3 Varenna	NO_2	99,8° perc.medie orarie	64	82	146	200
		Media annuale	10	16	26	40
	PM_{10}	90,4° perc.medie 24 ore	8	36	44	50
		Media annuale	5	23	28	40
	$PM_{2,5}$	Media annuale	3	17	20	25
Area 4 Bolzaneto	NO_2	99,8° perc.medie orarie	43	102	145	200
		Media annuale	3	30	33	40
	PM_{10}	90,4° perc.medie 24 ore	3	30	33	50
		Media annuale	2	18	20	40
	$PM_{2,5}$	Media annuale	1	14	15	25
Area 5 Torbella	NO_2	99,8° perc.medie orarie	42	82	124	200
		Media annuale	7	16	23	40
	PM_{10}	90,4° perc.medie 24 ore	10	36	46	50
		Media annuale	4	23	27	40
	$PM_{2,5}$	Media annuale	3	17	20	25
Area 6 Ge Est	NO_2	99,8° perc.medie orarie	59	82	141	200
		Media annuale	5	16	21	40
	PM_{10}	90,4° perc.medie 24 ore	5	36	41	50
		Media annuale	3	23	26	40
	$PM_{2,5}$	Media annuale	2	17	19	25
Area 7 Ge Ovest	NO_2	99,8° perc.medie orarie	30	102	132	200
		Media annuale	5	30	35	40
	PM_{10}	90,4° perc.medie 24 ore	4	30	34	50
		Media annuale	3	18	21	40
	$PM_{2,5}$	Media annuale	2	14	16	25

Per quanto attiene i valori di output presi in considerazione per il raffronto con le soglie normative, si evidenzia che detti valori rappresentano i livelli massimi stimati sull'intero dominio di calcolo.
Tale scelta ha portato quindi, anche nel caso dei valori medi, ad operare il confronto nelle più gravose condizioni che si potranno determinare per l'area indagata.

I valori di concentrazione relativamente più elevati per tutti gli inquinanti e per tutti i parametri di riferimento sono stati calcolati nell'area 3 (Varenna), in zona lontana da centri abitati e da recettori sensibili, nel breve tratto esposto tra gli sbocchi delle gallerie. Il motivo della sensibile differenza di concentrazione rispetto alle altre aree di calcolo, in alcune delle quali le strutture autostradali risultano molto più complesse, risiede nel fatto che gli sbocchi delle due gallerie dell'area 3, per di più posti uno di fronte all'altro a breve distanza, hanno alle spalle tratti di galleria molto lunghi nei quali gli inquinanti, espulsi agli sbocchi, si accumulano in concentrazioni elevate. Per lo stesso motivo i valori di concentrazione più elevati, per ciascuna area, si ritrovano generalmente in corrispondenza degli sbocchi delle gallerie.
L'area di calcolo in assoluto più complessa è risultata quella di Voltri (area 2), sia per numero di gallerie che per numero e lunghezza degli archi; inoltre nell'area sono presenti sbocchi di gallerie di lunghezza significativa; a causa della complessità delle strutture di progetto, in quest'area risulta ampia la zona nella quale si registrano i valori delle concentrazioni appartenenti alla classe dei valori relativamente più alti (per l'NO_2 compresi tra 35 e 40 $\mu g/Nm^3$).

In linea generale comunque su tutte le aree e per tutti gli inquinanti i valori massimi di concentrazione calcolati risultano circoscritti alle sole vicinanze delle strutture autostradali e, se sommati ai valori di concentrazione del fondo, sono tali da non comportare condizioni di qualità oltre i limiti di legge.

4.2.3.2 *Progetto di Cantierizzazione*

Nella realizzazione delle infrastrutture autostradali sono state considerate la realizzazione dei viadotti, lo scavo e la costruzione dei viadotti, l'esecuzione dei tratti in artificiale relativi alle gallerie scavate con tecnica in tradizionale, lavorazione che risulta maggiormente rilevante sotto il profilo emissivo, nonché la movimentazione delle terre di scavo ed il trasporto stradale dei materiali da costruzione. Appare difatti evidente come lo scavo in meccanizzato, stanti le soluzioni tecniche assunte nel caso in esame per impedire la dispersione delle terre potenzialmente amiantifere provenienti dalla realizzazione delle gallerie Monterosso, Amandola e Borgonuovo (nastri trasportatori ermetici), possa essere considerato non rilevante ai fini dell'individuazione degli impatti cantierizzazione sulla componente Atmosfera.
Ovviamente, nel quadro delle attività indagate sono state ricomprese, oltre a quelle sopra richiamate, anche quelle specifiche che saranno svolte nei singoli cantieri industriali. A tale riguardo, l'analisi ha preso origine dall'esame delle caratteristiche proprie di ciascuno dei cantieri, con riferimento alle azioni necessarie al loro approntamento ed alle attività in questi condotte, quali ad esempio la frantumazione, il betonaggio e lo stoccaggio di materiali pulverulenti.

Metodologicamente, l'individuazione degli impatti potenziali è stata basata sulle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", redatte da ARPA Toscana ed adottate con DGP Firenze n. 213 del 03/11/2009, quale strumento idoneo a determinare le emissioni prodotte dalle operazioni di stesa e compattazione ed operare la stima e valutazione dell'entità dell'impatto atteso.
La logica di lavoro delle Linee Guida consiste nell'esplorare la possibilità di valutare a priori l'impatto dovuto a sorgenti diffuse di particolato. In tal senso, la metodologia consiste nel definire inizialmente una situazione emissiva standardizzata (sorgente), con caratteristiche compatibili con quelle tipiche delle attività generatrici di polveri diffuse (cave, cantieri), per poi determinare, grazie al modello di dispersione ISCST3 dell'US-EPA, le concentrazioni di PM_{10} alle diverse distanze dalla sorgente.
La proporzionalità tra concentrazioni stimate e flussi di massa (emissioni in un dato tempo) ha permesso di valutare quali emissioni specifiche (e globali) corrispondono a concentrazioni paragonabili ai valori limite per la qualità dell'aria. In questo modo le Linee guida hanno determinato delle soglie di emissione (con maggiori o minori garanzie) al di sotto delle quali non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria.

L'analisi emissiva condotta sulla base della metodologia qui riassunta ha evidenziato come per i cantieri industriali CI03, CI04, CI07, CI08, CI09, CI11, nonché CI15 e CI16 si possa ritenere che le

emissioni da questi prodotte diano origine a concentrazioni che possono essere considerate a priori compatibili con i limiti di legge per la qualità dell'aria, già alla minima distanza tra ricettore ed area di cantiere (0 – 50 metri) e per una durata delle lavorazioni superiore a 300 giorni/anno.
Nel caso del cantiere industriale CI06, il maggior livello emissivo stimato è tuttavia compensato dalla totale assenza di ricettori in un raggio superiore ai 200 metri, condizione che anche in questo caso consente di affermare la compatibilità delle concentrazioni derivanti dalle lavorazioni.
Per quanto infine attiene i cantieri industriali CI01, CI02, CI06 e CI12, il loro valore emissivo risulta ampiamente compreso entro la soglia di totale ammissibilità per la fascia di distanza compresa tra i 100 ed i 150 metri tra ricettore e sorgente (sempre nel caso di durata delle lavorazioni superiore a 300 giorni/anno), ambito nel quale ricade un assai modesto numero di ricettori abitativi. A tale riguardo si sottolinea che, a fronte di un valore emissivo massimo stimato pari a 132 g/h, la soglia di compatibilità fissata dalle Linee guida è pari a 304 g/h.
Analoghe considerazioni valgono per i cantieri di imbocco delle gallerie, in particolare CI18, CI19, CI24, CI26, CI28, CI30 e CI32, che presentano un valore emissivo pari a 241 g/h.
Considerato che le emissioni calcolate non considerano alcun dispositivo e/o misura di mitigazione e che tali accorgimenti possono mediamente ridurre le emissioni di particolato da attività di cantiere anche oltre il 50%, si può valutare non rilevante l'impatto indotto dalle aree di cantiere sopra citate.
In ragione delle ampie potenzialità che le misure di mitigazione presentano nell'abbattere le emissioni pulverulente e considerando invece la variabilità della loro efficacia in funzione dell'accuratezza con cui queste sono attuate, si ritiene necessario procedere ad una campagna di monitoraggio in tutti i casi in cui all'intorno delle aree di cantiere siano presenti gruppi di ricettori.

Infine per quanto riguarda il traffico indotto dalle attività di cantierizzazione (movimentazione delle terre di scavo e trasporto delle materie prime), l'analisi ha evidenziato un incremento emissivo, rispetto alla situazione attuale relativa agli archi interessati da detti flussi, di circa 0,67% e 0,56%, rispettivamente per NO_2 e per PM10. È però necessario ricordare che i flussi di traffico considerati, oltre ad essere bidirezionali, sono rappresentativi di una irrealizzabile condizione che prevede uno scenario di totale contemporaneità delle attività di realizzazione delle infrastrutture autostradali. Tale risultato consente di valutare trascurabile l'impatto dovuto a tale attività.

Per quanto riguarda l'opera a mare, le emissioni in atmosfera sono state valutate mediante il modello COPERT.
In particolare è stata considerata la fase di realizzazione della conterminazione in quanto questa fase è la più gravosa in termini di tipologia e quantità di mezzi operanti. In via cautelativa nelle valutazioni condotte è stato considerato che tutti i mezzi previsti operino in contemporanea per l'intera estensione temporale delle attività, pari a 41 mesi. A ciascuna tipologia di mezzi sono state assegnate le classi di anzianità del modello COPERT, considerando standard legislativi non recenti al fine di enfatizzare i fattori emissivi. La fase di realizzazione finita dell'opera non è stata invece considerata in quanto non comporterà variazioni apprezzabili del numero di mezzi navali circolanti rispetto alla situazione attuale. Dall'analisi emerge che le emissioni in atmosfera corrispondono a percentuali molto basse rispetto a quanto si verifica nello stato attuale ed in particolare alle emissioni indotte dal traffico aereo, che è la sorgente prossima all'area di intervento.
In virtù di tali risultati e considerando il carattere temporaneo delle attività in esame e il rapido ricambio d'aria cui l'area di intervento è soggetta, l'impatto per la realizzazione della nuova opera a mare è da valutare come trascurabile.

4.3 AMBIENTE IDRICO

4.3.1 Temi e metodologia di lavoro

4.3.1.1 *Progetto Infrastrutturale*

Il quadro delle azioni di progetto, dei fattori causali e dei relativi impatti potenziali presi in esame può essere sintetizzato nei seguenti termini (cfr. Tabella 4-16).

Tabella 4-16 Infrastrutture:azioni di progetto, fattori causali ed impatti potenziali

Azioni di progetto	Fattori causali	Impatti potenziali
Presenza delle infrastrutture autostradali ex novo, relativamente a pile dei viadotti e corpo stradale in alveo o in zona inondabile	Restringimento della sezione dell'alveo	Modifica della dinamica fluviale con possibilità di fenomeni di erosione localizzata
Transito veicoli lungo i tratti allo scoperto	Dilavamento delle acque di piattaforma	Aumento del carico inquinante nei corpi idrici ricettori a causa del dilavamento della sede stradale ad opera delle acque di prima pioggia
		Compromissione degli ecosistemi idrici a causa di sversamenti accidentali di liquidi pericolosi

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le seguenti attività:

- caratterizzazione dell'ambiente idrico superficiale del territorio ligure interessato dal progetto, tramite l'analisi delle informazioni inerenti l'assetto idrogeologico e lo stato ambientale del territorio riportate nei Piani di Bacino Stralcio, nel Piano Regionale di Tutela delle Acque, nella Relazione sullo stato dell'ambiente, nel Piano di Bacino stralcio sul bilancio Idrico e nello Studio sul bilancio Idrico e tramite l'analisi di dati di monitoraggio;
- analisi delle interferenze dell'opera in progetto con l'ambiente idrico superficiale; vengono considerati i caratteri idraulici da non alterare, al fine di mantenere il regime delle acque entro condizioni di sicurezza idraulica e di tutela dei corpi idrici, e vengono adottate idonee soluzioni progettuali (e connessi interventi di mitigazione), atte a contenere i potenziali impatti.

4.3.1.2 *Progetto di Cantierizzazione*

Il quadro delle azioni di progetto, dei fattori causali e dei relativi impatti potenziali presi in esame può essere sintetizzato nei seguenti termini (cfr. Tabella 4-17).

Tabella 4-17 Cantierizzazione: azioni di progetto, fattori causali ed impatti potenziali

Azioni di progetto	*Fattori causali*	*Impatti potenziali*
Presenza delle aree di cantiere e della pista frese in alveo	Restringimento della sezione dell'alveo	Modificazione delle condizioni di deflusso delle acque superficiali
Presenza delle aree di cantiere	Modificazione della morfologia Produzione di acque	Modificazione delle condizioni di deflusso delle acque di versante Modificazione dei parametri chimico-fisici delle acque superficiali
Realizzazione di viadotti	Restringimento della sezione dell'alveo	Modificazione delle condizioni di deflusso delle acque superficiali
Realizzazione dell'opera a mare	Restringimento del canale di calma Produzione e movimentazione di sedimenti	Modificazione dei parametri idrodinamici del canale di calma Modificazione del trasporto solido nel canale di calma Modificazione dei parametri chimico-fisici delle acque marine nel canale di calma
Conferimento dello slurry nell'opera a mare	Produzione di sedimenti	Modificazione dei parametri chimico-fisici delle acque marine nel canale di calma

La metodologia di lavoro adottata per le acque interne, analogamente a quanto effettuato per il progetto infrastrutturale, ha previsto le seguenti attività:

- caratterizzazione dell'ambiente idrico superficiale del territorio ligure interessato dal progetto, tramite l'analisi delle informazioni inerenti l'assetto idrogeologico e lo stato ambientale del territorio riportate nei documenti di pianificazione e tramite l'analisi di dati di monitoraggio;
- analisi delle interferenze dell'opera in progetto con l'ambiente idrico superficiale.

Per le acque marine, invece, la metodologia di lavoro adottata ha previsto le seguenti attività:

- utilizzo di un sistema integrato di modelli matematici fra loro interconnessi (l'output di un modello rappresenta l'input per un altro):
  - il modello idrodinamico (modello principale);
  - il modello dispersivo;
  - il modello di trasporto dei sedimenti, che simula i fenomeni erosivi/di sedimentazione a breve/medio periodo;
  - il modello morfologico, che simula l'evoluzione morfologica a lungo periodo;
  - il modello di qualità, con il quale è possibile studiare sia i processi legati alla cinetica dell'ossigeno (produzione primaria, ciclo del detrito ecc.) sia l'evoluzione di sostanze tossiche, considerandole sia in modo conservativo che applicando cinetiche di degradazione;
- identificazione delle forzanti esterne (onde di marea, vento, correnti litoranee, scarichi di corsi d'acqua naturali e artificiali);
- analisi degli effetti (idrodinamici e di qualità) indotti dalla realizzazione e dalla presenza dell'opera a mare (confronto scenario attuale e scenario di progetto, con individuazione di possibili interventi di mitigazione).

L'esame delle informazioni disponibili ha evidenziato che i dati erano sufficienti per la calibrazione del solo modello idrodinamico (ma non per la sua validazione); ciò ha suggerito di adottare un approccio parametrico per quanto attiene agli aspetti di trasporto solido e qualità, limitando l'analisi alla verifica delle modifiche indotte dalla presenza dell'opera (quindi evidenziando le tendenze all'aumento o alla diminuzione di alcuni parametri chiave), senza tentare di riprodurre le condizioni reali. Per alcuni aspetti, si è adottato un approccio diverso, ricorrendo a modelli zero dimensionali che fornissero almeno l'ordine di grandezza delle variazioni indotte.

4.3.2 Quadro conoscitivo

4.3.2.1 *Le acque interne superficiali*

Lo stato attuale delle acque interne superficiali è stato qualificato tramite l'analisi dei seguenti dati:

- Caratteristiche geomorfologiche dei corsi d'acqua;
- Caratteristiche qualitative delle acque (comprensive di indagini sperimentali).

4.3.2.1.1 *Caratteristiche geomorfologiche dei corsi d'acqua*

La struttura stessa del territorio, caratterizzata da un'orografia fortemente accidentata e incisa su cui si sviluppa il reticolo idrografico, fatto di impluvi di versante che confluiscono nei torrenti a loro volta affluenti dei corsi d'acqua principali, ha spinto le Amministrazioni locali ad elaborare norme specifiche per le diverse situazioni locali. La Figura 4-8 mostra il quadro di unione dei numerosi Piani di Bacino che regolano il territorio ligure. La minuziosa articolazione dei Piani di Bacino corrisponde ad una altrettanto variegata diversificazione delle caratteristiche idrogeologiche della regione Liguria e dell'area della provincia di Genova, non tanto per la variabilità spaziale delle caratteristiche geomorfologiche, ma soprattutto per la presenza non sistematica di aree urbanizzate in territori classificabili come naturali e di aree protette o a rilevanza ambientale, la cui tutela ha stretto legame con quella delle acque.
Per ciascun ambito o bacino sono state descritte le caratteristiche geomorfologiche utili a comprendere il comportamento della rete idrica superficiale, in termini di caratteristiche morfometriche e idrauliche dei corsi d'acqua, o in termini di vulnerabilità, dal punto di vista del rischio idraulico e della qualità delle acque.

Per quanto riguarda gli aspetti conoscitivi ante-operam è importante sottolineare che le informazioni qualitative e quantitative disponibili per i bacini e i corsi d'acqua sono carenti vista l'assenza o minima presenza di stazioni di monitoraggio meteo-climatiche, idrometriche e di qualità delle acque nell'area di progetto. Anche per supplire a tali carenze, sui corsi d'acqua ricadenti nell'ambito dell'intervento sono state condotte alcune campagne di indagini sperimentali.

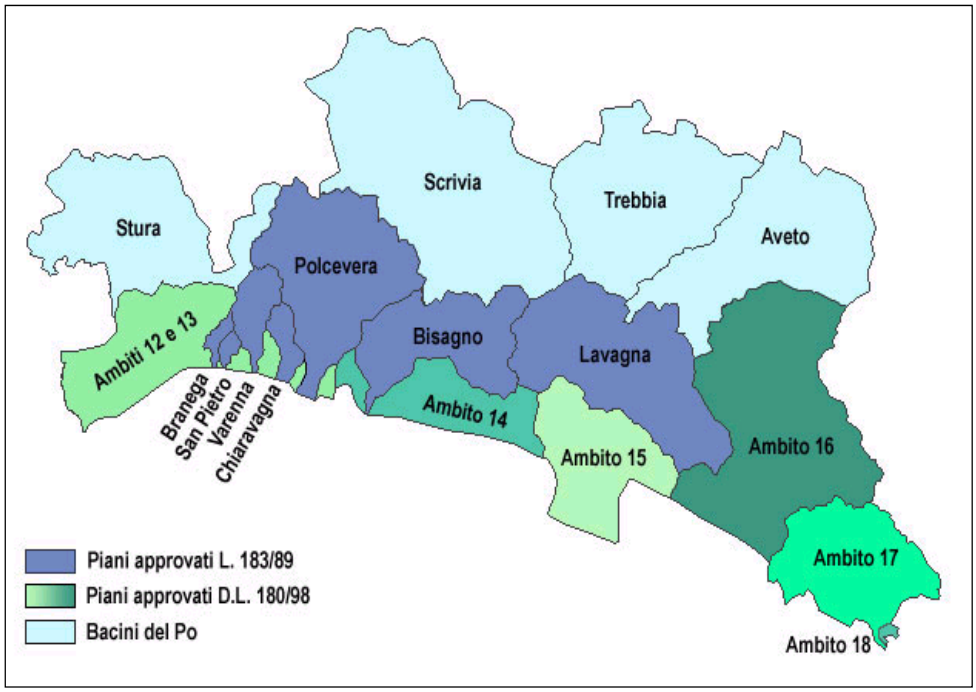


Figura 4-8 Quadro di unione dei Piani di Bacino

Morfologicamente l'area interessata dall'opera in progetto è caratterizzata da una stretta fascia pianeggiante, parallela alla costa, che passa bruscamente ai rilievi montuosi retrostanti sempre molto acclivi, talora aspri, che raggiungono quote superiori ai 700 metri s.l.m.
Il reticolo idrografico è caratterizzato da torrenti montani, a prevalente andamento nord-sud, con versanti spesso a forte acclività, fondovalle incassati e strette fasce alluvionali. Il solo Torrente Polcevera, che risulta regimato all'interno di argini artificiali, presenta un fondovalle più sviluppato.
Il tracciato in progetto si sviluppa attraversando, da ovest ad est, i bacini idrografici dei torrenti Cerusa, Leiro, Branega, San Pietro o Foce, Varenna, Chiaravagna, Polcevera e, marginalmente, Bisagno. Vi è, inoltre, una serie di aree scolanti e bacini di dimensioni minori con corsi d'acqua spesso tombinati nella parte terminale, caratterizzati da deflusso in ambiente urbanizzato (quali il rio Secco ed il rio Roncallo).
Le portate di piena valutate dai Piani di Bacino sono riportate in Tabella 4-18.

Tabella 4-18 Portate di piena per diversi periodi di ritorno [m^3/s]

	T=50 anni	T=200 anni	T=500 anni
Torrente Cerusa (confl. con il R. Gava)	141	216	283
Torrente Cerusa (alla foce)	271	416	544
Torrente Leiro (confl. con il R. Acquasanta)	154	192	220
Torrente Leiro (alla foce)	362	453	521
Torrente San Pietro (alla foce)	79	106	125
Torrente San Pietro (a valle della confl. con il R. Fagaggia)	74	99	117
Torrente San Pietro (a monte della confl. con il R. Fagaggia)	40	54	64
Rio Fagaggia	34	45	53
Torrente Varenna (località Profondo)	260	320	375
Torrente Varenna (a valle della confluenza con il R. Cantalupo)	281	371	435
Torrente Varenna (a monte della confluenza con il R. Cantalupo)	270	332	388
Torrente Chiaravagna (confluenza Bianchetta-Cassinelle)	147	188	215
Torrente Chiaravagna (alla foce)	213	270	307
Torrente Polcevera (a monte della confluenza con il T. Secca)	680	860	960
Torrente Polcevera (a valle della confluenza con il T. Burba)	1265	1622	1847
Torrente Polcevera (a valle della confluenza con il R. Trasta)	1294	1657	1886
Torrente Polcevera (a valle della confluenza con il R. Fagino)	1377	1763	2006
Rio Roncallo	21	31	37
Rio Secco	18	26	32

Il bacino del **Torrente Cerusa** occupa complessivamente circa 24 km^2. I bacini secondari sono molto più sviluppati in sponda orografica destra che in sinistra. L'andamento dell'asta principale appare fortemente influenzato dall'assetto geologico–strutturale dell'area. Il bacino è caratterizzato da versanti principali interrotti da impluvi minori e da versanti secondari stretti ed allungati. Il reticolo idrografico è ramificato a causa della sensibile acclività delle pendici nella parte occidentale, che rendono accidentata la morfologia delle aree scolanti. Nel contesto idrografico si distinguono i Rii Gava e Secco, quali maggiori tributari di sinistra, e il Rio Asino Morto, affluente principale di destra.
La portate medie mensili stimate per il Torrente Cerusa dal modello Hydro della Regione Liguria variano da un minimo di 0,18 m^3/s ad agosto ad un massimo di 1,11 m^3/s a novembre. La portata media annua è di 0,78 m^3/s.
Lo stesso Piano individua come area storicamente inondata del Torrente Cerusa la zona fociva, nel tratto compreso tra il viadotto autostradale e lo sbocco a mare.

Il bacino del **Torrente Leiro** è ubicato a monte dell'abitato di Voltri, a Ovest del capoluogo ligure, e presenta numerose ramificazioni. L'asta principale ha uno sviluppo di circa 11 km secondo un orientamento circa Nord–Sud. La direzione di deflusso, perpendicolare alla costa ligure, raggiunge il mare nel punto più settentrionale del Golfo di Genova, in prossimità di Voltri. I suoi affluenti principali sono il rio Gorsexio, il rio Acquasanta ed il rio Ceresolo, che drenano rispettivamente una superficie di 8.6 km^2, 17.8 km^2 e 4.9 km^2; un affluente minore è il rio Piccardo. Le aste dei torrenti Gorsexio, Acquasanta e Ceresolo hanno una lunghezza rispettivamente pari a 6.3 km, 8.7 km e 4.9 km. Lungo i versanti, in alcune zone, soprattutto in corrispondenza di tratti d'alveo in curva, sono stati rilevati fenomeni di erosione. A questi si sono associati locali scalzamenti di materiale lungo le sponde e sul fondo dell'alveo.
Lo stesso Piano individua come aree storicamente inondate del Torrente Leiro le seguenti zone:

- tratto compreso tra il Comune di Mele e lo sbocco a mare;
- località Baiarda, Pezzuolo Crueia e Giardin poste lungo il corso del rio Acquasanta, affluente di sinistra del torrente Leiro.

Il bacino del **Torrente Branega** occupa circa 5 km^2 sviluppandosi da 881 m s.l.m. (Monte Cuccio) al livello del mare; il corso d'acqua principale presenta una valle molto incisa ed è lungo circa 5 km.
L'asta principale è originata dalla confluenza del Rio Monte Cuccio e del Rio Pian de Figlie, alla quota massima di 881 m s.l.m, lungo le pendici del Monte Cuccio. Tra gli affluenti di destra si hanno il rio Fontana Marsa, il rio Rivassa, il rio Anassi Inferiore, il rio Anassi Superiore e il rio del Cuneo.
Le portate medie mensili del corso d'acqua calcolate dal modello Hydro variano tra 0,03 m^3/s ad agosto e 0,19 m^3/s a novembre. La portata media annua è di 0,13 m^3/s.

Il bacino del **Torrente San Pietro o Foce**, esteso circa 3.6 km^2 da quota 617 m al livello del mare, è percorso da un reticolo idrografico composto principalmente dal Rio Fagaggia ad ovest e dal Rio San Pietro ad est, entrambi a direzione NNE-SSO e che si uniscono a circa 300 m dalla foce. Il bacino è caratterizzato dalla presenza di numerosi dissesti nei livelli superficiali.
Le portate medie mensili del corso d'acqua calcolate dal modello Hydro variano tra 0,02 mc/s ad agosto e 0,19 m^3/s a novembre; la portata media annua è di 0,10 m^3/s.
Lo stesso Piano individua come aree storicamente inondate del Torrente San Pietro e del suo affluente T. Fagaggia quelle poste nella zona urbana di fondovalle, in particolare la zona vicina allo sbocco a mare del corso d'acqua, tra Via Prà e Via Bignone.

Il **Torrente Varenna** si sviluppa in direzione nord–sud per circa 9 km sottendendo un bacino idrografico di circa 22 km^2. Fra gli affluenti di destra si segnalano il Rio Gandolfi, il Rio Taggia ed il Rio Cantalupo, che individuano le immissioni principali. Fra i tributari in sinistra si citano il Rio Dei Corvi, il Rio Lavino, il Rio Poma, il Rio Razzara, tutti caratterizzati da lunghezze ridotte e sottobacini di modesta estensione areale; le piccole incisioni sono spesso caratterizzate da un regime temporaneo di deflusso delle acque.
Le portate medie mensili del corso d'acqua calcolate dal modello Hydro variano da un minimo di 0,15 m^3/s ad agosto ad un massimo di 1,23 m^3/s a novembre. La portata media annua è di 0,79 m^3/s.
Il Piano di bacino individua come aree storicamente inondate quelle interessate dall'alluvione del 23 settembre 1993. Le esondazioni e i dissesti interessarono un ampio tratto dell'asta fluviale e numerose località, elencate di seguito da monte verso valle: strada per Lencisa, Camposilvano, San Carlo di Cese, Carpenara, Chiesino, Novagette, Treponti, Cantalupo, zona urbana vicina alla foce.

Il bacino del **Torrente Chiaravagna**, esteso nell'entroterra di Sestri Ponente per circa 3.5 km e occupante una superficie di circa 11 km^2, è caratterizzato da una morfologia fortemente influenzata dall'attività antropica: nella parte medio bassa del bacino sono presenti alcune attività di cava, si concentrano numerose strutture produttive ad alta qualificazione tecnologica ed in generale è presente un forte sviluppo urbano; nella parte alta è presente la più grande discarica di rifiuti solidi urbani autorizzata nella Regione; infine nel bacino è anche presente la spianata degli Erzelli, ottenuta attraverso la demolizione della vetta del M. S.Croce.
Il bacino può essere suddiviso in due sottobacini principali, il Chiaravagna ed il Rio Ruscarolo, che confluiscono poco prima della foce; a sua volta il Chiaravagna si suddivide, all'altezza della località Serra, nel Fosso Bianchetta e nel Fosso Cassinelle.
Le portate medie mensili del Torrente Chiaravagna calcolate dal modello Hydro variano da un minimo di 0,01 m^3/s ad agosto ad un massimo di 0,77 m^3/s a novembre. La portata media annua è di 0,38 m^3/s.
Il Piano di bacino individua come aree storicamente inondate quelle poste lungo l'asta del fosso Battisti, dalla località San Giacomo fino alla confluenza con il torrente Chiaravagna, e quelle a valle di tale confluenza fino alla foce in sinistra idrografica, posta in prossimità del mare.

Il bacino del **Torrente Polcevera** è esteso per circa 140 km^2 da quota 1113 m (Monte Taccone) fino alla foce situata in mare presso Cornigliano; l'asta principale è lunga circa 20 km. Il Torrente Polcevera trae origine dalla confluenza del torrente Verde con il torrente Riccò, nei pressi di Pontedecimo; gli affluenti in sinistra idrografica sono il torrente Secca, che confluisce nel Polcevera in prossimità di Bolzaneto, il Geminiano e il Torbella; gli affluenti in sponda destra sono i torrenti Burba, Trasta e Fegino. Il reticolo idrografico del Polcevera e dei maggiori affluenti è fortemente condizionato dall'assetto strutturale, le cui direttrici principali sono disposte secondo direzioni N-S.

La piana alluvionale di fondovalle si estende per una lunghezza di circa 7.5 km, occupando una superficie di 5 km^2. I sedimenti di cui è composta hanno spessori crescenti verso mare passando da pochi metri in corrispondenza di Pontedecimo, fino a circa 50 m nella zona della foce. Sulla prosecuzione a mare del Polcevera si trova un canyon sottomarino formatosi per fenomeni erosivi dovuti all'eccesso di sedimento trasportato. Gli effetti dell'antropizzazione nel bacino del Torrente Polcevera si osservano lungo i versanti, spesso oggetto in passato di attività agricole e pastorali, e soprattutto nei fondovalle, dove il crescente sviluppo degli insediamenti industriali e delle infrastrutture viarie è avvenuto lungo le aste dei corsi d'acqua a discapito degli alvei. A causa dell'elevata antropizzazione raramente sono riconoscibili significative forme di evoluzione fluviale.
Le portate medie mensili del Torrente Polcevera calcolate dal modello Hydro variano da un minimo di 1,49 m^3/s ad agosto ad un massimo di 6,94 mc/s a dicembre. La portata media annua è di 4,81 m^3/s.
Le aree storicamente inondate perimetrate nel Piano di bacino sono principalmente poste lungo i corsi d'acqua tributari (Rio Painego, Rio Burla, Torrente Secca, Rio Goresina,Torrente Torbella, Rio Maltempo), nei tratti immediatamente a monte della loro confluenza con il Polcevera. Lungo il corso principale le aree inondate sono concentrate tra Bolzaneto e lo sbocco a mare, dove sono particolarmente estese in sinistra idrografica.

Oltre al torrente Polcevera, anche il Rio Roncallo ed il Rio Secco sfociano in prossimità dell'opera a mare (cfr. Figura 4-9), che presentano portate massime annue limitate, stimabili in qualche metro cubo al secondo, che però sono decisamente elevate se paragonate all'estensione esigua dei relativi bacini imbriferi.

Il **Rio Secco** drena una superficie complessiva pari a 0,59 km^2 alla foce (esclusa la zona di riempimento portuale). Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Cornigliano, a quota 125 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 1,75 km in direzione N-S, il rio confluisce in un collettore principale al di sotto dell'area dell'aeroporto. Il suo bacino è delimitato a occidente dello spartiacque con il bacino del torrente Chiaravagna ed a levante dallo spartiacque con il bacino del rio Roncallo.
La pendenza media dell'asta è inferiore al 10%.
Il bacino è caratterizzato da una geometria stretta ed allungata con pendenze dei versanti mediamente elevate (30-50%). Il fondo del bacino è essenzialmente occupato da infrastrutture autostradali. Il rio, ad esclusione dei primi 300 m, scorre completamente tombinato al di sotto dei riempimenti realizzati a servizio degli svincoli autostradali.

Il **Rio Roncallo** drena una superficie complessiva pari a 0,64 km^2 alla foce (esclusa la zona di riempimento portuale). Esso ha origine alle spalle dell'abitato di Cornigliano, in località San Pietro, a quota 135 m s.l.m. circa. Dopo un percorso di circa 1,6 km in direzione N-S, confluisce nel collettore "Italsider", parallelo alla linea ferroviaria e che sfocia in mare al di sotto dell'area aeroportuale.
Il bacino del rio Roncallo è delimitato a occidente dallo spartiacque con il bacino del Secco, a settentrione ed a levante dallo spartiacque con il bacino del torrente Polcevera.
La pendenza media dell'asta principale è pari a circa l'8%.
La pendenza media dei versanti è modesta e pari al 15% circa. Raramente si riscontrano pendenze superiori al 35%, mentre decisamente più diffuse sono le aree con pendenze inferiori al 20%.
Il bacino è caratterizzato da una forte urbanizzazione fino a quota 50 m s.l.m. Nel tratto compreso tra quota 65 m s.l.m. fino alla confluenza con il collettore, il corso d'acqua è totalmente tombinato.
In corrispondenza della confluenza col rio Calone (affluente di destra del rio Roncallo), il rio si presenta tombinato con una sezione rettangolare di larghezza pari a 3 m e altezza pari a 1,75 m.
All'altezza di piazza Rizzoli, si passa ad una sezione ad arco di larghezza pari a 2 m e altezza pari a 2,1 m. Il tombino nel tratto compreso tra via Capo d'Istria e il tracciato ferroviario è a sezione ad arco di larghezza pari a 1,7 m e altezza pari a 2,1 m. Il tronco successivo, fino alla confluenza col collettore costiero, ha sezione ad arco di larghezza pari a 2,3 m e altezza pari a 1,5 m.



Figura 4-9 Corsi d'acqua che sfociano in prossimità dell'opera a mare

4.3.2.1.2 *Caratteristiche qualitative delle acque*

Relativamente alla qualità delle acque sono stati analizzati i dati rilevati dalle seguenti stazioni di monitoraggio:

Torrente Cerusa: CECE01 (a monte di Fiorino) e CECE04 (alla foce) (cfr. Tabella 4-19);

- Torrente Chiaravagna: CHCH01 (Torrente Chiaravagna), CHBI02 (Rio Bianchetta) e CHCA01 (Rio Cassinelle) (cfr. Tabella 4-20);
- Torrente Polcevera: POPO01, POPO02 e POPO05 (cfr. Tabella 4-21);
- Torrente Bisagno: BIBI03, BIBI04 e BIBI05 (cfr. Tabella 4-22).

I dati disponibili contengono informazioni sia relative alle caratteristiche chimico-fisiche delle acque sia relative all'Indice Biotico Esteso (IBE). Utilizzando i dati relativi alle caratteristico chimico-fisiche, è stato calcolato l'indice LIM (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori), che racchiude i risultati ottenuti per ossigeno disciolto, COD, BOD5, azoto ammoniacale, azoto nitrico, fosforo totale, *E. coli* e fornisce una visione sintetica della qualità delle acque. L'indice IBE consente, invece, di valutare lo stato qualitativo delle acque attraverso l'utilizzo di bioindicatori quali i macroinvertebrati che popolano il letto del torrente. Le tabelle seguenti, oltre agli indici LIM ed IBE, riportano il valore dell'indice SECA (Stato Ecologico del Corso d'Acqua), che esprime lo stato di qualità degli ecosistemi acquatici in base ai valori dell'indice IBE e ai valori di concentrazione dei cosiddetti parametri "macrodescrittori" (indice LIM). Viene inoltre calcolato l'indice SACA (Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua), che unisce i risultati delle analisi sulla colonna d'acqua con quelle sul sedimento.
Il livello di qualità delle acque, per ogni indice, è espresso in 5 classi, da 1 (elevata) a 5 (pessima).

Tabella 4-19 Torrente Cerusa: classificazione dello stato ambientale

SIGLA	anno/i di monitoraggio	LIM classe	IBE classe	SECA	SECA stato	SACA complessivo
CECE01	2001-2002	1	1	1	ELEVATO	ELEVATO
CECE01	2003	1	1	1	ELEVATO	ELEVATO
CECE01	2004	2	1	2	BUONO	BUONO
CECE01	2005	1	1	1	ELEVATO	ELEVATO
CECE01	2006	1	1	1	ELEVATO	ELEVATO
CECE01	2007	1	1	1	ELEVATO	
CECE04	2001-2002					
CECE04	2003	2	4	4	SCADENTE	SCADENTE
CECE04	2004	2	3	3	SUFFICIENTE	SCADENTE
CECE04	2005	2	4	4	SCADENTE	SCADENTE
CECE04	2006	2	2	2	BUONO	BUONO
CECE04	2007	2	5	5	PESSIMO	
CECE04	2008	2				

Tabella 4-20 Torrente Chiaravagna: classificazione dello stato ambientale

SIGLA	anno/i di monitoraggio	LIM classe	IBE classe	SECA	SECA stato	SACA complessivo
CHBI02	2001-2002	2	2	2	BUONO	BUONO
CHBI02	2003					
CHBI02	2004		1			
CHCA01	2001-2002	2	3	3	SUFFICIENTE	SCADENTE
CHCA01	2003					
CHCA01	2004					
CHCH01	2001-2002	3	5	5	PESSIMO	PESSIMO
CHCH01	2003	3	4	4	SCADENTE	SCADENTE
CHCH01	2004	2	4	4	SCADENTE	SCADENTE
CHCH01	2005	3	3	3	SUFFICIENTE	SCADENTE
CHCH01	2006	3	4	4	SCADENTE	SCADENTE
CHCH01	2007	2	3	3	SUFFICIENTE	
CHCH01	2008	3	3	3	SUFFICIENTE	

Tabella 4-21 Torrente Polcevera: classificazione dello stato ambientale

SIGLA	anno/i di monitoraggio	LIM classe	IBE classe	SECA	SECA stato	SACA complessivo
POPO01	2001-2002	2	3	3	SUFFICIENTE	SCADENTE
POPO01	2003					
POPO01	2004					
POPO03	2001-2002	2	3	3	SUFFICIENTE	SCADENTE
POPO03	2003					
POPO03	2004					
POPO05	2001-2002	2	3	3	SUFFICIENTE	SCADENTE
POPO05	2003	3	5	5	PESSIMO	PESSIMO
POPO05	2004	2	3	3	SUFFICIENTE	SCADENTE
POPO05	2005	2	3	3	SUFFICIENTE	SCADENTE
POPO05	2006	3	2	3	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE
POPO05	2007	2	4	4	SCADENTE	
POPO05	2008	2	4	4	SCADENTE	

Tabella 4-22 Torrente Bisagno: classificazione dello stato ambientale

SIGLA	anno/i di monitoraggio	LIM classe	IBE classe	SECA	SECA stato	SACA complessivo
BIBI03	2001-2002	2	2	2	BUONO	SCADENTE
BIBI03	2003	2	2	2	BUONO	SCADENTE
BIBI03	2004	2	2	2	BUONO	SCADENTE
BIBI04	2001-2002	2	3	3	SUFFICIENTE	SCADENTE
BIBI04	2003					
BIBI04	2004					
BIBI05	2001-2002	2	3	3	SUFFICIENTE	SCADENTE
BIBI05	2003	3	3	3	SUFFICIENTE	SCADENTE
BIBI05	2004	2	3	3	SUFFICIENTE	SCADENTE
BIBI05	2005	2		2	BUONO	SCADENTE
BIBI05	2006	2	3	3	SUFFICIENTE	SCADENTE
BIBI05	2007	2	3	3	SUFFICIENTE	SCADENTE
BIBI05	2008	2	3	3	SUFFICIENTE	

I risultati degli indici considerati mostrano un complessivo stato di alterazione delle acque, sebbene in alcuni casi lo stato di qualità determinato dai macrodescrittori si attesti su un giudizio di qualità "buono" (LIM pari a 2), ad indicare un'assenza di situazioni di compromissione dal punto di vita dei parametri trofici. Ciò può essere dovuto al fatto che l'IBE, rispetto al LIM, è maggiormente sensibile alle pressioni ambientali rappresentate dall'inquinamento, sia di origine metabolica, sia di origine industriale (metalli pesanti ecc.). Inoltre, risente fortemente delle alterazioni di portata, tipici dei corsi d'acqua a carattere torrentizio.

La qualità ambientale del Torrente Cerusa negli anni è rimasta sostanzialmente elevata nella parte alta del bacino (almeno fino all'abitato di Fiorino), mentre alla foce è cambiata di anno in anno, con predominanza di classificazione scadente. La Relazione sullo stato dell'ambiente 2009 della Regione Liguria, relativamente all'indice SECA, individua la situazione del Torrente Chiaravagna, del Torrente Polcevera e del Torrente Bisagno tra quelle più critiche presenti sul territorio regionale.

In Tabella 4-23, infine, vengono riportate le concentrazioni dei principali metalli pesanti rilevati da ARPAL dal 2005 al 2009 presso la stazione POPO05 sul Torrente Polcevera; non sono stati riportati i dati sugli inquinanti organici (es.: IPA), in quanto in concentrazioni inferiori ai limiti di rilevabilità.
I dati dei metalli pesanti sono stati confrontati con i limiti previsti dal Decreto Ministeriale n. 56 del 14 aprile 2009 che stabilisce "gli standard di qualità nella colonna d'acqua per le sostanze dell'elenco di priorità" e "gli standard di qualità ambientale nella colonna d'acqua per alcune delle sostanze non appartenenti all'elenco di priorità". Superamenti dei livelli limite si sono verificati per cadmio e mercurio, entrambi indice di possibile inquinamento antropico.

Tabella 4-23 Concentrazione dei principali metalli pesanti [µg/l] - stazione POPO05

Anno	Cromo totale*	Cadmio	Arsenico*	Mercurio	Nichel	Piombo	Rame	Zinco
D.M. 56/2009	7	0,09	10	0,03	-	7,2	-	-
2005	3,0	0,19	-	-	2,55	1,5	4,68	< 20
2006	3,6	0,24	-	-	1,26	1,15	4	123
2007	2,0	0,3	0,5	< 0,5	< 1,4	< 0,8	4	< 20
2008	4,0	< 0,2	< 0,5	< 0,01	0,53	2	3	57
2009	4,7	0,06	0,5	0,007	0,55	1,17	2,13	8,53

*Non appartenenti all'elenco di sostanze prioritarie.

Nelle Relazioni sullo Stato dell'Ambiente in Liguria di ARPAL, il Polcevera evidenzia una situazione piuttosto compromessa poiché ricadente in zone litoranee fortemente antropizzate. Tale situazione è prevalentemente attribuibile alla qualità dei sedimenti dell'alveo, per gli elevati tenori di IPA, PCB e metalli pesanti, piuttosto che alle caratteristiche di qualità delle acque.

Le indagini sperimentali condotte sono servite ad integrare le informazioni circa lo stato attuale dell'ambiente idrico e la sua vulnerabilità nei confronti della realizzazione dell'opera in progetto; i risultati di tali indagini non hanno la finalità di esprimere un giudizio di qualità conformato alla normativa vigente, poiché questo necessita di studi più approfonditi e prolungati nel tempo.
In dettaglio, nel 2004, 2007 e 2010 sono state effettuate campagne di indagini sperimentali sui corsi d'acqua di interesse con misure dirette in sito (temperatura, conducibilità elettrica e pH) e prelievo di campioni sottoposti successivamente ad analisi di laboratorio (solidi sospesi e totali, metalli, coliformi, ecc.). Nella Tabella 4-24 si riportano i valori dei parametri misurati in situ e del BOD_5 per i corsi d'acqua campionati nel 2007 e nel 2010, mentre il dettaglio di tutti i parametri indagati è riportato nell'Allegato "Indagini ambientali – Componente acque superficiali".

Tabella 4-24 Valori dei parametri misurati in situ per i corsi d'acqua esaminati e del BOD5 misurato in laboratorio (Settembre 2007 e Ottobre-Novembre 2010)

Torrente	Temperatura [° C]		Conducibilità elettrica [µs]		pH		BOD_5 [mg/L]	
	2007	*2010*	*2007*	*2010*	*2007*	*2010*	*2007*	*2010*
Torbella	18,00	11,1	700	485	7,60	8,29	<5	0,8
Maltempo	6,50		810		7,30		<5	
Varenna	17,70	10,6	220	237	8,10	8,02	<5	0,1
Vesima	16,90	10,6	450	368	7,80	8,16	<5	0,1

I risultati delle analisi del 2007 danno per tutti i corsi d'acqua un valore del BOD_5 inferiore a 5,0 e non permettono un'attribuzione precisa a una classe di qualità. I risultati delle analisi del 2010 danno, invece, per tutti i corsi d'acqua un valore del BOD_5 inferiore a 2,5, corrispondente ad un livello di qualità 1 (elevata).

Nell'ambito delle indagini sperimentali, è stato inoltre determinato, in base a sopralluoghi mirati, l'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF), che consiste nella valutazione dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa come risultato della sinergia e dell'integrazione di un'importante serie di fattori biotici ed abiotici presenti nell'ecosistema acquatico ed in quello terrestre ad esso collegato. Nella Tabella 4-25 si riportano i valori di IFF per il 2010: le situazioni più critiche si riscontrano per il T. Torbella, nei pressi del cimitero di Rivarolo e nel tratto a monte dell'attraversamento autostradale, con giudizio di funzionalità tra scadente e pessimo, e per il T. Vesima, nel tratto al di sotto del ponte autostradale esistente, con giudizio di funzionalità pessimo.

Tabella 4-25 Valori dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) valutati in situ per i corsi d'acqua esaminati (2010)

Bacino	Corso d'acqua	Codice misura	Codice stazione	Descrizione	Valore IFF		Livello funzionalità	
					Dx	*Sx*	*Dx*	*Sx*
Polcevera	Torbella	IFF 101	TO_1	Tratto lungo il cimitero di Rivarolo	27	51	IV-V	IV-V
Polcevera	Torbella		TO_2	Tratto lungo a monte del cimitero di Rivarolo	166	191	III	II-III
Varenna	Varenna	IFF103	VA_1	Tratto a valle della cava	152	110	III	III -IV
Varenna	Varenna		VA_2	Tratto lungo la cava fino ad opera di presa	127	129	III	III
Varenna	Varenna		VA_3	Tratto a monte dell'opera di presa	108	129	III-IV	III
Vesima	Vesima	IFF 104	VE_1	Tratto a valle dell'attraversamento autostradale	181	171	III	III
Vesima	Vesima		VE_2	Tratto sotto ponte autostradale carreggiata sud	50	50	V	V
Vesima	Vesima		VE_3	Tratto a monte dell'attraversamento autostradale	161	171	III	III

4.3.2.2 *Le acque marine*

Lo stato attuale delle acque marine è stato qualificato tramite l'analisi dei seguenti dati:

- Condizioni meteo marine locali (onde di marea, vento, correnti litoranee, livelli);
- Caratteristiche qualitative delle acque marine (comprensive di indagini sperimentali).

4.3.2.2.1 *Condizioni meteo marine locali*

Come noto, le condizioni meteo marine locali determinano gli scambi fra il canale di calma e le zone circostanti, la dispersione di eventuali inquinanti presenti e possono influenzare gli usi attuali (essenzialmente la navigazione).

Nel Golfo di Genova l'ampiezza di marea è modesta, come mostrano i dati mareografici forniti dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale dei Servizi Tecnici Nazionali (ora confluiti nell'APAT): i valori massimi di marea registrati nel periodo 1998-2008 sono pari a +0,5 m per il sito di Genova e a +0,43 m per quello di Imperia. I valori minimi sono, rispettivamente, di -0,33 m e -0,36 m.
È stata inoltre sviluppata un'analisi specifica per valutare una marea rappresentativa, in termini di trasporto, di una marea media, da utilizzare per le simulazioni modellistiche del presente studio. I risultati di questa analisi mostrano che le ampiezze di marea più frequenti sono comprese tra i 18 e i 22 cm e che circa il 50% delle onde di marea ha ampiezza inferiore a 20 cm. Si è quindi stabilito di utilizzare come marea rappresentativa una marea sintetica sinusoidale con ampiezza 20 cm (+/- 10 cm rispetto al medio mare) ed un periodo di 12 ore.

I dati utilizzati per la definizione delle caratteristiche meteomarine del paraggio d'interesse sono i seguenti (cfr. Figura 4-10):

- misurazioni di moto ondoso, registrate dalla boa della Rete Ondametrica Nazionale (RON) di La Spezia (coordinate 43°55.7' N e 9°49.6' E, in acque di profondità 100 m), dal 1/7/1989 al 10/10/2003, e desunte dallo "Studio Meteomarino" elaborato dalla società D'Appolonia nell'ambito dello "Studio di fattibilità" redatto nel 2008, già richiamato in precedenza;
- ricostruzione del moto ondoso dai dati di vento e di moto ondoso forniti, in corrispondenza dei nodi di una griglia, dal Meteorological Office (UKMO) e relativi al ventennio 1987-2008; il nodo della griglia considerato ha le coordinate 44° N e 8.74° E ed è ubicato in una posizione adeguata per lo studio delle onde al largo del sito d'interesse.



Figura 4-10 Ubicazione dei punti di misura o ricostruzione del moto ondoso

Ai fini progettuali occorre considerare che nella propagazione dal largo verso la costa le onde subiscono delle trasformazioni dovute all'effetto del fondale e questo fa sì che l'altezza dell'onda al largo si modifichi continuamente nella propagazione verso le acque basse. A tale riguardo, sono stati acquisiti i risultati dello studio elaborato dalla società D'Appolonia tramite l'uso di un modello spettrale di terza generazione, per analizzare le caratteristiche del moto ondoso in corrispondenza della diga foranea, in condizioni tipiche ed estreme. Le simulazioni condotte hanno consentito di ottenere una stima del clima ondoso costiero rappresentativo per il paraggio in esame a partire dal clima ondoso al largo di La Spezia; il clima ondoso sottocosta è stato calcolato in corrispondenza del Porto Petroli. I valori delle frequenze di occorrenza associate alle altezze d'onda significative nel punto di calcolo, in funzione delle direzioni di provenienza, sono riportati nella Tabella 4-26; in Figura 4-11 è invece riportata la rosa del moto ondoso nel punto di calcolo in questione. Dalla tabella si evince che circa il 59% degli eventi è associato ai settori 210°-240° N, cui sono associate anche le massime energie, mentre circa il 17% degli eventi è associato ai settori 150°-180° N. Gli eventi che non interessano il settore di esposizione dell'area costiera in esame sono poco più del 19% della totalità degli eventi al largo.

Tabella 4-26Clima ondoso sottocosta in corrispondenza della boa di Porto Petroli

DIR (°N)	Hs (m)													
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	TOT
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.93	1.25	0.73	0.28	0.07	0.03	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.33
150	2.28	2.86	1.43	0.61	0.16	0.09	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	7.50
180	3.41	3.71	1.79	0.59	0.23	0.09	0.07	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	9.92
210	8.51	12.99	6.76	3.52	2.15	1.22	0.79	0.28	0.23	0.08	0.03	0.02	0.00	36.58
240	8.27	7.10	3.00	1.56	0.82	0.49	0.31	0.16	0.12	0.07	0.04	0.02	0.02	21.98
270	0.44	0.52	0.25	0.12	0.09	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.45
300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
330	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOT	23.84	28.43	13.96	6.68	3.52	1.95	1.25	0.47	0.36	0.16	0.08	0.04	0.02	80.76
EVENTI RESIDUI			19.24											

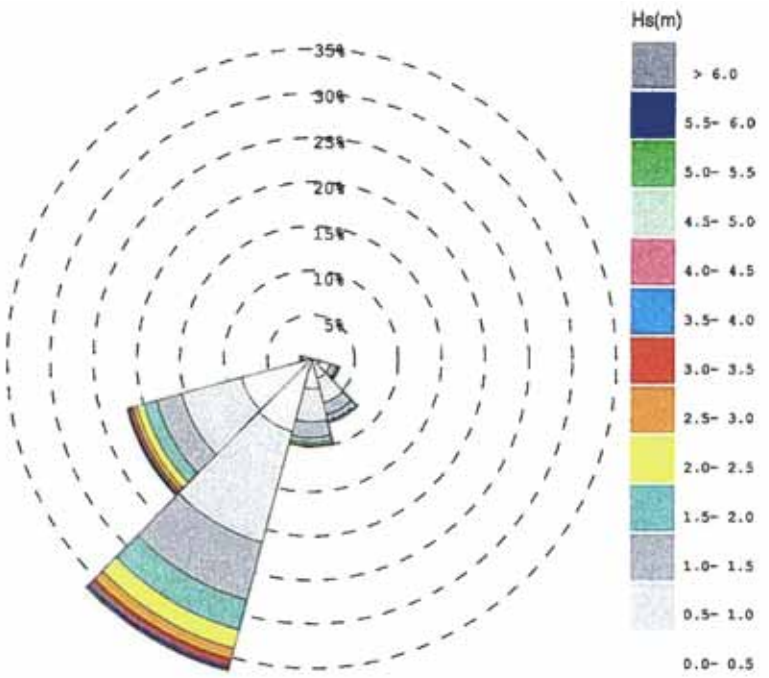


Figura 4-11 Rosa del moto ondoso in corrispondenza della boa di Porto Petroli

In merito alle caratteristiche generali della circolazione lungo la costa ligure, l'analisi dei dati storici per il Mar Ligure e il Mar Tirreno evidenza che:

- i due bacini differiscono sostanzialmente per le loro proprietà termiche: ne consegue che la densità ha un andamento analogo a quella della temperatura;
- l'acqua del Mar Ligure si mantiene generalmente a temperature medie sensibilmente inferiori a quelle del Tirreno: il gradiente termico tra i due bacini si presenta massimo nella stagione invernale. In tale stagione, considerando che la salinità si mantiene su valori abbastanza simili nei due bacini, risulta massimo anche il gradiente di densità.

La presenza di due masse d'acqua, con proprietà diverse, fa sì che al largo delle costi liguri si verifichino intensi processi di mescolamento e notevoli cambiamenti stagionali nel campo di massa.
La piattaforma continentale, molto ridotta lungo quasi tutto l'arco ligure, si allarga nei pressi di La Spezia fino a formare una pianura costiera che, all'altezza di Capraia, è ampia più di 60 km. Lungo il bordo di questa pianura, canyons trasversali la collegano ad una terrazza intermedia (Terrazza di La Spezia) che presenta profondità dell'ordine dei 500 m. Nella parte più meridionale la Terrazza di La Spezia si solleva leggermente fino a formare la soglia Corso-Toscana, ad una profondità poco superiore ai 400 m. Attraverso questa soglia si verifica il collegamento con l'elemento fisiografico più settentrionale del bacino tirrenico, la Fossa Toscana, che costituisce il prolungamento della Terrazza di La Spezia tra la piattaforma continentale corsa e quella toscana.

L'andamento generale del flusso lungo la costa si presenta antiorario, con correnti che tendono a fluire mediamente, sia in superficie che sul fondo, verso il Golfo del Leone (Saliot, 2007)[28].
In superficie scorre l'acqua di provenienza atlantica, la cosiddetta MAW (Modified Atlantic Water), che dopo aver modificato parzialmente le sue caratteristiche nell'attraversamento del Mare di Alboran, si propaga lungo la costa algerina e attraversa il canale di Sardegna, dividendosi poi in due rami: uno si propaga verso il Canale di Sicilia, l'altro risale la penisola in senso antiorario fino alla costa savonese, da dove fluisce verso SO.
L'acqua levantina (LIW, Levantine Intermediate Water) si forma nel Mediterraneo Orientale, fluisce negli strati intermedi (tra 300-600 m) del Canale di Sicilia e risale la penisola fino all'altezza della Corsica, dove si divide in due rami, uno dei quali raggiunge la costa savonese e fluisce verso SO.
La circolazione più profonda è caratterizzata dalla presenza dell'acqua profonda del Mediterraneo Occidentale (WMDW, Western Mediterranean Deep Water) che si forma nel Golfo del Leone quando le condizioni invernali causano il mescolamento e l'affondamento delle acque MAW e LIW; la nuova massa d'acqua fluisce sotto i 600 m di profondità con traiettoria antioraria.
Gli aspetti principali messi in evidenza dalla letteratura specialistica sono i seguenti:

- il campo di corrente presenta valori sufficientemente elevati anche in profondità, soprattutto nelle stagioni fredde, ed una rilevante variabilità spaziale;
- la batimetria svolge un ruolo determinante nella circolazione;
- le condizioni metereologiche influenzano notevolmente il regime dinamico, sia per l'effetto diretto dello "stress" del vento sulla superficie, sia per l'azione indiretta che il vento esercita sui flussi di calore e conseguentemente sulla densità superficiale dei bacini. Inoltre i gradienti barici, che si verificano soprattutto durante il passaggio delle perturbazioni, inducono oscillazioni di livello che vanno ad incidere sul campo di corrente.

I dati correntometrici analizzati sono i seguenti (cfr. Figura 4-12):

- dati di corrente misurati in corrispondenza della Piattaforma Isola (4 anni di misure relative alle quote di -2, -12, -24, -36, -48 m dalla superficie);
- dati rilevati da ARPAL su un fondale di -52 m al largo di Arenzano, nei pressi del punto di naufragio della Haven, dal 10/9/2003 al 31/8/2004, riferiti alle quote -4, -14, -32, -42, -50 m dalla superficie. Le serie temporali dello strato più profondo, da -32 a -50 m, si interrompono alla data del 5 Febbraio 2004; mancano dunque i dati primaverili ed estivi.

[28] Alain Saliot, 2007. 'The Mediterranean Sea', Springer

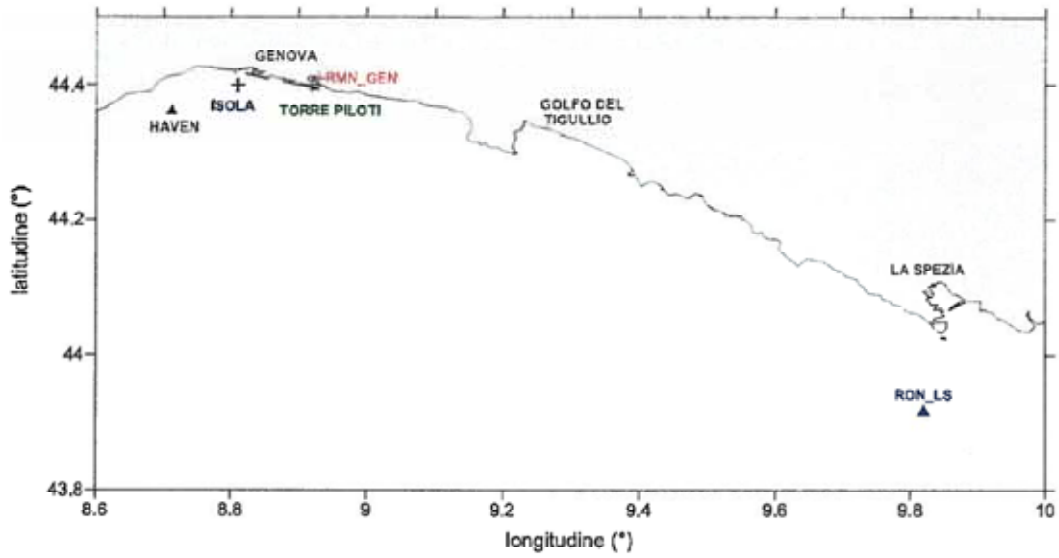


Figura 4-12 Ubicazione dei punti di misura dei dati disponibili

L'analisi statistica ha consentito di evidenziare le caratteristiche di intensità e direzionalità dei dati misurati. I dati di corrente rilevati alla Piattaforma-Isola sono stati elaborati al fine di estrapolare i valori estremi della corrente, direzionali e omnidirezionali, per le varie quote di misura. I risultati alle quote -2 m e -48 m dalla superficie sono riportati nella Tabella 4-27.

Tabella 4-27 Piattaforma-Isola: valori estremi di corrente a -2 m e a -48 m

DIR (°N)	PERIODO DI RITORNO IN ANNI		
	1	10	50
	V (cm/s)	V (cm/s)	V (cm/s)
0	20	28	34
30	36	46	53
60	56	68	76
90	28	35	39
120	17	25	31
150	14	21	25
180	18	25	29
210	41	54	62
240	57	68	75
270	37	46	52
300	23	34	42
330	13	17	20
OMNI	60	72	80

DIR (°N)	PERIODO DI RITORNO IN ANNI		
	1	10	50
	V (cm/s)	V (cm/s)	V (cm/s)
0	20	27	32
30	34	39	48
60	37	44	48
90	22	28	32
120	14	19	23
150	13	20	24
180	19	25	30
210	28	34	37
240	35	39	44
270	27	32	36
300	14	18	21
330	12	16	19
OMNI	38	44	48

Dalle analisi risulta che le correnti presenti nell'area denotano, lungo tutta la colonna d'acqua, estrema variabilità di intensità e direzione, sia nello strato superficiale che in quello di fondo. La corrente superficiale risulta sempre superiore alla corrente degli strati più profondi ed ha una direzione prevalente su tutta la colonna d'acqua: il sistema è cioè prevalentemente barotropico.
I valori medi sono dell'ordine dei 2 cm/s alla Piattaforma-Isola, mentre nei pressi del relitto Haven sono di 6 cm/s a -4 m dalla superficie e di 3 cm/s in prossimità del fondo, entrambi con direzione Ovest, cioè uscente dal Mar Ligure, in accordo con il flusso uscente di acqua Atlantica e Levantina.
In base ai dati disponibili l'intensità della corrente che lambisce le coste liguri può essere valutata al largo, in alcune decine di cm/s (mediamente ~ 20 cm/s).[29] Nel presente studio, si è considerata una corrente proveniente da Est, parallela alla costa, con intensità fino a 10 cm/s nella zona più esterna.

[29] Astraldi, M., and G. Gasparini, La circolazione costiera nel Mar Ligure orientale, Ist. Biol. Univ. Genova, 1986.
Cerrano C., Ponti M., Silvestri S. Guida alla biologia marina del Mediterraneo, Ananke Edizioni, ISBN 88-7325-050-5, 2004

Poiché allo stato attuale non sono disponibili campagne di misura di parametri idrodinamici in generale, e correntometrici in particolare, effettuate all'interno del canale di calma, è stato necessario applicare il modello idrodinamico per la valutazione della situazione ante operam. L'insieme delle simulazioni effettuate per l'analisi delle correnti e della dispersione nella zona di progetto, per la configurazione attuale, è riportato in Tabella 4-28.

Tabella 4-28 Quadro sinottico delle simulazioni effettuate per lo studio del campo di correnti e della dispersione nella situazione attuale

Simulazione	Marea	Correnti litoranee	Deflussi acque dolci	Velocità del vento
1	Ciclostazionaria sinusoidale: Ampiezza ±12 cm Periodo 12 ore	Costante da Est di 10 cm/s	Condizione di secca (0 m^3/s)	Calma di vento
2				Scirocco12 m/s
3				Libeccio 10 m/s
4			Piena annuale: 300,0 m^3/s Torrente Polcevera, 5,0 m^3/s Rio Roncallo 1,5 m^3/s Rio Secco	Calma di vento
5				Scirocco 12 m/s
6				Libeccio 10 m/s

È necessario sottolineare che, mentre i campi di moto sono stati analizzati per tutte le simulazioni considerate, la dispersione è stata studiata solo per le tre simulazioni che prevedono i deflussi dai corsi d'acqua in condizione di piena annuale, in quanto i traccianti sono stati associati direttamente agli apporti di acqua dolce, assumendo che questi originino le principali sorgenti di inquinamento.
Dall'analisi effettuata si può desumere che il canale di calma è attualmente un corpo idrico scarsamente influenzato dalle forzanti idrodinamiche, anche se si mostra soggetto a variazioni nelle diverse situazioni di clima di vento (in particolare aumenta la sua capacità di trasporto in condizioni di vento di scirocco). Si è inoltre riscontrato che il suo comportamento idrodinamico risente anche delle condizioni di scarico dei corsi d'acqua direttamente interessati, primo fra tutti il T. Polcevera che, in condizioni di piena, è in grado di invertire la direzione del flusso del canale di calma (dall'usuale direzione est-ovest quando, senza vento, alla direzione opposta ovest-est).
Da un punto di vista dispersivo è stato valutato che il canale di calma è scarsamente soggetto ai potenziali inquinanti rilasciati dai principali corsi d'acqua, in primis il Torrente Polcevera, che rimangono confinati nella parte orientale del bacino. Solo in concomitanza di venti di scirocco, gli inquinanti riescono a propagarsi fino all'imboccatura occidentale.
Per quanto riguarda la salinità media, il canale di calma è un corpo idrico sostanzialmente marino, con salinità prossima a quella del mare antistante, anche se non è possibile una sua temporanea riduzione in concomitanza con eventi di piena del Polcevera contemporanei a venti di scirocco.

4.3.2.2.2 *Qualità delle acque marine*

L'area di progetto interessa il canale di calma parallelo alla pista principale dell'aeroporto Cristoforo Colombo di Genova. Tale tratto di mare, delimitato dalla diga foranea e dalla stessa pista dell'aeroporto, si trova compreso nell'area portuale di Genova. Ad est dell'area di progetto è presente il bacino Sampierdarena con i pontili dello scalo merci, mentre ad ovest sono presenti il porto petroli e il Voltri Terminal Europa, principale scalo container del porto genovese.
Le attività portuali possono essere fonti di inquinamento di varie sostanze tossiche (idrocarburi, metalli pesanti, ecc.) dovute al traffico mercantile, all'usura dei metalli e delle vernici, al versamento cronico o accidentale durante le fasi di carico e scarico, ecc. Le attività industriali connesse al porto contribuiscono alla contaminazione attraverso lo scarico in mare delle acque di raffreddamento, di inquinamento chimico, in relazione alle sostanze tossiche (in genere cloro derivati e sostanze a base di rame) usate per evitare l'insediamento del fouling (organismi incrostanti) nei sistemi di adduzione e scarico, ed alla ricaduta dei fumi di combustione dei pennacchi delle ciminiere. Le principali reti di monitoraggio delle acque antistanti le coste liguri sono due:

Relini G., Dominio pelagico - il Santuario dei cetacei Pelagos, Museo Friulano di Storia Naturale, Udine, ISBN 88 88192 30 1, 2007
Laghi, M., Analisi della variabilità della circolazione del Mar Mediterraneo, Tesi di laurea in Oceanografia e Meteorologia - Università di Bologna, 2003

- la rete regionale di monitoraggio dell'ecosistema marino, prevista dal D.Lgs. 152 del 2006, dove confluiscono anche i dati del Si.Di.Mar. (dati raccolti per la rete nazionale prevista dalla L. 979 del 1982 e finanziata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio - Direzione Protezione Natura);
- il sistema di controllo delle acque di balneazione, previsto dal D.P.R. 470 del 1982.

In entrambi i casi la rete è costituita da punti di rilevamento stabili dove vengono periodicamente analizzati diversi parametri per ciascuna matrici ambientale: acque, plancton, sedimenti, organismi bioaccumulatori e biocenosi bentoniche.
Per quanto riguarda l'area di progetto, le stazioni di monitoraggio più vicine sono localizzate nel tratto di mare antistante la diga foranea[30]; due stazioni sono relative al monitoraggio della qualità delle acque mentre una è relativa al bioaccumulo di contaminanti in organismi acquatici (mitili).
Le due stazioni di monitoraggio della qualità delle acque costituiscono un transetto utile alla descrizione dello stato di qualità delle acque sia nel tratto di mare sottocosta (~200 m) sia nella porzione più al largo (~1000 m).
Per tali stazioni di indagini è disponibile una serie storica di dati30. Le considerazioni a seguire si basano sugli ultimi cinque anni di dati disponibili, a partire dal 2006.
Dall'analisi dei dati derivanti dalle attività di monitoraggio, si può osservare che la zona antistante la diga foranea non presenta anomalie trofiche che la caratterizzano negativamente rispetto al panorama dell'intera Regione; in particolare l'indice TRIX, utilizzato per definire il livello trofico delle acque marine, presenta valori medi sempre inferiori a 5.
Anche se l'altro parametro utilizzato (CAM) evidenzia qualche problema legato alla trasparenza, si può concludere che le acque si mantengono su valori buoni e non presentano significativi rischi di eutrofizzazione o deficit di ossigeno anche grazie alle favorevoli condizioni idrodinamiche.
Diverso è il quadro che si presenta considerando la presenza di sostanze contaminanti; i valori di alcuni parametri si mantengono su valori superiori a quelli degli standard di legge; in particolare i risultati sugli organismi bioindicatori evidenziano un'accentuata contaminazione chimica delle acque tali da portare il complessivo valore di stato di qualità a "scadente".
Al riguardo si segnala che la stazione citata presenta valori in linea con quelli riscontrati presso la stazione di Voltri, la quale è considerata una delle stazioni più contaminate della regione Liguria[31].
Ciò è probabilmente riconducibile al fatto che le emissioni inquinanti di origine industriale e/o portuale avvenute soprattutto in passato continuano a condizionare significativamente le caratteristiche attuali delle acque limitrofe alle zone portuali.

Dati specifici sulla qualità delle acque nel canale di calma sono stati ricavati da un'apposita campagna di indagine effettuata nel mese di Ottobre 2010 nelle tre stazioni riportate in Figura 4-13.

[30] Informazioni estratte dal sito cartografico della Regione Liguria: www.cartografia.regione.liguria.it
[31] ARPAL, Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero ligure, 2010.



Figura 4-13 Stazioni di prelievo dei campioni di acqua sottoposti ad analisi ambientale

I campioni sono stati prelevati ad una profondità di 5 m e su di essi sono state condotte le determinazioni analitiche relative ai principali nutrienti (azoto, fosforo e carbonio), ai principali inquinanti inorganici (metalli pesanti), organici di sintesi (IPA) e idrocarburi.

Oltre a queste informazioni, sono stati considerati anche i dati raccolti da ARPAL e da altri Enti nell'ambito del dragaggio del porto di Genova, grazie alle stazioni appartenenti alla rete fissa di monitoraggio ubicata in prossimità del canale di calma, sia sul lato di ponente che di levante. Le stazioni di interesse sono la 009 (in prossimità della zona di attracco delle navi a servizio delle acciaierie di Cornigliano, interessata da prelievi tra Giugno e Ottobre 2008 ad una profondità di 4 e 10 m), la 008, la 002, la 023 (foce del T. Polcevera) e la 802, che è anche l'unica stazione di ponente per la quale sono disponibili alcuni dati. In queste stazioni fisse vengono effettuate:

- analisi chimiche (granulometria, metalli, idrocarburi pesanti (C > 12), IPA, Nutrienti, Carbonio Organico Totale, Solidi sospesi, ed Organostannici), su campioni di acqua e di sedimento;
- analisi ecotossicologiche, di bioaccumulo e della comunità bentonitica.

I dati raccolti all'interno del canale di calma non evidenziano la presenza di superamenti dei limiti previsti dalla normativa vigente in merito alla qualità delle acque costiere (D.M. 56/2009). I valori degli idrocarburi si mantengono sempre al di sotto dei limiti di rilevabilità.
I metalli pesanti presentano concentrazioni paragonabili a quanto descritto per la qualità delle acque al di fuori della diga foranea, con presenza apprezzabile dei metalli con una significativa origine naturale (es. nichel) o legati alle attività portuali (es. rame). In generale gli andamenti sono caratteristici delle acque nei pressi di stazioni portuali di grandi dimensioni, secondo quanto riportato nei monitoraggi dell'ambiente ligure[32]. In particolar modo i bassi valori dei metalli pesanti e dei composti organici di sintesi sono probabilmente da attribuirsi alla bassa solubilità di tali composti che tendono ad accumularsi in altri comparti ambientali, come ad esempio il sedimento.
Anche nelle stazioni situate in prossimità del canale di calma, le concentrazioni dei principali contaminanti organici e inorganici (metalli pesanti e idrocarburi policiclici aromatici) sono risultate

[32] ARPAL, Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero ligure, 2010.

estremamente basse e spesso al di sotto dei limiti di quantificazione. Superamenti dei limiti normativi si sono verificati solo in una stazione (009) per il cromo, che presenta nel campione del 23/10/2008 una concentrazione di 5,4 µg/l rispetto al limite di 5 µg/l. previsto dal D.M 56/09.
Le informazioni disponibili sulle caratteristiche delle acque all'interno del canale di calma evidenziano una situazione abbastanza soddisfacente per i livelli di microinquinanti organici ed inorganici presenti in fase disciolta, contenuti entro i limiti di legge; i metalli riscontrati in concentrazioni analiticamente apprezzabili sono i medesimi già riscontrati nelle altre stazioni portuali e nella stazione situata in mare. Nel caso dei parametri trofici, l'assenza di alcuni parametri ha impedito la definizione di indici complessivi; l'esame dei nutrienti ha evidenziato, nel caso dell'azoto, una presenza anomala di composti ridotti rispetto alle forme ossidate.
Sia i valori di azoto che quelli di fosforo si attestano su valori più elevati di quelli rilevati nelle aree portuali circostanti e nella stazione costiera.
I dati ottenuti per il TOC (Carbonio Organico Totale) nel canale di calma mostrano concentrazioni piuttosto omogenee, dell'ordine dei 2,5-3 mg/l, generalmente superiori a quelle riscontrate nelle zone adiacenti. Per quanto riguarda i solidi sospesi totali (SST), nelle zone portuali si riscontrano valori piuttosto contenuti, solitamente inferiori a 10 mg/l; è probabile comunque che si verifichino incrementi anche consistenti di tale parametro durante gli eventi piovosi, per l'apporto terrigeno. Per il canale di calma non sono disponibili i dati di SST in quanto le misure di torbidità effettuate non possono essere convertite in solidi sospesi senza la costruzione di una curva di taratura che permetta la conversione.

4.3.3 Il Rapporto Opera-Ambiente

4.3.3.1 *Progetto Infrastrutturale*

Le potenziali interferenze con l'ambiente idrico superficiale dovute alla presenza delle opere in progetto sono riconducibili alle seguenti tipologie:

- Variazione delle condizioni di deflusso idrico,
- Alterazione della qualità delle acque superficiali.

Le situazioni maggiormente rappresentative delle tipologie di interferenza individuate sono riportate in Tabella 4-29.

Tabella 4-29 Corsi d'acqua ed interferenze

Corsi d'acqua soggetti ad interferenza	*Elemento di interferenza*
Torrente Vesima	Scarico acque di prima pioggia depurate
Torrente Leiro	Viadotto Leiro Est e Ovest – Pila sponda destra in fascia fluviale C (Est) o al limite di fascia fluviale C (Ovest)
Torrente Cerusa	Viadotto Cerusa Est e Ovest – Pila sponda sinistra al limite di fascia fluviale A
Torrente Varenna	Scarico acque di prima pioggia depurate
Torrente Polcevera	Scarico acque di prima pioggia depurate Viadotto Genova
Torrente Secca	Scarico acque di prima pioggia depurate
Torrente Torbella	Scarico acque di prima pioggia depurate

Si può affermare che il carico inquinante nei corpi idrici ricettori, derivante dal dilavamento della sede stradale ad opera delle acque di prima pioggia e dell'acqua di piattaforma proveniente dalle gallerie, va ad incidere in minima parte sulla qualità delle acque, essendo il sistema di drenaggio previsto per l'intera viabilità di progetto un sistema chiuso. Infatti, in funzione delle caratteristiche dell'idrografia interferita e a causa della sensibilità del ricettore, per lo smaltimento sono stati impiegati presidi atti a modulare le portate scaricate e/o controllare i parametri qualitativi. Per la tutela dei corpi idrici superficiali sono stati utilizzati: fossi filtro, bacini di controllo e vasche di sedimentazione. Inoltre gli scarichi immessi nei torrenti non sono continui ma avvengono solo dopo piogge, anche di breve durata, che determinano, in ragione delle caratteristiche dei bacini, un aumento delle portate dei corsi d'acqua e quindi un aumento della diluizione degli scarichi.

Per quanto riguarda la possibile variazione delle condizioni di deflusso, l'impatto principale relativo alla modifica della dinamica fluviale con possibilità di fenomeni di erosione localizzata è quello dovuto alla presenza di una pila in prossimità dell'alveo. In questa ottica, le soluzioni progettuali adottate sono sinteticamente riportate nella Tabella 4-30.

Tabella 4-30 Individuazione delle soluzioni adottate in relazione alle tipologie di interferenza

Tipologia di interferenza	*Elemento progettuale*	*Possibili impatti*	*Soluzioni adottate*
Variazione delle condizioni di deflusso idrico	Viadotto	Modifica della dinamica fluviale con possibilità di fenomeni di erosione localizzata, a causa della presenza di pile in prossimità dell'alveo, in sponda o in zone storicamente allagate	Progettazione delle opere in base alle risultanze di verifiche idrologiche e idrauliche

Per quanto riguarda il viadotto Leiro le pile in sponda destra si trovano, nel caso della carreggiata ovest, al limite di un'area classificata come fascia fluviale C e, nel caso della carreggiata est, all'interno di un'area classificata come fascia fluviale C. La pila in carreggiata Est è localizzata in un'area, identificata nel Piano di Bacino come storicamente inondata, in un contesto prevalentemente agricolo con presenza di nuclei abitati isolati e di un insediamento produttivo (di cui il progetto prevede la demolizione).
L'intervento è stato progettato in maniera tale da non influire sul regime del corso d'acqua.

Per quanto riguarda il viadotto Cerusa, sia nella carreggiata Ovest che in quella Est, la pila in sponda sinistra si trova al limite di un'area classificata in fascia fluviale A, ma in una posizione tale da non perturbare idraulicamente il deflusso dell'alveo di piena.

Adottando il tema della conservazione della natura come criterio guida per la determinazione della rilevanza degli impatti individuati, emerge altresì la necessità di affrontare l'eventuale interazione delle interferenze specifiche della componente ambiente idrico superficiale con le altre componenti, in particolare con quella degli ecosistemi, poiché la variazione delle condizioni di deflusso, ad esempio, ha effetto sullo stato ambientale dei corsi d'acqua. Inoltre anche le soluzioni progettuali specifiche, da adottare per mitigare gli impatti, possono avere effetti sulle altre componenti ambientali, o essere influenzate dalle soluzioni ad esse relative, come ad esempio le opere a verde inerenti il ripristino della vegetazione, che possono interagire con le sistemazioni idrauliche.
Tali criteri hanno guidato sia l'individuazione degli interventi di mitigazione più adatti a favorire il completo inserimento ambientale dell'opera, sia la valutazione delle rilevanze specifiche nello scenario post – mitigazione e l'individuazione delle tecniche più idonee per evitare o ridurre le eventuali interazioni negative tra tipologie di soluzioni progettuali relative a componenti diverse.

4.3.3.2 *Progetto di Cantierizzazione*

Impatti limitati e localizzati con modificazione delle condizioni di deflusso delle *acque interne superficiali* sono possibili per alcune aree di cantiere dove è prevista la modifica provvisoria o definitiva di impluvi e corsi d'acqua e la conseguente realizzazione di opere di regimazione idraulica.

Impatti altrettanto limitati e localizzati sono possibili nel caso di pile provvisorie in alveo (viadotto Genova) o pile definitive al limite di fascia A (viadotto Cerusa), la cui progettazione tiene conto delle condizioni idrauliche locali, al fine di garantire un adeguato franco di sicurezza idraulico.

Non è prevedibile invece un aumento del carico inquinante nei corpi idrici superficiali derivante dal dilavamento delle zone di cantiere ad opera delle acque di prima pioggia, che verranno recapitate in specifici impianti di disoleaggio.

Per quanto riguarda, invece, le *acque marine*, vista la caratteristica dell'opera, la valutazione sugli effetti del progetto ha preso in considerazione vari aspetti: l'idrodinamica, il trasporto solido e la qualità.

L'interazione tra ambiente idrodinamico e dispersivo e la nuova opera a mare oggetto di studio comporta la valutazione di diversi aspetti tra loro direttamente connessi: idrodinamica (campi di moto e movimento delle masse d'acqua di diversa natura), dispersione e moto ondoso. Per tutti questi aspetti le variazioni sono state considerate solo in relazione alla fase di realizzazione finita dell'opera, in quanto gli impatti generati dalla modifica della geometria del canale e quindi durante le fase di realizzazione sono solo una frazione di quelli ad opera finita.

Per quanto riguarda l'idrodinamica, è stato verificato che la presenza dell'opera a mare comporta, se paragonato alla situazione attuale, una riduzione degli scambi tra il bacino est e il bacino ovest del porto, sia nelle condizioni senza vento, sia quando il vento diventa una forzante preponderante (scirocco e libeccio). Questa riduzione, di per sé poco significativa, è indice di una riduzione della capacità dispersiva e di ricambio del sistema. È stato, inoltre, verificato che la dispersione di traccianti rilasciati dai principali corsi d'acqua tende a diminuire in presenza della nuova opera, determinando concentrazioni più elevate soprattutto verso l'estremità orientale del canale di calma, dove sfocia il Torrente Polcevera.

Le analisi condotte sul moto ondoso hanno considerato sia gli effetti legati al vento sia quelli legati alla tracimazione della diga foranea e ai fenomeni di riflessione sul nuovo marginamento.
Nel caso del moto ondoso da vento, la presenza della diga foranea consente di smorzare significativamente le onde provenienti dal largo e quindi le altezze nel canale di calma sono modeste; le indagini svolte hanno evidenziato variazioni modeste tra la situazione ante e post operam anche per la scelta di utilizzare cassoni con cella antiriflettente.
Nel caso del moto ondoso indotto dalla tracimazione della diga foranea, fenomeno su cui le opere non hanno alcun effetto, è stato riscontrato che, mentre nella situazione attuale la presenza della conterminazione aeroportuale a 240 m circa dalla diga foranea non comporta effetti significativi sull'agitazione della superficie liquida (le onde da riflessione possono essere ritenute trascurabili), la presenza della nuova conterminazione ad una distanza di 60 m dalla diga foranea genera onde di riflessione più elevate nel canale di calma, comunque ininfluenti nei confronti del normale esercizio aeroportuale.

Le analisi relative alle variazioni indotte sul trasporto solido sono state svolte per mezzo di simulazioni matematiche e considerando tre categorie di materiali a diversa granulometria.
I risultati ottenuti sono in linea con quanto già visto per i fenomeni dispersivi, anche se con modalità e quantità diverse in funzione delle caratteristiche delle frazioni di sedimenti considerati. Si è riscontrato che le variazioni indotte sulla dispersione e sulla sedimentazione delle frazioni fini sono da ritenere fondamentalmente trascurabili; l'effetto indotto sulle frazioni più grossolane (sabbie fini) determina campi e densità di sedimentazione in prossimità del margine orientale della colmata, per effetto della riduzione delle velocità indotte dalla riduzione della larghezza del canale, che si mantengono comunque dello stesso ordine di grandezza attuale.

A differenza degli impatti sulla componente idrodinamica e sul trasporto solido, gli impatti sulla qualità dell'acqua sono stati valutati anche per la fase di cantiere e realizzazione dell'opera, poiché non legati alla modifica della geometria del canale ma da attività operative durante la costruzione.
Nella fase di realizzazione si è evidenziato un possibile impatto legato al rilascio di torbidità durante le fasi di posa dei cassoni della barriera di conterminazione ed in particolare all'utilizzo di materiale granulare per lo scanno di imbasamento e per il riempimento dei cassoni stessi. Nel progetto è stato previsto di proteggere i fondali prima delle operazioni di versamento e di mettere in opera barriere anti torbidità durante queste operazioni, minimizzando quindi il rischio di rilasci.
Un ulteriore aspetto è quello relativo al rilascio di inquinanti e fibre di amianto attraverso la barriera di conterminazione, includendo i condotti di scarico dei due rii, e, per filtrazione, sotto di essa, durante le operazioni di riempimento della colmata. Le analisi hanno evidenziato che il grado di

impermeabilizzazione della colmata e dei condotti è sufficiente ad impedire ogni rilascio anche per l'assenza di un gradiente idraulico in grado di creare un flusso verso l'esterno.
I risultati indicano una tendenza all'aumento del tempo di ricambio all'interno del canale di calma. Le analisi parametriche svolte sulla cinetica dell'ossigeno hanno comunque indicato variazioni limitate, dell'ordine dell'1-5 %, delle concentrazioni; ciò sembra escludere il rischio di crisi eutrofiche.

4.4 SUOLO E SOTTOSUOLO

4.4.1 Temi e metodologia di lavoro

4.4.1.1 *Progetto Infrastrutturale*

Il quadro delle azioni di progetto, dei fattori causali e dei relativi impatti potenziali presi in esame può essere sintetizzato nei seguenti termini (cfr. Tabella 4-31).

Tabella 4-31 Infrastrutture: azioni di progetto, fattori causali ed impatti potenziali

Azioni di progetto	*Fattori causali*	*Impatti potenziali*
Presenza gallerie	Produzione di rifluimenti idrici	Modificazione del regime dei punti d'acqua

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le seguenti attività:

- caratterizzazione del suolo e sottosuolo del territorio ligure interessato dal progetto, tramite l'analisi delle informazioni inerenti l'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico, supportate dall'esito di specifici sopralluoghi, e tramite l'analisi di dati di monitoraggio (sondaggi geognostici, prelievo di campioni ed analisi chimiche);
- ricostruzione del modello generale di circolazione idrica sotterranea;
- analisi delle interferenze dell'opera in progetto con il suolo e sottosuolo; in particolare, viene valutata la possibile modificazione del regime dei punti d'acqua e vengono definite delle risorse idriche alternative.

4.4.1.2 *Progetto di Cantierizzazione*

Il quadro delle azioni di progetto, dei fattori causali e dei relativi impatti potenziali presi in esame può essere sintetizzato nei seguenti termini (cfr. Tabella 4-32).

Tabella 4-32 Cantierizzazione: azioni di progetto, fattori causali ed impatti potenziali

Azioni di progetto	*Fattori causali*	*Impatti potenziali*
Scavo e costruzione gallerie	Produzione di rifluimenti idrici	Modificazione del regime dei punti d'acqua
		Modifica qualità acque sotterranee
	Modifica uso suolo e morfologia	Modifica forme geomorfologiche
	Presenza di fibre amiantifere	Rischio di intercettamento di ammassi amiantiferi
Presenza opera a mare	Occupazione specchio acqueo – restringimento del Canale di Calma	Modificazione degli usi del Canale di Calma
		Modificazione della funzionalità marittima del Canale di Calma
Costruzione dell'opera a mare	Movimentazione dei fondali per la realizzazione dello scanno di imbasamento	Mobilizzazione di sedimenti potenzialmente inquinati

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le stesse attività descritte per il progetto Infrastrutturale.

4.4.2 Quadro conoscitivo

Lo stato attuale della componente Suolo e sottosuolo è stato qualificato tramite l'analisi dei seguenti dati:

- Caratteristiche geologiche;
- Caratteristiche geomorfologiche;
- Caratteristiche idrogeologiche;
- Caratteristiche chimico-fisiche.

4.4.2.1 *Caratteristiche geologiche*

L'area in esame è inserita in un settore di grande complessità strutturale, poiché ubicato nella zona di giustapposizione tra il dominio orogenico alpino e quello appenninico; in tale contesto, da ovest verso est, sono riconoscibili tre settori con caratteristiche geologiche e strutturali peculiari (cfr. Figura 4-14):

- il Gruppo di Voltri;
- la Zona Sestri Voltaggio;
- il Dominio dei Flysch Appenninici.

Il *Gruppo di Voltri* è formato da successioni riferibili al dominio piemontese-ligure ovvero ad un bacino oceanico; in letteratura sono state distinte al suo interno numerose Unità Tettonometamorfiche riconducibili tradizionalmente a due insiemi principali:

- Unità costituite prevalentemente da rocce metagabbriche e serpentinitiche (Unità Beigua, Unità Ponzema, Unità S.Luca Colma);
- Unità costituite da prevalenti calcescisti e prasiniti (Unità Alpicella, Unità Ortiglieto, Unità Palmaro-Caffarella, Unità Voltri-Rossiglione).

Il grado metamorfico delle rocce appartenenti a questo gruppo ha raggiunto la facies scisti blu (fino ad eclogiti per l'unità Voltri) con successiva retrocessione a scisti verdi.

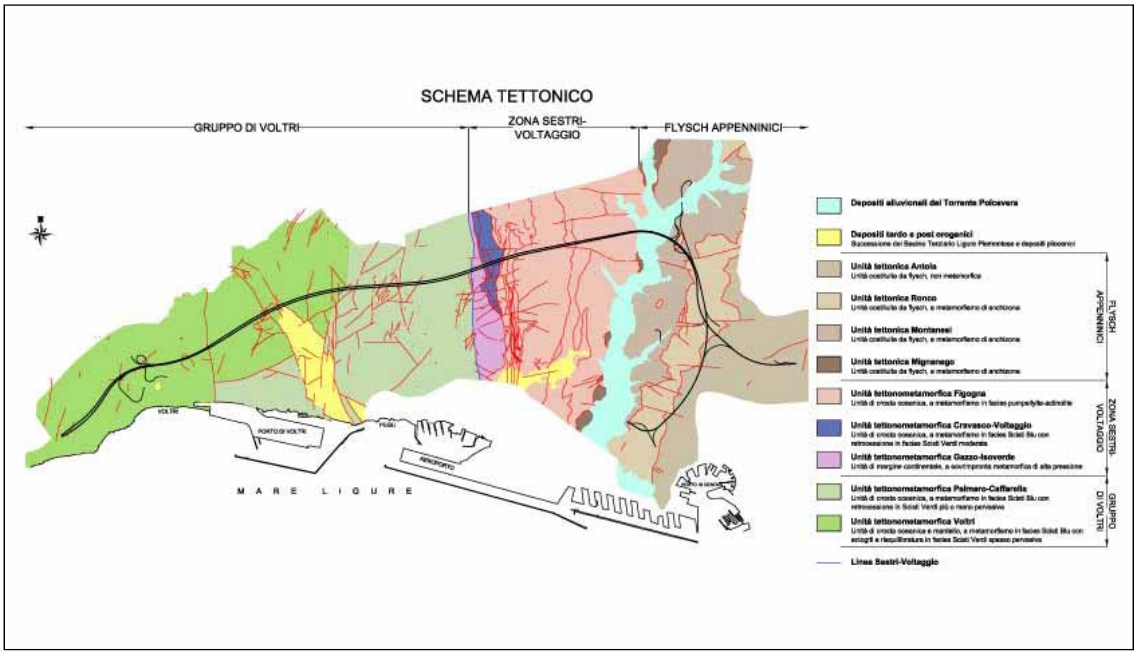


Figura 4-14Schema tettonico dell'area di studio - da Progetto Carg modificato

La *Zona Sestri Voltaggio* interessa la dorsale montuosa che costituisce la parte alta del versante in destra idrografica della Val Polcevera e comprende Unità Tettonometamorfiche estremamente differenti per litologia e livello di metamorfismo:

- U.T. del Monte Gazzo, costituita da dolomie e calcari triassici;
- U.T. Cravasco -Voltaggio, costituita da serpentiniti e scisti filladici;
- U.T. del M.Figogna, costituita da serpentiniti, metabasiti e argilloscisti, talora con livelli carbonatici e silicoclastici fini.

Il livello del metamorfismo è progressivamente decrescente passando dalle unità carbonatiche triassiche alle serie ofiolitiche delle ultime due unità tettonometamorfiche.

Il Gruppo di Voltri e la Zona Sestri - Voltaggio sono separati da un lineamento strutturale diretto NS, nota come "Linea Sestri Voltaggio", alla quale corrisponde il limite fisico tra Alpi ed Appennini.

Il *Dominio dei Flysch Appenninici* interessa la valle del Torrente Polcevera e comprende una serie di Unità Tettoniche e Tettonometamorfiche mitologicamente omogenee, con un grado di metamorfismo progressivamente decrescente da O verso E; le unità in sinistra idrografica del Torrente Polcevera possono essere considerate non metamorfiche e si presentano impilate con vergenza da E verso O, occupando fasce allungate in senso N-S lungo la Val Polcevera.

Nell'area in esame le principali fasi orogenetiche alpine risalgono a 90-40 milioni di anni fa (Cretaceo superiore - Eocene); si tratta degli eventi che determinarono la deformazione sia dei depositi oceanici (peraltro in gran parte subdotti) sia di quelli continentali. Il risultato delle deformazioni è una struttura geologica caratterizzata da falde di ricoprimento nella quale ogni falda costituisce tradizionalmente un'unità tettonica o stratigrafico – strutturale.

È stato inoltre effettuato uno "*Studio geologico-ambientale inerente gli aspetti connessi alla presenza di amianto naturale nella zona ad ovest del Polcevera tra Vesima e Bolzaneto*", redatto dall'Università di Torino – Centro interdipartimentale amianti G. Scansetti, cui si rimanda per una puntuale ed esaustiva trattazione del tema. Sulla base anche dei risultati di rilievi in sito (prelievo di campioni ed analisi petrografica), l'area d'interesse è stata suddivisa in sette domini strutturali che presentano caratteristiche distinte per strutturazione (geometria) interna, grado di deformazione e litotipi che li costituiscono; tale distinzione permette quindi di suddividere l'area di studio in settori distinti nei quali le previsioni geologiche e relative al rischio amianto hanno affidabilità diversa.

4.4.2.2 *Caratteristiche geomorfologiche*

Dal punto di vista dei caratteri geomorfologici il territorio in cui si svilupperà l'opera in progetto è grossolanamente divisibile in 6 settori:

- Fascia costiera;
- Settore a ovest della struttura tettonica"Sestri–Voltaggio";
- Settore della Dolomia del Monte Gazzo;
- Settore tra il Monte Gazzo e la Val Polcevera;
- Val Polcevera;
- Settore ad est del Torrente Polcevera.

<u>Fascia costiera</u>
La fascia costiera, pressoché irriconoscibile per l'intervento antropico, è impostata sia sui depositi alluvionali dei torrenti Bisagno, Polcevera, Chiaravagna e minori e sia su depositi transizionali.
Gli interventi di antropizzazione hanno portato alla modificazione ed al livellamento della zona, mediante riporti entro la vecchia cinta muraria e creazione di imponenti terrazzamenti.
La linea di costa lungo il fronte portuale ha progressivamente migrato verso mare ad opera dei successivi interventi di colmata, volti ad ampliare l'area industriale. La morfologia della zona risente sia delle variazioni del livello del mare, che hanno portato alla formazione di terrazzi marini a varie quote, sia della presenza dei corsi d'acqua che hanno inciso le rocce alterate e tettonizzate generando valli incassate, con versanti ripidi e piccole piane nella zona in cui sfociano in mare.

<u>Settore ad ovest della Sestri-Voltaggio</u>
La zona ovest dell'area rilevata si imposta sui litotipi dell'UT Voltri e Palmaro- Caffarella ed è caratterizzata dallo sviluppo di morfologie strettamente legate alla resistenza del substrato.
Nelle aree vicine alla costa e nella zona tra il Monte Amandola e Vesima affiorano calcescisti la cui erodibilità determina lo sviluppo di coltri eluvio-colluviali costituite da depositi talora di spessore consistente a granulometria prevalentemente di sabbie-limose, sabbia-argillosa e ghiaie, sulle quali si instaurano fenomeni erosivi e dissesti, sia attivi che quiescenti (tipo colata o rototraslazione).
Nella parte alta delle valli, vicino alle testate dei bacini, la presenza di estesi affioramenti di serpentiniti e lherzoliti dà luogo a morfologie aspre ed a scarsa presenza di coperture e suoli. In questo ambito prevalgono le frane in roccia e le falde di detrito derivanti dal disfacimento dell'ammasso roccioso alterato e fratturato. Diffusi sono i fenomeni erosivi per ruscellamento e scorrimento superficiale. I versanti sono ripidi e denudati, mentre le valli risultano strette e molto incise. Sul lato occidentale si evidenzia, entro le serpentiniti del Gruppo di Voltri, una fascia a

morfologia blanda, dalla quale emergono litosomi lherzolitici massivi di grande volume, con superfici levigate. All'interno di questa fascia , coperta da suoli a matrice fine, sono presenti sorgenti, alcune delle quali impattate dallo scavo del tunnel ferroviario di servizio al porto di Voltri.

Settore della Dolomia del M. Gazzo

Coincide con l'area di affioramento dell'Unità Morfotettonica Gazzo-Isoverde. Il nucleo dolomitico dell'unità è caratterizzato da un rilievo morfologico significativo, quasi interamente intaccato dalle cave di dolomia. Delle morfologie superficiali si conservano poche tracce. L'ammasso è interessato da evidenti fenomeni carsici, con condotte freatiche fino a 200 m di quota, attualmente asciutte. Le condotte a livello del fondovalle risultano interessate da flussi idrici temporaneamente consistenti.

Settore tra M.te Gazzo e Val Polcevera

Il settore più occidentale della struttura tettonica "Sestri-Voltaggio" è caratterizzato da marginali affioramenti dell'Unità Morfotettonica Gazzo-Isoverde. Il nucleo dolomitico dell'unità è caratterizzato da un rilievo morfologico significativo, quasi interamente intaccato dalle cave di dolomia. Delle morfologie superficiali sono conservate poche tracce. L'ammasso è interessato da evidenti fenomeni carsici, con condotte freatiche fino a 200 m di quota, attualmente asciutte.
Più ad est si ritrovano rocce appartenenti alle UT Figogna e Cravasco-Voltaggio, in prevalenza costituite da serpentiniti e metabasalti. Le morfologie si presentano aspre dove i materiali sono meno tettonizzati (M.te Figogna), mentre nelle zone interessate da cataclasi si evidenziano ampie superfici denudate, interessate da fenomeni di erosione accelerata. Il fenomeno è molto evidente all'imbocco della Val Cassinelle, entro la cava di serpentinite in sinistra idrografica, dove le serpentiniti presentano facies cataclastiche, della granulometria della sabbia, che hanno generato forme di erosione con un aspetto calanchivo (gully erosion) e crolli di materiale dalle pareti.
In alta Val Cassinelle i metabasalti danno origine a pareti verticali di altezza decametrica, che generano successioni di piccole cascate lungo il torrente; appena più a valle il torrente incide profondamente le unità serpentinitiche dando luogo a una forra con pareti da sub-verticali a ripide, non evidenziate dalla cartografia tecnica regionale.
Sono presenti alcuni depositi di frana che interessano generalmente le serpentiniti e secondariamente i metabasalti; si tratta sempre di frane a blocchi, talora con caratteristiche di colata se la pendenza del versante è ridotta, probabilmente legate a fenomeni di espansione laterale dovuti all'appoggio sulle facies più laminate e tettonizzate.

Val Polcevera

La Val Polcevera è dominata dalle successioni di argilloscisti, argilliti ed unità flyschoidi, che determinano morfologie morbide sebbene caratterizzate da versanti ripidi.
L'elevato spessore delle coltri di alterazione, che supera localmente i 15 metri, ma presenta valori medi di 2-4 m, è facilmente inciso da rii minori e canali di ruscellamento temporaneo, con scarpate in erosione che raggiungono i 6-7 metri di altezza; tuttavia data l'intensa copertura vegetale non si evidenziano testate in arretramento e significativi fenomeni di erosione accelerata. I versanti impostati nell'ambito di unità argillitiche sono spesso soggetti a frane in corrispondenza di interventi antropici, come a monte dei serbatoi ERG dismessi. Il fondovalle è sostanzialmente pianeggiante sebbene quasi interamente antropizzato e modificato dai rilevati ferroviari e stradali realizzati sulla sponda orientale e dalle spianate dell'area industriale ubicata sulla sponda occidentale. L'alveo di esondazione del fiume è interamente contenuto entro le scarpate morfologiche, completamente rettificate e rivestite da muri. Per ampi tratti anche il fondo del fiume è rivestito da lastre di cemento.
L'evoluzione neotettonica non mostra interferenze significative con l'evoluzione morfoclimatica dei versanti; nelle aree di cresta sono conservate paleosuperfici residuali, con discreto grado di correlazione, alle q. 90-100, 140, 190-200 m s. l. m.

Settore ad est del Torrente Polcevera

Il settore orientale è dominato dalla cresta dei Forti costituita dalla Formazione del Monte Antola che, soprattutto nella parte basale, presenta bancate carbonatiche di discreto rilievo morfologico; queste scarpate hanno generato consistenti falde di detrito. Le pareti ad elevata acclività hanno generato fenomeni franosi nel recente passato; a NE di Begato sono conservate tracce visibili e di fronte, in località C. del Diavolo, è presente una frana attiva caratterizzata dalla riattivazione di una

precedente colata di blocchi estesa su un fronte più ampio.Alcuni dissesti minori sono diffusi sui versanti; in particolare la Formazione di Ronco appare suscettibile in corrispondenza di alcune delle linee strutturali ad andamento coniugato lungo la direttrice E-O.

Nell'ambito del progetto è stato, inoltre, eseguito un rilievo di dettaglio della batimetria del canale di calma e delle zone adiacenti; la profondità del fondale si aggira sui 10 m circa, con variazioni comprese fra i -4,5 m e i -14,5 m.
L'andamento delle linee batimetriche mette in evidenza l'influenza delle correnti rispetto all'ostacolo costituito dalle dighe portuali, che tendono a mantenere il materiale in sospensione all'interno del porto. Tale materiale tende quindi a depositarsi parzialmente nella zona antistante la foce del Torrente Polcevera e in minima parte a fuoriuscire dalla bocca di porto a seguito dell'azione della marea. Una parte dei detriti del Polcevera entra nel canale di calma, depositandosi in prevalenza nel tratto più orientale del canale, in quanto la corrente litoranea che si sviluppa nel canale di calma sotto l'influenza dei venti prevalenti spinge le acque del canale da est verso ovest favorendo l'ingresso dei detriti nel canale. La deposizione di tale materiale viene favorita nelle aree in cui le velocità delle correnti parallele alla costa provenienti dalla bocca orientale del canale sono minori, ossia lungo il margine aeroportuale.
In corrispondenza del canale artificiale dello stabilimento ILVA, è ben evidente una trincea profonda circa un paio di metri rispetto al piano del fondale, realizzata per la posa di una condotta di scarico.
Lungo la piattaforma aeroportuale si individuano aree a bassa profondità, -4, -5 m. È probabile che si tratti di accumuli detritici generati dagli apporti di materiale solido trasportati dai torrenti (Rio Secco e Rio Roncallo) che sotto passano l'aeroporto.
Il confronto con le profondità all'esterno della diga foranea evidenzia l'alterazione del regime sedimentologico naturale, indotto dalla presenza della struttura, ultimata nel 1962; all'interno del canale le profondità sono generalmente inferiori di quelle immediatamente esterne a causa del prevalere dei fenomeni di sedimentazione.
Per quanto attiene alla stratigrafia dei sedimenti, la stessa è stata analizzata a partire dai sondaggi eseguiti all'interno del canale stesso (lungo la diga foranea e lungo la banchina aeroportuale) per la caratterizzazione geotecnica. Considerando i profili stratigrafici dei campioni situati lungo il margine aeroportuale, si può osservare la presenza di uno strato di materiali fini (essenzialmente limi) per una profondità di circa un metro, sotto il quale è presente uno strato di sabbie fini. Nel caso dei sondaggi situati lungo il margine della diga foranea, nei due campioni più occidentali si riscontrano trovanti e ghiaie (probabilmente parte del materiale della diga) nei primi 3- 4 m, cui segue uno strato di sabbie fini con presenza di limi, seguito da uno strato di limo-limo sabbioso fino ai 10 m di profondità; i due campioni orientali invece presentano in superficie (primi 3 metri) uno strato di argille nerastre, incoerenti, seguite dallo strato sabbioso e dai limi con potenza variabile. In un solo campione si riscontra la presenza di argille anche in profondità.

4.4.2.3 *Caratteristiche idrogeologiche*

Per la redazione del progetto preliminare avanzato e del progetto definitivo sono stati condotti studi idrogeologici specifici, includendo le seguenti attività:

- censimento dei dati idrogeologici disponibili presso gli enti competenti e da letteratura;
- censimento dei punti d'acqua, rilievi in sito, indagini e misure idrogeologiche e idrochimiche;
- ricostruzione del modello generale di circolazione idrica sotterranea.

Nell'area sono presenti per gran parte unità idrogeologiche formate da rocce metamorfiche fratturate con permeabilità secondaria medio-bassa. La circolazione idrica sotterranea mostra un andamento parietale ("falda di versante"), in cui vi è una sostanziale coincidenza tra spartiacque sotterranei e superficiali, ovvero la congruenza tra bacini imbriferi principali e bacini idrogeologici.
I dati acquisiti e i risultati delle analisi idrochimiche e chimico-isotopiche delle acque sotterranee hanno consentito la caratterizzazione dei circuiti di alimentazione dei pozzi e sorgenti presenti nell'area, individuando in linea di massima tre circolazioni: una circolazione corticale epidermica ("local"), una circolazione più profonda ("intermediate"), una circolazione profonda ("regional").

La circolazione corticale epidermica ("local") si trova nella fascia di decompressione delle fratture, particolarmente attiva nei primi 20-50 m dal piano campagna, con regime dei circuiti fortemente variabile in funzione della ricarica stagionale, ma molto influenzata dalle precipitazioni brevi e intense. Le analisi isotopiche sull'ossigeno evidenziano come i tempi di residenza delle acque siano anche inferiori all'anno idrologico e come si riscontrino inoltre significativi rimescolamenti di acque di infiltrazione locale in prossimità della zona di risorgenza.
La composizione isotopica delle acque evidenzia una quota isotopica di ricarica prossima alla quota di risorgenza. Dal punto di vista idrochimico le acque di questa circolazione sono essenzialmente in facies carbonatica, ovvero con HCO_3 come anione dominante e con uno scarso contenuto di TDS.

La circolazione più profonda ("intermediate"), è generalmente più lenta e con maggiori tempi di residenza sotterranei, ma ancora variabile e poco influenzata dai cicli di ricarica stagionali; dal punto di vista idrochimico tali acque sono in facies solfatica, con SO_4 come anione dominante.

La circolazione profonda ("regional"), è lenta e con i tempi di residenza sotterranei più elevati, poco variabile o influenzata solo dai cicli di ricarica stagionali; tale circolazione è più attiva nei settori tettonizzati, dove la fratturazione risulta maggiormente pervasiva in profondità. La composizione isotopica delle acque evidenzia una quota isotopica di ricarica molto più alta della quota di risorgenza. Tali acque mostrano un chimismo evoluto, con valori elevati di conducibilità elettrica e di TDS, e presenza di cloro come anione dominante, unitamente alla presenza di zolfo.

Le indagini idrogeologiche eseguite hanno permesso di attribuire le sorgenti (cfr. Figura 4-15) e i pozzi censiti alle diverse circolazioni idriche sotterranee individuate.

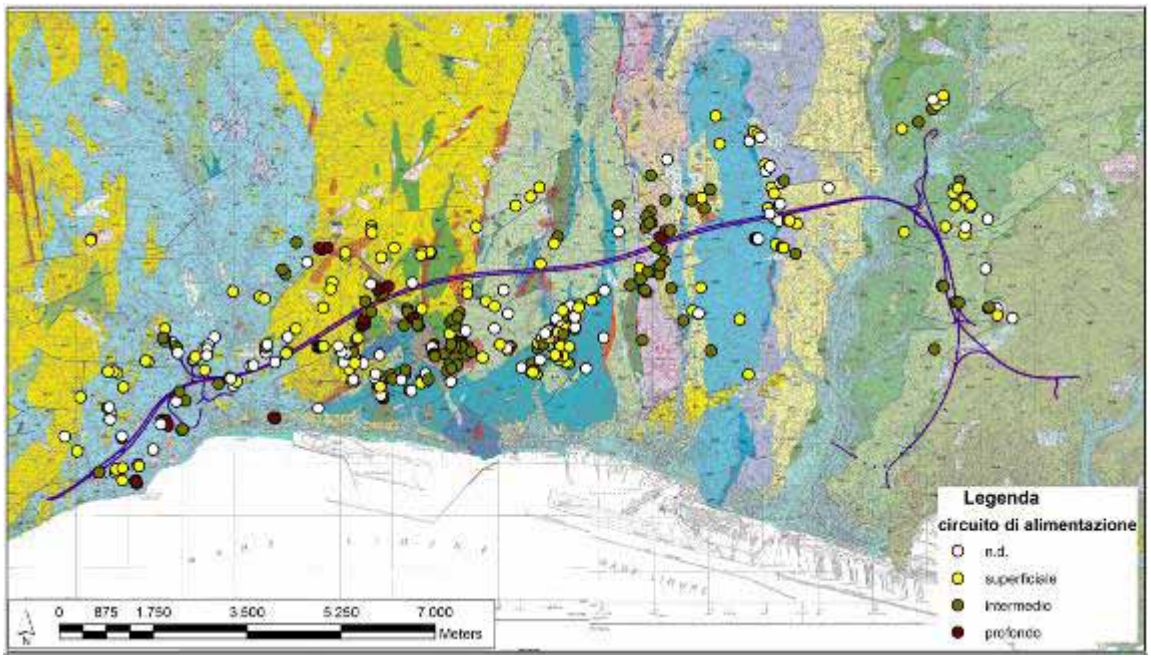


Figura 4-15Sorgenti e relativa circolazione sotterranea di alimentazione

4.4.2.4 *Caratteristiche chimico-fisiche*

Al fine di ricostruire la tipologia e le caratteristiche dei materiali presenti nel sottosuolo, sono stati eseguiti dei sondaggi geognostici lungo il tracciato di progetto, con prelievo di campioni ed analisi chimiche delle diverse litologie attraversate. Inoltre, sono stati analizzati i dati disponibili presso Enti, privati o indagini pregresse realizzate da Autostrade all'interno dell'area in esame nell'ambito di precedenti progetti.

Relativamente alla parte "terrestre", le indagini connesse al progetto definitivo hanno avuto il avuto duplice scopo di confermare le caratteristiche ambientali degli ammassi rocciosi attraversati nell'ovest Polcevera, già studiate nel progetto preliminare avanzato, e di determinare le

caratteristiche chimiche della zona est Polcevera in litologie completamente differenti rispetto alle precedenti, essendo queste a carattere argillitico-flyshoide.
Per quanto nello specifico attiene i risultati relativi alla zona Est Polcevera, i 18 campioni condotti hanno messo in evidenza il totale rispetto dei limiti previsti da dalla colonna B della tab. 1 del D.Lgs. 152/06 riferita all'uso in area industriale. Tuttavia si segnala che molti campioni mostrano contenuti in Cobalto ed Arsenico superiori ai limiti di col. A, costituendo con molta probabilità una proprietà chimica caratteristica dei materiali delle formazioni calcareo-argillose. I 9 campioni prelevati a livello superficiale lungo le rampe autostradali previste a progetto hanno evidenziato concentrazioni in elementi (piombo e nichel) e composti chimici (idrocarburi) caratteristici dell'inquinamento da traffico stradale, ma ampiamente al di sotto dei limiti indicati dalla colonna B della tab. 1 del D.Lgs. 152/06.
Relativamente all'Ovest Polcevera e segnatamente alle aree oggetto di scavo delle gallerie in tradizionale (Interconnessione di Voltri), i prelievi ambientali effettuati a quota scavo mostrano il totale rispetto dei parametri chimici rispetto ai limiti di colonna B, tab. 1. Infine, per quanto attiene le zone dell'Ovest Polcevera oggetto di scavo in meccanizzato, su 14 prelievi ambientali e 12 campionamenti da affioramenti si segnala che, in coerenza con gli studi bibliografici, alcuni litotipi, soprattutto i serpentini e serpentinoscisti, presentano tenori elementali in alcuni metalli pesanti (cobalto e nichel soprattutto, ma anche cromo e rame), tipici del proprio fondo naturale, superiori rispetto ai limiti definiti dalla normativa, in alcuni casi anche per quelli posti al riutilizzo industriale.
Questo superamento in metalli pesanti però può considerarsi omogeneo ma non costante essendo in tenori rilevati prossimi ai limiti segnalati.

Anche per quanto riguarda la parte "marina" sono stati effettuati dei sondaggi e prelevati dei campioni destinati alle analisi chimiche.
Dall'analisi visiva l'argilla ed il limo superficiali appaiono di colore "nerastro"; ciò in genere è tipico di sedimenti fini, soggetti ad accumulo di sostanze organiche, ove prevalgono condizioni di deficit di ossigeno e quindi la degradazione delle sostanze organiche è essenzialmente svolta da batteri anaerobi obbligati o facoltativi che portano alla formazione di composti ridotti (es. solfuri). È una situazione che si riscontra spesso in ambienti portuali o in zone a debole ricambio.
I valori riscontrati nel canale di calma si mantengono generalmente nei limiti previsti dalla legge per le zone ad uso industriale, anche se per alcuni parametri (es. idrocarburi pesanti) si ottengono valori superiori. Ciò non deve sorprendere, considerando che sia i valori di legge che i livelli chimici di base (LCB) proposti da ICRAM, seppure con finalità diverse, sono stati sviluppati per sedimenti marini costieri non soggetti ad alterazione antropica e non per aree portuali quali quella in esame. Un confronto con le stazioni limitrofe evidenzia peraltro che tale situazione si riscontra anche in queste stazioni; a tal riguardo, si precisa che gli elevati valori di cromo e nichel indicano un arricchimento naturale dei sedimenti dovuto alle caratteristiche litologiche dei bacini imbriferi dei corsi d'acqua che sfociano nell'area di studio.

4.4.3 Il Rapporto Opera – Ambiente

4.4.3.1 *Progetto infrastrutturale*

La tematica principale del rapporto tra opera e ambiente riguarda gli aspetti idrogeologici e in particolare l'effetto drenante esercitato a regime dalle gallerie sulle circolazioni idriche sotterranee. Il drenaggio operato dalle gallerie, come noto, è maggiore durante la fase di scavo per poi trovare un equilibrio nella fase successiva alla costruzione delle opere.

La valutazione dei volumi drenati dalle gallerie è stata effettuata tramite l'applicazione del metodo di Heuer. Le portate stimate con il metodo di Heuer si riferiscono ai valori stabilizzati, ovvero alle portate drenate al netto del contributo temporaneo, transitorio e normalmente di breve durata, derivante dallo "svuotamento" delle fasce fratturate intercettate in avanzamento al fronte di scavo.
Nel caso di gallerie con scavo in tecnica tradizionale e con drenaggio libero, si riscontra sperimentalmente come le portate stabilizzate siano quelle misurate dopo un periodo, in media, dell'ordine di 20-30 giorni dall'attivazione del drenaggio.
Per gallerie scavate con sistemi meccanizzati, dove il rivestimento definitivo è costituito da conci prefabbricati posati immediatamente a tergo del fronte di scavo, e rese pertanto impermeabili e non drenanti già in avanzamento, l'afflusso è prossimo ad un valore nullo. Nel caso specifico, tratti di

rivestimento drenante possono essere previsti per limitati sviluppi della galleria, dove necessario abbattere il carico piezometrico sul rivestimento definitivo; in tal caso, la previsione di "portate stabilizzate" è destinata a ridursi al solo contributo dei tratti drenanti.

Le portate cumulate agli imbocchi in regime stabilizzato, per le gallerie degli assi principali in progetto (ovest ed est Polcevera), sono riportate in Tabella 4-33. Le portate di calcolo sono in assoluto rilevanti, in relazione allo sviluppo delle opere in galleria, risultando i contributi specifici medi coerenti con quanto osservato per gallerie in contesti litologici e strutturali simili.

Tabella 4-33 Gallerie Ovest Polcevera: stima delle portate di drenaggio

Galleria	Formazioni geologiche	Portata cumulata stabilizzata [l/s]
Borgonuovo	Calcescisti, depositi quaternari, serpentiniti, SAC	7-17
Voltri	Metabasiti, calcescisti, SAC	0-1
Amandola	Calcescisti, serpentiniti, metabasiti, SAC, meta gabbri, metabasalti, peridotiti,	60-90
Monterosso	Serpentiniti, peridotiti, calcescisti, metabasiti, SAC, quarzoscisti, dolomie, gessi, calcari, argilloscisti, metabasalti, argilliti	80-140
Granarolo	Formazioni pelitico-arenacee di Ronco	5
Forte Diamante	Formazioni pelitico-arenacee di Ronco, formazioni argillitiche di Montanesi	3
Bric du Vento	Formazioni argillitiche di Montanesi, formazioni pelitico-arenacee di Ronco	3
Monte Sperone	Formazioni pelitico-arenacee di Ronco, formazione di Antola, formazioni argillitiche di Montanesi, torbiditi	7

Si precisa che il metodo di Heuer (2005) applicato, metodo di più comune utilizzo in ambito internazionale, fornisce, tra i differenti approcci possibili, i risultati più cautelativi. I valori riportati, infatti, corrispondono ad una cautelativa condizione di massimo drenaggio teorico (portata cumulata teorica agli imbocchi, in assenza del rivestimento definitivo).

In alcune zone il drenaggio operato dalle gallerie determina un rischio di isterilimento di sorgenti e pozzi con elevato valore esposto ovvero con un importante utilizzo attuale della risorsa idrica (zone evidenziate in Figura 4-16). La potenzialità complessiva in regime di magra delle sorgenti a rischio può essere stimata in circa 20 l/s, ovvero rappresenta la somma delle portate minime (in condizioni di magra estiva) delle sorgenti captate e di utilizzo strategico (acquedotti pubblici, privati e consortili) che si considerano a rischio di isterilimento a seguito della realizzazione delle gallerie. Tale dato costituisce un riferimento per stimare l'entità della risorsa integrativa eventualmente da reperire.

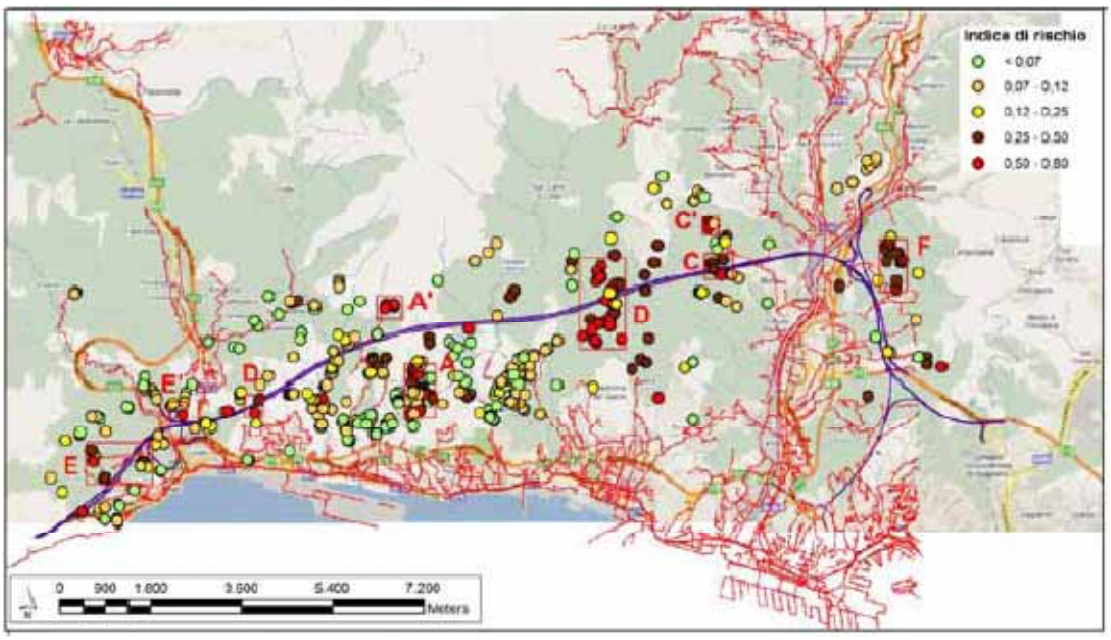


Figura 4-16 Aree a maggiore rischio di impatto per le sorgenti censite

Gli interventi di mitigazione nelle zone a rischio, come meglio dettagliato nel Quadro Progettuale, possono consistere nella sostituzione/integrazione della fornitura idrica compromessa dalla realizzazione dell'opera attraverso l'ampliamento della rete acquedottistica locale, il potenziamento dei pozzi, l'aumento della capacità di invaso con nuovi serbatoi e l'immissione nella rete acquedottistica di una parte dei cospicui volumi d'acqua che verranno drenati dalle gallerie e che potrebbero essere captati allo sbocco delle medesime.

4.4.3.2 *Progetto di cantierizzazione*

La valutazione del rapporto tra opera e ambiente è stata effettuata sulla base degli esiti degli studi geologici, geomorfologici e idrogeologici condotti.

Relativamente agli aspetti *geologici* la tematica principale concerne la presenza di rocce amiantifere e le problematiche che tale presenza determina in fase di scavo e in fase di trasporto e deposito finale dei materiali di risulta.
Le analisi condotte hanno portato all'elaborazione di una tabella riassuntiva dei volumi di rocce a rischio amianto (elevato e medio), per ciascun dominio e per ognuna delle tratte omogenee in cui è stato articolato l'asse del tracciato delle gallerie in destra Polcevera (in scavo meccanizzato). In termini complessivi, i volumi a rischio di contenere rocce con concentrazioni di amianto superiori al valore soglia normativo di 1 g/kg risulta il seguente (cfr. Tabella 4-34).

Tabella 4-34 Previsione rischio per classi e complessiva (m^3)

	Rischio elevato	Rischio medio	Rischio complessivo
Previsione minima	238.943	352.552	591.495
Previsione massima	481.353	610.774	1.092.128

Sulla base di tali dati ed assumendo un fattore correttivo F_c, dato dal rapporto tra il numero di campioni con contenuto in amianto al di sopra del limite di legge cautelativo (C_A) ed il numero di campioni totali (C_{TOT}), le previsioni relative al volume di roccia con contenuto di amianto superiore ai limiti di legge sono risultate le seguenti:

- volumi di rocce a potenziale rischio amianto elevato: circa 116.000 m^3,
- volumi di rocce a potenziale rischio amianto medio: circa 159.000 m^3.

Il volume complessivo risulta pari a circa. 275.000 m^3, cui si aggiunge quello relativo alle gallerie della Interconnessione di Voltri, ammontante a circa 81.100 m^3, per un totale di circa 356.100 m^3.
A tale riguardo si ricorda che i volumi indicati si intendono come volumi da scavare (volumi in roccia) e non di smarino (volumi in banco).

Relativamente agli aspetti *geomorfologici*, essendo il tracciato per circa il 90% del suo sviluppo in sotterraneo, non sono prevedibili impatti significativi sull'uso del suolo e sulle morfologie locali. La tematica principale riguarda le possibili alterazioni delle condizioni di stabilità dei versanti nelle porzioni del tracciato in cui si opererà in superficie (imbocchi gallerie e cantieri). In riferimento agli imbocchi, gli aspetti relativi alle condizioni di stabilità dei versanti sono considerati nell'ambito della progettazione con la definizione delle eventuali opere di sostegno e di protezione necessarie per garantire la sicurezza del tracciato stradale. Riguardo ai cantieri, particolare attenzione andrà posta nella realizzazione di quelli che ricadono in aree suscettibili di dissesti. Per alcuni cantieri industriali gli apprestamenti prevedono la modifica delle condizioni morfologiche esistenti, che comportano la realizzazione di adeguate opere di sistemazione (ritombamenti degli impluvi esistenti, sbancamenti o riprofilature del terreno, ecc.).

Per quanto riguarda i sedimenti marini, considerata la presenza di inquinanti di origine naturale ed altri di origine antropica nei sedimenti presenti sul fondo della colmata, nel progetto si è cautelativamente previsto di adottare procedure che minimizzino il rischio di risospensione, rendendo pertanto l'impatto trascurabile.
Inoltre, con riferimento agli usi del canale di calma, l'analisi degli impatti ha evidenziato che durante la fase di realizzazione sia il traffico nel canale, limitato esclusivamente ai mezzi di soccorso e di servizio portuale oltre che ad un'imbarcazione che assicura il collegamento fra il Porto Antico e Pegli, che il traffico da e verso le banchine ILVA, utilizzate per il carico e lo scarico dei materiali grezzi e dei prodotti lavorati, saranno limitati dalla presenza dei mezzi di cantiere; nel caso dell'ILVA l'effetto sarà limitato alle fasi iniziali della costruzione, in concomitanza con la realizzazione del lato Est della conterminazione e poi tenderà ad esaurirsi man mano che il cantiere si allontanerà da tale zona.
Anche le attività aeroportuali potrebbero subire un'influenza dovuta alla presenza dei mezzi; a tal riguardo, si precisa che sono attualmente in corso incontri tecnici con ENAC/ENAV, al fine di concordare modalità operative adeguate.

Relativamente agli aspetti *idrogeologici,* si rimanda a quanto riportato nel precedente paragrafo con riferimento all'effetto drenante esercitato sulle circolazioni idriche sotterranee dalla realizzazione delle gallerie.
Inoltre, si precisa che la qualità delle acque sotterranee non sarà modificata dalla realizzazione del progetto, in quanto:

- le operazioni di grouting necessarie alla realizzazione delle gallerie verranno eseguite ponendo attenzione a modalità di realizzazione e all'utilizzo di sostanze che minimizzino il rischio di inquinamento;
- per l'intera viabilità di progetto è previsto un sistema di drenaggio e depurazione per la gestione sia delle acque di prima pioggia che di eventuali sversamenti accidentali di sostanze inquinanti;
- per le aree di cantiere è prevista la completa asfaltatura delle superfici e le acque di prima pioggia provenienti dai piazzali verranno raccolte e recapitate in appositi impianti di disoleazione. Tale sistemazione impedisce inoltre che eventuali sversamenti accidentali possano permettere a sostanze inquinanti di infiltrarsi nel terreno.

4.5 VEGETAZIONE E FLORA

4.5.1 Temi e metodologia di lavoro

4.5.1.1 *Progetto Infrastrutturale*

Il quadro delle azioni di progetto, dei fattori causali e dei relativi impatti potenziali presi in esame può essere sintetizzato nei seguenti termini (cfr. Tabella 4-36).

Tabella 4-35 Infrastrutture: azioni di progetto, fattori causali ed impatti potenziali

Azioni di progetto	*Fattori causali*	*Impatti potenziali*
Presenza elementi infrastrutturali - viadotti; imbocchi in galleria; corpo stradale	Occupazione di suolo	Sottrazione di fitocenosi
		Alterazione delle fitocenosi
		Frammentazione delle fitocenosi

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le seguenti attività:

- caratterizzazione dell'assetto vegetazionale – floristico degli ambiti territoriali coinvolti (in particolare nei tratti allo scoperto), compiuta attraverso l'analisi di documentazione specialistica e con il supporto di indagini botaniche svolte in campo, e definizione del livello di sensibilità e naturalità territoriale;
- analisi delle interferenze nei diversi ambiti di intervento, finalizzata all'individuazione di eventuali mitigazioni per il contenimento degli impatti.

4.5.1.2 *Progetto di Cantierizzazione*

Il quadro delle azioni di progetto, dei fattori causali e dei relativi impatti potenziali presi in esame può essere sintetizzato nei seguenti termini (cfr. Tabella 4-36).

Tabella 4-36 Cantierizzazione: azioni di progetto, fattori causali ed impatti potenziali

Azioni di progetto	*Fattori causali*	*Impatti potenziali*
Presenza aree di cantierizzazione - cantieri e piste di cantiere	Occupazione di suolo	Sottrazione di fitocenosi
Presenza Opere connesse a carattere temporaneo - slurrydotto e pista frese		Frammentazione delle fitocenosi

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le stesse attività descritte per il progetto Infrastrutturale.

4.5.2 Quadro conoscitivo

Lo stato attuale della componente Vegetazione e flora è stato qualificato tramite l'analisi dei seguenti dati:

- Caratteristiche biogeografiche e fitoclimatiche;
- Caratterizzazione dei suoli;
- Analisi della naturalità;
- Individuazione delle aree di interesse naturalistico;
- Caratterizzazione degli ambiti di intervento.

4.5.2.1 *Caratteristiche biogeografiche e fitoclimatiche*

Il territorio in cui si inserisce l'area di studio è fortemente condizionato dagli aspetti climatici, dalla sua posizione geografica ed in modo particolare dalla presenza di un mare profondo a poca distanza dalla costa. Un altro aspetto peculiare è costituito dalle caratteristiche orografiche del territorio, che presenta rilievi mediamente elevati ad andamento praticamente subparallelo alla costa stessa e che intervengono drasticamente sul regime delle precipitazioni.

Utilizzando gli schemi interpretativi delle più recenti sintesi bioclimatologiche (Vagge, 1999), l'area appartiene al macroclima Temperato di tipo oceanico (apporto di precipitazione mediamente elevato); l'aridità difatti è praticamente assente e limitata al mese di luglio.
Il carattere di meditarreneismo, infatti, risulta confinato ad alcune frange strettamente costiere, mentre, procedendo verso l'interno si evidenziano caratteri climatici tipici delle zone temperate, con un progressivo aumento delle precipitazioni, accentuato dalle caratteristiche orografiche liguri.
La vegetazione dell'area, sulla base delle caratteristiche climatiche, geo-litologiche e pedologiche, è costituita da formazioni arboree ascrivibili ai Quercetea robori petreae e ai Quercetea ilicis.
Le formazioni erbacee attualmente presenti nell'area, ascrivibili alle classi *Molinio-Arrhenatheretea* o ai *Festuco-Brometea*, rappresentano forme transitorie, mantenute per intervento antropico diretto o indiretto. In particolare, è possibile riconoscere vari orizzonti:

- L'orizzonte delle latifoglie mesotermofile, diffuso nella maggior parte del territorio e caratterizzato dalla presenza di latifoglie decidue e semidecidue, dove la vegetazione climacica potrebbe essere ricondotta al bosco di rovere e di roverella. Nell'area di frequente si rinvengono associazioni boschive di sostituzione, prima delle quali il castagneto, mantenuto oggi quasi sempre a ceduo, ma numerosi sono anche i popolamenti a robinia, a pino marittimo e sporadicamente a pino silvestre e numerosi popolamenti erbacei propri dei prati a sfalcio.
- L'orizzonte delle sclerofille sempreverdi mediterranee, è rinvenibile solo localmente ed è rappresentato da alcuni lembi di lecceta e di macchia mediterranea.
- L'orizzonte delle alofite, che si sviluppa in genere lungo la fascia costiera risulta pressoché assente a causa dell'intensa urbanizzazione di detta fascia.

Lungo l'alveo dei torrenti, infine, la vegetazione ripariale è rappresentata da formazioni arbustive pioniere a salici (*Salix purpurea*), da consorzi boschivi maggiormente evoluti a salice bianco (*Salix alba*) e pioppi (*Populus alba e P. nigra*) e da alneti ad ontano nero (*Alnus glutinosa*) sui depositi fini e stabilizzati dei terrazzi minormente interessati dalle piene ordinarie.

4.5.2.2 *Caratterizzazione dei suoli*

Allo scopo di delineare i consorzi vegetali omogenei presenti e valutare il livello di sensibilità, è stato preso in esame l'uso prevalente dei suoli, mediante il quale è stato possibile individuare tre sistemi principali:

- Il Sistema Insediativo
- Il Sistema Agricolo
- Il Sistema Naturale

Il *Sistema Insediativo* si sviluppa nel settore costiero a partire da Genova Voltri fino a Genova est ed è costituito da un tessuto residenziale compatto, che, a partire da una fascia piuttosto ristretta, tende ad ampliarsi e a consolidarsi procedendo verso est, verso il centro della città, nel settore retrostante il porto. Il tessuto edificato è costituito, inoltre, da un gran numero di nuclei abitati sparsi, che, nelle colline retrostanti il settore costiero, si configurano come un tessuto insediato diffuso. Lungo il torrente Polcevera, infine, si sviluppa un'ampia zona industriale, che si estende in corrispondenza del settore costiero, delimitando l'area di Porto Patroli e la zona aeroportuale.

Il *Sistema Agricolo* è ampiamente diffuso in tutta l'area indagata, con appezzamenti sparsi di varie dimensioni, presenti dal settore costiero all'entroterra collinare. Un elemento costante del paesaggio agrario genovese sono i terrazzamenti, usati fin dall'antichità per rendere coltivabili i versanti ripidi.

Il *Sistema Naturale* nel territorio esaminato si presenta piuttosto esteso, costituendo la matrice predominante; tale sistema si caratterizza da boschi perlopiù governati a ceduo e da ampie zone prative, che si insinuano all'interno della compagine boschiva.
Nell'area vasta vi sono diverse tipologie di boschi qualificabili come **boschi misti di latifoglie**; quella maggiormente diffusa, a carattere mesofilo, occupa i versanti freschi ed umidi, con prevalente esposizione a nord, presenti alle quote più elevate o incassati nelle gole del fondovalle. Si tratta di fitocenosi a dominanza di carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e orniello (Fr*axinus ornus*), ma sono inclusi anche i boschi di castagno (*Castanea sativa*) o quelli misti dove oltre al carpino

nero e l'orniello, si rinvengono l'acero campestre (*Acer campestre*) e, a volte, il nocciolo (*Corylus avellana*) e la roverella (*Quercus pubescens*); lo strato arbustivo è caratterizzato da biancospino (*Crataegus monogyna*), sanguinella (*Cornus sanguinea*) e alcune specie di rovi (*Rubus hirtus, Rubus ulmifolius*). Meno diffuse nel territorio, relegati in zone con scarsa viabilità, a notevole pendenza, sono le formazioni a carattere termofilo, rappresentati da consorzi misti a Leccio (*Quercus ilex*) o a Roverella (*Quercus pubescens*).

Nell'area vasta, sono molto diffusi i **Boschi misti di conifere e angiosperme,** la cui composizione, variabile da zona a zona, deriva da processi vegetazionali influenzati profondamente dal fattore antropico. Dal punto di vista strutturale si tratta in genere di boschi biplani dove i pini (pino domestico, pino marittimo e qualche pino d'Aleppo), rappresentano il piano dominante sulle latifoglie, costituite principalmente dal castagno e dalle altre specie del bosco misto di angiosperme governate a ceduo, come carpino nero, roverella, orniello e anche leccio, sui versanti vicini alla città.

Completano il quadro dei consorzi boschivi presenti nell'area di insieme, i **Boschi di conifere** di origine artificiale; delimitati da linee che rispecchiano i piani di rimboschimento, a netta prevalenza di pinastro (*Pinus pinaster*) e presenza di pino nero (*Pinus nigra)*. Le pinete sono presenti nella parte centrale dell'area di studio, nelle colline restrostanti Genova Voltri e nella valle del Varenna.

Infine, il sistema naturale, oltre alla componente boschiva, presenta zone a **Prato cespugliato termofilo e/o mesofilo**, diffuse in settori a contatto con boschi misti di latifoglie e conifere.
Sono state comprese all'interno di questa categoria le formazioni erbacee, con presenza di arbusti, che presentano differenze nella composizione floristica e nella struttura a seconda delle pratiche differenti a cui sono state sottoposte e alle diverse condizioni ecologiche. Si tratta di praterie meso-xerofile dei Festuco – Brometea con una netta prevalenza di Graminaceae e Cyperaceae.

4.5.2.3 *Analisi della naturalità*

Lo studio delle principali fisionomie vegetali e degli ecosistemi presenti nell'area vasta ha permesso la valutazione del grado di naturalità, allo scopo di segnalare gli ambiti territoriali di maggiore sensibilità rispetto al tracciato, usando come indicatore in prima approssimazione la vegetazione.

L'incrocio delle fisionomie vegetali presenti con le categorie proposte da Westhoff & Van Der Maarel (1973) ha permesso di assegnare i livelli di naturalità ai consorzi vegetali. Nell'area di insieme non sono presenti sistemi ambientali ai quali sia possibile assegnare il livello 'naturale', in quanto, nell'area indagata, come in tutta la regione, non esistono boschi, che non siano stati sfruttati.
Il livello 'subnaturale' è stato assegnato ai boschi di latifoglie e ai boschi misti di latifoglie e conifere, in cui, la composizione specifica, lascia ipotizzare un'evoluzione verso i boschi di angiosperme.
Il livello 'seminaturale' è attribuibile a quelle aree dove, nonostante un più marcato intervento antropico, che ne ha modificato la struttura della fitocenosi, si conservano alcuni aspetti di naturalità; nell'area di insieme la categoria è attribuibile ai prati cespugliati termo – mesofili, dove si evidenzia un processo evolutivo di avanzamento del bosco, dalla prateria alla boscaglia.

4.5.2.4 *Le aree di interesse naturalistico*

Nell'ambito dell'inquadramento di area vasta, è stata effettuata la disamina delle aree sottoposte a tutela ambientale in base alla normativa comunitaria, nazionale, provinciale, locale. Per quanto riguarda la normativa comunitaria, nella Rete Natura 2000, una rete coordinata e coerente di SIC (Siti di Importanza Comunitaria) e ZPS (Zone di Protezione Speciale) designati per la tutela degli habitat e delle specie animali e vegetali, inclusi nella Direttiva Habitat 92/43/CEE (*Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche)* e nella Direttiva Uccelli 79/409/CEE (*Conservazione degli Uccelli selvatici)*, sono stati individuati i seguenti siti:

- SIC Beigua – Monte Dente – Gargassa – Paviglione (IT1331402);
- ZPS Beigua – Turchino (IT1331578);
- SIC Praglia – Pracaban – Monte Leco – Punta Martin (IT1331501);
- SIC di Monte Gazzo (IT1331615).

Tali siti rientrano nella Regione biogeografica mediterranea. I siti SIC sono inclusi nel Decreto del Ministero dell'Ambiente 2/08/2010 *Terzo elenco aggiornato dei Siti di Importanza comunitaria per la regione biogeografica alpina, continentale e mediterranea in Italia ai sensi della Direttiva 92/43/CEE,* mentre le ZPS nel DMA19/06/2009 *Elenco delle zone di protezione speciale (ZPS) classificate ai sensi della direttiva 79/409/CEE*.

Per tre dei suddetti Siti Natura 2000, il SIC Beigua – Monte Dente- Gargassa- Paviglione (insieme alla ZPS Beigua-Turchino in esso inclusa), il SIC Praglia – Pracaban – Monte Leco – Punta Martin e il SIC Monte Gazzo si è resa necessaria, data la loro localizzazione rispetto al tracciato in progetto, la redazione dell'analisi di incidenza in cui sono argomentati gli aspetti connessi alla fase di cantiere e di esercizio, che potrebbero essere responsabili dell'insorgere di incidenze significative tali da compromettere gli obiettivi di conservazione dei siti stessi.

Per quanto riguarda la normativa regionale è da segnalare il Parco del Beigua che con i suoi 8715 ha di estensione occupa parte del SIC Beigua – Monte Dente- Gargassa- Paviglione. Il più vasto parco regionale è stato istituito con L. R. n° 16 del 09-04-1985 e L.R. n° 12 del 22-02-1995, per consentire la tutela di un territorio che, per il mosaico di ambienti che lo caratterizza, viene considerato una delle zone più ricche per la biodiversità.
A livello locale si evidenzia la presenza del Parco Villa Duchessa di Galliera in corrispondenza del nodo di Voltri, inclusa tra i parchi Urbani del PTCP compresi nei territori urbanizzati (PU).

Di seguito vengono brevemente descritti i siti di importanza comunitaria, di cui si evidenzia una relazione con il tracciato di progetto.

SIC Beigua – Monte Dente- Gargassa- Paviglione e ZPS Beigua-Turchino

Il SIC IT1331402, il più esteso dei siti di importanza comunitaria regionali con una superficie di 16922 ha, include la ZPS Beigua-Turchino (IT1331578); il sito comprende a ridosso della linea di costa un articolato massiccio montuoso con diverse cime, con i 1287 m di vetta del M. Beigua.
Ai versanti marittimi si contrappongono quelli settentrionali, con le valli dell'Orba e dello Stura. I versanti si presentano dirupati o con dolci pendenze a seconda del substrato su cui insistono.
Il sito è eccezionalmente importante per la grande varietà di ambienti forestali ed erbacei (ampie aree a terrazzo, aree di fondovalle ed aree in quota, sorgenti, torrenti, piccole zone umide, praterie, boschi, zone rupestri, ecc.) e per la ricchezza di specie endemiche, rare o al limite della distribuzione (fra le quali diverse a gravitazione alpina). Le praterie di quota, localmente ricche di orchidee, rappresentano per estensione e caratteristiche, in parte dipendenti dal substrato ofiolitico, l'habitat di maggior interesse tra quelli considerati prioritari dalla direttiva 43/92.
Altri habitat di interesse sono rappresentati dalle cinture riparie e dai rari lembi di boschi paludosi ad ontano, dalle zone umide con numerosi e diversi aspetti igrofili, dalle formazioni rupestri e quelle legate a pietraie e "sfatticci" su zone serpentiniche erose, ecc.
Il substrato, per gran parte ofiolitico, condiziona la flora costituendo un rifugio per diverse serpentinofite, tra le quali si rinvengono specie vegetali endemiche ad areale eccezionalmente ristretto (Viola bertolonii, Cerastium utriense) e specie minacciate di scomparsa (Anagallis tenella).
Le zone umide, le quote relativamente elevate e la presenza di microclimi freddi, oltre a frequenti nebbie orografiche, consentono la presenza di diverse specie boreali. Una ventina sono le specie di orchidee protette da norme regionali e convenzioni internazionali.
La posizione e le caratteristiche fanno del sito un importante punto di passaggio per gli uccelli migratori, principalmente falconiformi, con particolare riferimento al Falco pecchiaiolo, al Biancone ed al Falco di Palude, ma anche per la nidificazione di Succiacapre, Averla piccola ed Aquila reale.

SIC Praglia – Pracaban – Monte Leco – Punta Martin

Il sito occupa una vasta area (6960 ha) nella zona dell'entroterra all'altezza di Genova Voltri e Genova Pegli ed è costituito da un'area di crinale con diffuse depressioni umide, laghi artificiali, zone rupestri e ripidi versanti nudi o coperti da rimboschimenti a conifere. L'estrema vicinanza al mare dello spartiacque tirrenico-padano e la caratteristiche geologiche (rocce ofiolitiche, argille a

palombini, argilliti, scisti filladici, dolomie, calcari dolomitici e calcari detritici), che segnano il passaggio dal mondo alpino al mondo appenninico, condizionano fortemente il paesaggio del sito.
Notevole è l'importanza di culminazioni come Punta Martin (1001 m), M. delle Figne (1172 m), M. Taccone (1113 m), M. Leco (1072 m), M. Pracaban (946 m) a breve distanza dalla linea di costa. Inoltre i Laghi del Gorzente (che contribuiscono all'approvvigionamento idrico della città di Genova), svolgono un importante ruolo per il paesaggio, la qualità ambientale e la biodiversità.
Gli ambienti di maggiore interesse presenti nel sito sono le aree a pascolo con significative popolazioni di orchidee, le formazioni ofioliticole con pseudogarighe a Euphorbia spinosa ligure, gli orli alluvionali-ripari ad Ontano, i complessi di torbiera e le formazioni igrofile a Cladium mariscus.
Per quanto riguarda gli aspetti floristici di rilievo è la presenza, a brevissima distanza dal Mar Mediterraneo ed a quote non elevate, di specie e formazioni vegetali a gravitazione boreale alcune delle quali sono al limite meridionale della distribuzione accanto a specie mediterranee occidentali che raggiungono qui il loro limite orientale. Di eccezionale importanza sono endemiti vegetali ad areale molto ristretto, quali Viola bertolonii e Cerastium utriense.
La fauna presenta diversi elementi di interesse biogeografico, rari o indicatori di qualità ambientale: *Euplagia quadripunctaria* e diversi carabidi (*Carabus italicus italicus, C. solieri liguranus, C. rossii*) oltre a numerosi invertebrati endemici cavernicoli o tipici di ambienti umidi. Tra gli uccelli sono segnalate circa 80 specie in via di rarefazione e/o protette come il Biancone (*Circaetus gallicus*), lo Sparviero (*Accipiter nisus*), l'Astore (*Accipiter gentilis*) e l'Aquila (*Aquila chrysaetos*).

SIC Monte Gazzo
Il Sito del Monte Gazzo è localizzato nella fascia di entroterra, all'altezza di Sestri Ponente, occupa una superficie di 443 ha ed è caratterizzato da un cono montuoso calcareo affiancato da aree ofiolitiche così da costituire un'isola geologica. Tali caratteristiche litologiche condizionano la presenza di ambienti e di specie e rendono il sito di particolare interesse. L'attività estrattiva ha ridotto notevolmente l'area e il suo valore, ma persistono buone potenzialità di recupero.
Si riscontra la presenza di formazioni pioniere serpentinicole ad Euforbia spinosa ligure, prati arbustati con significative popolazioni di orchidee (di interesse prioritario), lembi di lecceta e boschi di Castagno, prevalentemente cedui, ma in cui si rinviene ancora qualche albero annoso, relitto di colture abbandonate.

Per quanto riguarda gli aspetti floristici si evidenzia la presenza di specie rare o endemiche quali Romulea ligustica, Cerastium utriense, Tuberaria acuminata. Il Monte Gazzo inoltre rappresenta il locus classicus dove furono descritte per la prima volta alcune specie, come Festuca inops, Holcus setiger e Tuberaria acuminata dagli illustri botanici Giuseppe de Notaris e Domenico Viviani.
Per la fauna, interessante è la presenza di specie troglobie endemiche legate alle cavità carsiche, un tempo assai più sviluppate. Sono segnalate circa 40 specie di uccelli protetti da normative internazionali e la falena Euplagia quadripunctaria, d'interesse comunitario prioritario.

4.5.2.5 *Caratterizzazione degli ambiti di intervento*

La caratterizzazione degli ambiti di intervento (cfr. Tabella 4-1), supportata dai rilievi fitosociologici effettuati in campo, ha permesso di verificare la presenza di elementi di flora mediterranea, che però tendono a dominare solo localmente, e di specie decidue, che tendono a prevalere, considerando le precipitazioni abbondanti.
In generale, sui versanti, solitamente molto inclinati, si trovano boschi misti dominati o codominati nello strato arboreo dal carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), a cui si accompagnano leccio, roverella, orniello; negli aspetti più freschi (es. rilievi in Ambito Torbella e Ambito Voltri) compaiono il castagno, favorito direttamente o indirettamente dall'azione dell'uomo anche se oggi spesso in abbandono, il nocciolo e il sambuco; soprattutto in zone periurbane, l'alloro è ben rappresentato (es. rilievi in Ambito Voltri e Ambito Bolzaneto). Nei versanti con suolo superficiale e sulle rupi prevalgono le sclerofille mediterranee e sono presenti lembi di leccete o, nei casi più disturbati, cenosi di macchia mediterranea con leccio arbustivo ed altri arbusti mediterranei, tra i quali il più diffuso è l'erica arborea (lembi difficilmente raggiungibili di queste tipologie si trovano nell'Ambito Varenna). Soprattutto lungo alcuni crinali sono presenti anche formazioni a dominanza di pino marittimo (*Pinus pinaster*), probabilmente derivati sia da impianto che da disseminazione naturale

(es. rilievi in Ambito Vesima). Lungo il corso dei molti fossi e piccoli corsi d'acqua presenti, i boschi di forra si arricchiscono di felci ed elementi mesofili; dove però il letto si allarga vi sono quasi sempre insediamenti urbani ed industriali e boschi secondari di Robinia pseudacacia sostituiscono la vegetazione originaria. Nello strato inferiore le specie più rappresentate sono l'edera, il palèo (*Brachypodium rupestre*) ed i rovi, indicatori di disturbi ricorrenti, diverse piante lianose mediterranee quali *Rubia peregrina* e, talvolta, *Smilax aspera*. Nelle cenosi più mesofile (es. rilievo in Ambito Torbella) compaiono specie tendenzialmente acidofile quali *Serratula tinctoria, Solidago virgaurea*, ecc.
In generale la vegetazione dell'area, anche nelle cenosi relativamente più avanzate dal punto di vista dinamico quali quelle rilevate, è fortemente condizionata dalle caratteristiche geomorfologiche e, soprattutto, dai passati e presenti usi del suolo e disturbi antropici, sia diretti (urbanizzazione, coltivazione, tagli, ecc.), che indiretti (fuoco, inquinamento, ecc.).
Nel popolamento dei boschi dell'area, le indagini effettuate mettono in evidenza la presenza di due principali componenti, una decidua relativamente mesofila ed una mediterranea sempreverde relativamente termofila, che coesistono e che tendono a dominare l'una sull'altra per motivi strettamente stazionali, dovuti alle caratteristiche geomorfologico-microclimatiche locali e al regime del disturbo.

4.5.3 Il Rapporto Opera – Ambiente

Dal momento che le problematiche relative alla componente in esame sono le medesime per il progetto Infrastrutturale ed il progetto di Cantierizzazione, pur avendo una maggiore rilevanza per l'opera intesa come cantierizzazione (maggiori spazi occupati), l'analisi del rapporto opera-ambiente viene svolta globalmente, senza distinguere tra i due progetti.

L'analisi della localizzazione delle aree di intervento in ciascun ambito ha permesso di evidenziare le principali problematiche in relazione alla sensibilità del territorio.

Nell'area di Vesima la sottrazione di vegetazione dovuta al cantiere di imbocco della galleria Borgonuovo implica una parziale frammentazione della formazione boschiva mista a latifoglie e conifere presente lungo il versante. Tale interferenza potrà essere in parte mitigata al termine delle lavorazioni mediante il rimodellamento del terreno e la ricostituzione della vegetazione al fine di ristabilire la continuità vegetazionale che attualmente caratterizza il versante.

Un altro ambito di particolare interesse è quello del torrente Varenna: sebbene si tratti di un territorio a connotazione naturale, poco disturbato, l'occupazione di suolo connesso all'ingombro dei rilevati e degli imbocchi in galleria determina una sottrazione di fitocenosi limitata, vista la presenza di un'ampia area denudata e di cenosi arbustive. Inoltre, l'installazione del cantiere comporterà la deviazione del corso d'acqua e l'occupazione delle sponde in cui sono presenti consorzi igrofili riparia; tale interferenza è da considerarsi reversibile poiché si ritiene che al termine delle lavorazioni, con la dismissione del'area di cantiere e il ripristino del normale corso del torrente, la vegetazione si possa insediare in corrispondenza degli ambiti compromessi in virtù delle notevoli capacità di propagazione vegetativa propria dei raggruppamenti arbustivi spondali.

Nelle aree già parzialmente antropizzate (Voltri, Torbella, Genova Est) il progetto prevede una serie di opere (rampe, viadotti); la predisposizione delle aree di cantiere e la presenza di rampe in rilevato possono comportare una locale sottrazione di fitocenosi che può determinare una frammentazione della copertura vegetale. La verifica delle aree interessate ha permesso di constatare che non sono coinvolti nuclei di vegetazione di pregio naturalistico; nel caso dell'ambito Torbella la realizzazione degli imbocchi coinvolge limitatamente il margine del castagneto.
Per quanto concerne i tratti in viadotto, come nel caso del nodo di Voltri, si evidenzia che la sottrazione di vegetazione è limitata all'ingombro delle pile; la tipologia di opera, garantendo una buona permeabilità territoriale, non ostacola la continuità vegetazionale. È plausibile che localmente si verifichi un'alterazione strutturale della cenosi, per l'adeguamento delle altezze degli alberi e degli arbusti sottostanti i nuovi viadotti, e compositiva, per la variazione delle condizioni ecologiche.

Per quanto concerne le aree maggiormente antropizzate di Bolzaneto e di Genova Ovest, la lettura del progetto non ha evidenziato alcuna problematica rispetto alla componente vegetazione, poiché sono coinvolte aree di scarso pregio.

A conclusione di quanto emerso dalle analisi, si evidenzia che in linea generale le interferenze dovute alla realizzazione del progetto, che si esprimono nella sottrazione delle fitocenosi, sono parzialmente reversibili. Al termine della fase di costruzione, infatti, la gran parte delle superfici interferite sarà oggetto di recupero, ad esclusione delle porzioni interessate dai nuovi manufatti. Malgrado la capacità di ripresa da parte della vegetazione di terreni lasciati liberi si ritiene opportuno prevedere degli interventi di mitigazione, nelle aree di versante interessate dalla realizzazione delle spalle del viadotto e degli imbocchi delle gallerie, che possano favorire la ricostituzione della vegetazione esistente, in particolare nelle aree a connotazione naturale che conservano degli habitat con un buon livello di integrità, impedendo un'ulteriore semplificazione degli habitat e un'amplificazione del disturbo.
Negli ambienti già perturbati dalla presenza di attività antropiche preesistenti, si ritiene necessario intervenire mediante opere di riqualificazione ambientale.

4.6 ECOSISTEMI E FAUNA

4.6.1 Temi e metodologia di lavoro

4.6.1.1 *Progetto Infrastrutturale*

Il quadro delle azioni di progetto, dei fattori causali e dei relativi impatti potenziali presi in esame può essere sintetizzato come riportato in Tabella 4-37.

Tabella 4-37 Infrastrutture: azioni di progetto, fattori causali ed impatti potenziali

Azioni di progetto	*Fattori causali*	*Impatti potenziali*
Presenza elementi infrastrutturali - viadotti; imbocchi in galleria; corpo stradale	Occupazione di suolo	Frammentazione unità ecosistemiche
		Interferenza con aree ad elevata biodiversità
		Interruzione continuità ecologica
		Sottrazione/alterazione di habitat faunistici

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le seguenti attività:

- caratterizzazione della biodiversità e dei popolamenti faunistici degli ambiti territoriali coinvolti, compiuta attraverso l'analisi di documentazione specialistica, definizione delle principali unità ecosistemiche ed individuazione delle presenze floristiche e faunistiche di pregio naturalistico e degli elementi di connessione territoriale appartenenti alla rete ecologica regionale;
- analisi delle interferenze dell'opera in progetto.

4.6.1.2 *Progetto di Cantierizzazione*

Il quadro delle azioni di progetto, dei fattori causali e dei relativi impatti potenziali presi in esame può essere sintetizzato come riportato in Tabella 4-38.

Tabella 4-38 Cantierizzazione: azioni di progetto, fattori causali ed impatti potenziali

Azioni di progetto	*Fattori causali*	*Impatti potenziali*
Presenza aree di cantierizzazione - cantieri e piste di cantiere	Occupazione di suolo	Frammentazione unità ecosistemiche
Presenza Opere connesse di cantierizzazione - Slurrydotto, Pista Frese		Interferenza con aree ad elevata biodiversità
		Interruzione continuità ecologica
		Sottrazione/alterazione di habitat faunistici
Realizzazione Opere connesse - Opera a mare	Intorbidimento acque	Alterazione di habitat faunistici
Presenza Opere connesse - Opera a mare	Modifica velocità corrente Modifica trasporto solido Sottrazione specchio acqueo	Sottrazione/alterazione di habitat faunistici

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le stesse attività descritte per il progetto Infrastrutturale.

4.6.2 Quadro conoscitivo

4.6.2.1 *Ambiente terrestre*

Lo stato attuale della componente Fauna ed ecosistemi è stato qualificato principalmente tramite l'analisi dei seguenti dati:

- Caratterizzazione delle unità ecosistemiche e dei popolamenti faunistici;
- Descrizione della rete ecologica.

4.6.2.1.1 *Caratterizzazione delle unità ecosistemiche e dei popolamenti faunistici*

Nell'area esaminata, l'analisi delle diverse componenti biotiche ha individuato i seguenti ecosistemi:

- Sistema dei boschi di latifoglie;
- Sistema dei boschi di conifere;
- Sistema dei prati e degli arbusteti;
- Sistema delle zone umide;
- Sistema agricolo;
- Sistema antropico.

Il *Sistema dei Boschi di latifoglie* è largamente diffuso nelle aree di versante e include le formazioni arboree diversificate nella componente floristica e strutturale, ossia i boschi di roverella, di castagno e di carpino nero e orniello, nonché le formazioni a leccio, accomunati dal tipo di governo a ceduo.
La mammalofauna è caratterizzata da specie tipiche delle aree boscate, quali il capriolo (*Capreolus capreolus*), in graduale espansione nel territorio provinciale da ovest verso est, fino al limite rappresentato dal tracciato dell'autostrada A7 e dalle valli del Polcevera e dello Scrivia.
Tra le specie ornitiche più interessanti e rappresentative degli habitat boschivi si rilevano rapaci diurni come lo Sparviere (*Accipiter nisus*) e notturni come l'Assiolo (*Otus scops),* legato al bosco mediterraneo ed ai boschi misti di latifoglie dell'entroterra. Tipici di questo ambiente sono anche i picidi, Picchio rosso maggiore (*Picoidesmajor*) ed il Picchio verde (*Picus viridis*).
Per quanto concerne la fauna minore, si segnalano alcune specie anfibie che frequentano i boschi di latifoglie e le praterie, come la rana agile (*Rana dalmatina*) [inclusa nell'allegato IV della Direttiva Habitat e protetta dalla LR.4/92], e la rana temporaria (*Rana temporaria*), la salamandra pezzata (*Salamandrasalamandra*. Tra i rettili si segnalano l'orbettino (*Anguis fragilis*), specie presente nel sottobosco dei querceti, orno ostrieti e castagneti, nei prati, nelle radure e nelle aree rurali.

Il *Sistema dei boschi di conifere*, che trae origine da interventi di rimboschimento compiuti in epoche passate, presenta una discreta diffusione nell'area indagata. Si tratta di pinete con evidenti aspetti di vulnerabilità, minacciate dagli incendi e dagli attacchi da parte di parassiti.
La copertura arborea di queste formazioni a netta prevalenza di pinastro (*Pinus pinaster*), consente la diffusione al suolo della radiazione luminosa e favorisce l'insediamento di specie arbustive quali *Euphorbia spinosa subsp. ligustica, Calluna vulgaris, Erica arborea, Rhamnus alaternus, Cistus salvifolius, Genista pilosa; Cytisus scoparius*, tipiche del bosco mediterraneo.
Nonostante il sistema si presenti semplificato e con aspetti di degrado si rileva che, nel complesso, contribuisce ad elevare la biodiversità, ospitando dei popolamenti similari a quelli presenti nei boschi di latifoglie. Si rilevano specie avifaunistiche, in particolare Passeriformi, come Fiorrancino (*Regulus ignicapillus*), Codibugnolo (*Aegithalos caudatus*), Cincia dal ciuffo (*Parus cristatus*), Cincia mora (*Parus ater*), Rampichino (*Certhia brachidactyla*), Ciuffolotto (*Pyrrhula pyrrhula*).

Il *Sistema dei prati e degli arbusteti* è costituito dalle formazioni erbacee di origine secondaria, formatesi a seguito del pascolo su superfici disboscate, spesso invase da arbusti, che rappresentano stadi di ricolonizzazione della vegetazione boschiva.
Le aree a pascolo in passato, si estendevano su superfici molto più vaste delle attuali; oggi sono assai limitate a causa dell'abbandono delle coltivazioni, frutto di remoti disboscamenti, e sono coinvolte nella dinamica naturale di espansione del bosco che tende ad utilizzare ogni superficie non più gestita e utilizzata con una progressiva invasione da parte di specie arbustive.
A causa della sua progressiva rarefazione il sistema assume notevole importanza dal punto di vista conservazionistico. Esso ospita infatti specie floristiche rare (*Pulmonariaangustifolia*), endemiche (*Polygala nicaensis*) o di interesse fitogeografico (*Romulea bulbocodium*).
L'ecosistema prativo rappresenta inoltre un habitat per molte specie animali ed in particolare per i rettili legati ad ambienti praticoli, rupicoli o comunque xerici e per specie ornitiche, che necessitano di ampi spazi aperti per la caccia e che sono al vertice delle catene trofiche come l'Aquila (*Aquila chrysaetos*) e il Biancone *Circaetus gallicus* (che in migrazione attraversa il territorio). Entrambe le specie sono incluse nell'allegato I della Direttiva Uccelli 79/409/CEE.
Tra le specie ornitiche tipicamente legate alle praterie aperte si ricordano la Quaglia (*Coturnix coturnix),* l'Allodola (*Alauda arbensis*), distribuita piuttosto omogeneamente nelle praterie di crinale,

mantenute tali dal pascolo o dai ripetuti incendi, ed il Culbianco (*Oenanthe oenanthe*), che frequenta ambienti aperti aridi e sassosi a bassa copertura erbacea.
Inoltre alcuni piccoli Passeriformi colonizzano i prati e gli arbusteti, nonchè i margini boschivi come l'Averla piccola (*Lanius collurio*), inclusa tra le specie dell'allegato I Direttiva 79/409/CEE, il Fanello (*Carduelis cannabina*), il Succiacapre (*Caprimulgus europaeus*) e lo Zigolo nero (*Emberiza cirlus*).

Il *Sistema delle zone umide* include i corsi d'acqua principali, che presentano un alveo di dimensioni significative e una vegetazione igrofila in corrispondenza delle sponde. Per quanto riguarda i corpi idrici inclusi nel sistema delle zone umide (T. Varenna, T. Polcevera) si rileva che essi versano in un generale stato di degrado sia in relazione allo stato chimico-fisico sia per la qualità biologica delle acque che rientra nelle classi di qualità III (ambiente inquinato), IV (ambiente nettamente inquinato) e V (ambiente fortemente inquinato).
Si rileva inoltre che nella maggior parte dei casi i corpi idrici risultano dotati di arginature artificiali oppure manomessi ed alterati nella fascia riparia e pressoché privi di vegetazione igrofila, che, qualora presente, è spesso costituita da specie infestanti ed alloctone.
Nonostante gli aspetti di degrado si rileva comunque che l'area di foce (in particolare la foce di Polcevera, Chiaravagna e Varenna), ma anche le aste interne dei corsi d'acqua di maggiore dimensione e l'intera fascia costiera, rivestono interesse sia per la fauna migratoria che stanziale.
Lungo il Varenna è segnalato il Martin pescatore (*Alcedo atthis*), specie inclusa nell'All.I della Direttiva Uccelli, che in Liguria tende a nidificare presso i corsi d'acqua principali, mentre nella zona della foce, presso Multedo, sono presenti popolazioni costiere di specie svernanti, come strolaghe (*Gavia arctica, Gavia stellata*), allegato I della Direttiva Uccelli 79/409/CEE, marangoni (*Phalacrocorax aristotelis desmavendi*) e cormorani (*Phalacrocorax carbo sinensis*). Specie tipiche degli habitat umidi sono l'Usignolo di Fiume (*Cettia cetti*) e il Merlo acquaiolo (*Cinclus cinclus*).
Per quanto riguarda l'Erpetofauna, sono particolarmente legati all'ecosistema delle zone umide il tritone alpestre (*Triturusalpestris*), rane verdi (*Rana esculenta complex, R. lessone*), rinvenibile anche nel sottobosco delle foreste di latifoglie, in prati e coltivi.
Riguardo il popolamento ittico dei principali bacini idrografici del territorio si rileva quanto segue.
Il bacino del Polcevera si presenta altamente degradato, in quanto la qualità delle acque è scadente in gran parte del reticolo idrografico e le sponde risultano in più parti rimaneggiate; in particolare a partire da Pontedecimo, andando verso valle, il corso d'acqua scorre in un ampio alveo dal percorso quasi rettilineo, limitato da alte sponde artificiali.
Nel tratto di Polcevera compreso tra Pontedecimo e Bolzaneto, è presente invece, a dispetto dello scadente livello qualitativo delle acque, un popolamento ciprinicolo abbondante, costituito in prevalenza da Cavedani e Barbi, che però appaiono colpiti da patologie batteriche.
Il bacino del Bisagno, analogamente a quello del Polcevera, versa in condizioni di severo degrado; a valle dell'immissione del Rio Torbido non sussiste il minimo interesse ittiofaunistico.
Per quanto riguarda infine il bacino del Varenna si rileva che a Monte di Carpenara è presente un habitat troticolo giudicato meritevole di salvaguardia, dove i tributari Gandolfi e Grillo ospitano pregevoli comunità ittiche. Da Carpenara il torrente va incontro ad un peggioramento progressivo della qualità idrica, tuttavia una significativa presenza di Cavedani si osserva fino al mare.

L'Ecosistema agricolo è relativamente diffuso in corrispondenza delle fasce piane di fondovalle e delle pendici delle colline retrostanti, situate prevalentemente lungo gli assi di fruizione del territorio ligure e spesso in adiacenza agli insediamenti urbani. Il sistema è composto da campi coltivati a seminativo, da prati falciabili, da colture orticole e da colture di tipo legnoso (oliveti e vigneti).
Tra le specie ornitiche che colonizzano le aree coltivate si ricordano alcuni non Passeriformi come la Tortora (*Streptopelia turtur*), il Barbagianni (*Tyto alba*), la Civetta (*Athene noctua*) e il Fagiano (*Phasianus colchicus*), e alcuni piccoli Passeriformi come l'Allodola (*Alauda arvensis*) e la Rondine (*Hirundo rustica*); si segnalano inoltre Capinera (*Sylvia anticapilla*), Pettirosso (*Erithacus rubercula*), Allocco (*Strix aluco*), Cornacchia grigia (*Corvus corone cornix*) e Cardellino (*Carduelis carduelis*).
Tra i mammiferi di piccola taglia si segnala l'arvicola di savi (*Microtus savii*) che frequenta prati e coltivi, tra i Roditori, la donnola (*Mustela nivalis*).

L'*Ecosistema antropico* è il risultato di un processo di urbanizzazione concentrato nelle aree costiere che ha determinato enormi alterazioni dell'equilibrio biocenotico, in quanto ha frammentato le aree a vegetazione naturale e seminaturale ed eliminato quelle residue.
La componente faunistica è per lo più costituita da specie ad ampia diffusione ed adattate a vivere a diretto contatto con l'uomo, euriecie, ubiquiste e sinantropiche, che approfittano degli spazi lasciati liberi e della situazione di disponibilità trofica artificiale. Tra le specie ornitiche si citano Passera d'Italia, Balestruccio, Rondone, che sfruttano i manufatti umani quali habitat di rifugio e di riproduzione, e il verdone e Cardellino, legati alle alberature di parchi e giardini.
Tra i Muridi, sono presenti il ratto nero (*Rattus rattus*) ed il topolino delle case (*Musmusculus*), entrambe commensali dell'uomo, ed il ratto delle chiaviche (*Rattusnorvegicus*), specie ubiquitaria.

4.6.2.1.2 *La rete ecologica*

La Regione Liguria, come stabilito dall'art.3 del LR 28/2009 (Disposizione in materia di tutela e valorizzazione della Biodiversità), ha istituito la Rete Ecologica regionale mediante il DGR 1793 del 18/12/2009; la rete è composta dai siti della Rete Natura 2000, dalle altre aree protette e dalle aree di collegamento ecologico funzionali che risultano di particolare importanza per la conservazione, la distribuzione geografica, la migrazione e lo scambio genetico di specie selvatiche.
Nel comprensorio di studio ricadono diverse aree ad elevata biodiversità ed elementi che favoriscono la connessione territoriale tra i diversi ambiti, riferibili alle seguenti categorie:

- core areas;
- corridoi ecologici;
- tappe di attraversamento;
- aree ecotonali;
- diffusione sparsa di vertebrati.

Le core areas, rappresentate sono porzioni di territorio ben conservate, che mantenendo habitat naturali integri offrono le condizioni ecologiche idonee al mantenimento di popolazioni faunistiche di interesse naturalistico, costitute da diverse specie di interesse comunitario.

I corridoi ecologici ossia le fasce di ambiente omogeneo che si differenziano dalla matrice in cui sono collocati, sono determinanti per gli spostamenti della fauna e la connettività tra le patches. Costituiscono corridoi ecologici di tipo boschivo il collegamento tra i SIC di Praglia e del Monte Gazzo, oltre alla fascia territoriale che connette quest'ultimo con la valle del Pocevera.
Corridoi ecologici per specie di ambienti acquatici si segnalano lungo le principali aste fluviali, che configurano delle importanti direttrici per lo spostamento di specie acquicole e paracquicole. Oltre alle specie ittiche *Barbus meridionalis* e *B. plebejus*, si segnala la presenza dell'Anfibio *Salamandrina terdigitata*, specie di interesse comunitario legata ad habitat boschivi di latifoglie (boschi umidi, castagneti e macchie a leccio) e a torrenti appenninici con substrati rocciosi per la riproduzione, e il gambero di fiume *Austropotamobius pallipes,* segnalato anche lungo il Torrente Torbella che svolge una funzione di tappa di attraversamento*.*

Le tappe di attraversamento sono degli ambiti di estensione minore, che rappresentano degli habitat funzionali lungo linee ideali di spostamento, associati generalmente ai principali corridoi di collegamento. Sono piuttosto diffuse nell'area indagata le tappe di attraversamento per specie legate ad ambienti cosiddetti aperti, in particolare specie ornitiche quali *Caprimulgus europeus, Emberiza ortulana, Lanius collurio,* incluse nell'All.I della Direttiva Uccelli 79/409/CEE.

Sono da segnalare, inoltre, le aree ecotonali, ossia delle zone di transizione tra due diverse biocenosi, caratterizzate da livelli elevati di biodiversità poiché ospitano sia alcune specie di entrambe gli ecotipi sia delle specie proprie. Ne sono un esempio il cuneo di vegetazione posto in corrispondenza dell'interconnessione di Voltri e la porzione territoriale posta a sud della confluenza tra il T. Varenna e il rio Cantalupo.

Tra le aree caratterizzate dalla 'diffusione sparsa di Vertebrati' si possono segnalare il Torrente Branega, il Torrente Varenna e il torrente Polcevera dove nidifica il martin pescatore *Alcedo attis.*

4.6.2.2 *Ambiente marino*

Nella caratterizzazione della zona costiera sono stati analizzati i dati relativi a:

- Fitobenthos;
- Zoobenthos;
- Fitoplancton;
- Necton;
- Avifauna.

Nella zona direttamente antistante il sito di progetto non vi è alcuna evidenza della presenza di biocenosi coralligene (*fitobenthos*); viste le profondità, è ragionevole ipotizzare una loro assenza.
Per quanto riguarda le praterie di fanerogame, costituite dalle specie *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*, sono state eseguite numerose indagini per localizzarne gli areali di distribuzione: è ben evidente la presenza di estesi popolamenti di fanerogame nell'area di Arenzano e Nervi, che rappresentano le aree SIC marine più vicine all'opera di progetto; non vi sono formazioni fanerogamiche lungo il tratto di costa del ponente genovese, area peraltro caratterizzata da forte antropizzazione, né nella zona antistante il Porto di Genova. È ipotizzabile che le alterazioni indotte dalle attività antropiche siano tali da non essere compatibili con la sopravvivenza dei sensibili ecosistemi delle praterie di *Posidonia* e *Cymodocea;* per questi motivi la zona antistante il Porto di Genova è generalmente considerata, da parte della comunità scientifica, di scarso interesse naturalistico.

I dati disponibili relativi alle caratteristiche delle biocenosi bentoniche (*zoobenthos*) nella zona marina antistante il sito di progetto sono quelli relativi alla stazione di monitoraggio ARPAL, parte della Rete Regionale di Monitoraggio dell'ecosistema marino. I dati[33] raccolti dal 2003 al 2007 evidenziano la presenza di una biocenosi complessa e ben strutturata. In particolare tra il 2006 e il 2007 vengono raggiunti elevati valori degli indici di ricchezza specifica e diversità specifica, accompagnati da un elevato valore dell'indice di equiripartizione ed un basso valore dell'indice di dominanza, dimostrando l'equa distribuzione degli individui all'interno delle diverse specie. Purtroppo i dati presentati da ARPAL sono relativi ai soli indici sintetici e non vengono fornite indicazioni sulla presenza delle singole specie ma solo sul loro numero.

Durante le campagne di monitoraggio sulla qualità delle acque marino costiere condotte da ARPAL, sono state eseguite indagini sulla *comunità fitoplanctonica*. Le indagini prevedono il riconoscimento specifico delle cellule algali ed il loro conteggio. I dati vengono quindi riportati raggruppati in due principali taxa, diatomee e dinoflagellati, che costituiscono i più importanti produttori primari planctonici, ed in un terzo raggruppamento "altro fitoplancton", che riunisce i taxa meno rappresentati.
Sono stati considerati i dati disponibili per la stazione POL1 che interessano un arco temporale che va dal settembre 2001 ad agosto 2004. I prelievi hanno una frequenza stagionale: il fitoplancton presenta i massimi di produttività in corrispondenza dei mesi primaverili e autunnali. All'interno del periodo considerato, la produttività massima è stata rilevata nel maggio 2002 e settembre 2003, con densità cellulari che raggiungono rispettivamente le 300.000 cellule algali/l e le 250.000 cellule algali/l. Il popolamento fitoplanctonico è nettamente dominato dalle diatomee, con percentuali variabili tra il 29,6% e il 96,2%.

Non sono disponibili informazioni sulla consistenza e presenza di specie ittiche (*necton*) nelle acque antistanti il sito di progetto; è presumibile che la presenza di organismi incrostanti sulla diga foranea offra opportunità di riparo ed alimentazione per le tipiche specie sedentarie del mediterraneo, quali ad es. la castagnola (Chromis chromis), il pesce donzella (Coris julis), piccoli labridi, i blennidi, oltre a specie opportuniste come i cefali (Mugil cefalus), solitamente abbondanti vicino alle aree portuali.
Più sporadica è da ritenersi la presenza sottocosta di specie pelagiche, sia per il prelievo alieutico che per il disturbo provocato dalla presenza di numerose imbarcazioni.
Lo stesso può ipotizzarsi per le specie di mammiferi marini presenti nel golfo di Genova, che vengono abbastanza comunemente avvistati a distanze maggiori dal limite del porto.

[33] Informazioni provenienti dal sito cartografico della Regione Liguria: www.cartografia.regione.liguria.it

Nonostante non siano disponibili informazioni specifiche sulle presenze biologiche nella zone del canale di calma, sulla base di una serie di considerazioni è possibile ritenere che esse siano assolutamente limitate, come si riscontra normalmente nelle zone portuali.
Ci si riferisce in particolare alla campagna di sondaggi eseguiti all'interno del canale di calma, nel corso della quale sono stati prelevati campioni di sedimento superficiale; l'analisi visiva non ha riscontrato la presenza di organismi bentonici o di resti sia animali che vegetali, indice di una presenza nel passato recente di biocenosi anche semplificate; al contrario i sedimenti dei primi cinquanta centimetri di spessore (cui sono generalmente associati gli organismi fossori) sono costituiti da frazioni fini che spesso appaiono di colore nerastro, indice di condizioni riducenti e di scarsità di ossigeno.
La presenza di concentrazioni significative di inquinanti di origine antropica, specialmente quelli ad azione biocida (ad es. composti organici di sintesi), contribuisce solitamente a limitare la struttura delle biocenosi alle specie tolleranti. Solitamente si tratta di biocenosi poco strutturate, composte prevalentemente da organismi detritivori e filtratori non selettivi, tolleranti ai bassi livelli di ossigeno, quali vermi policheti come ad esempio *Capitella capitata*.
L'assenza di una comunità bentonica ben strutturata ovviamente influisce negativamente su tutta la struttura trofica e quindi anche sulla presenza delle specie nectoniche, che, se presenti, dovrebbero essere anch'esse limitate alle specie opportuniste o tolleranti quali ad esempio i mugilidi ed i blennidi.

In termini di *avifauna*, si segnala la presenza di una consistente colonia di laridi nella zona di progetto. Si tratta di una colonia stanziale, che sfrutta la presenza delle aree abbandonate di Cornigliano per nidificare e della discarica comunale di monte Scarpino, situata sulle alture retrostanti Sestri Ponente, come principale sorgente di alimentazione.
La specie principale è il gabbiano reale (*Larus argentatus*) specie opportunista in rapida espansione in tutta Europa che è stanziale; è possibile vi siano anche altre specie di laridi come il gabbiano comune *(Larus ridibundus*) o il gabbiano corallino (*Larus malanocephalus*) che però non nidificano in zona. La consistenza della colonia è aumentata negli anni tanto da creare seri problemi alla navigazione aerea a causa delle diverse collisioni (birdstrike) con i velivoli in arrivo ed in partenza dall'Aeroporto Cristoforo Colombo. Per questo motivo lo scalo ha da tempo posto in atto diversi accorgimenti per ridurre il transito dei volatili sopra la pista e la loro presenza sul sedime aeroportuale. Tra i mezzi di dissuasione impiegati vi è il "bio sound" ossia altoparlanti che emettono suoni fastidiosi per gli uccelli, cannoncini a gas che emettono scoppi in maniera irregolare, automobili con clacson bitonale che percorrono la pista.

4.6.3 Il Rapporto Opera – Ambiente

Come per la componente Vegetazione e flora, dal momento che le problematiche relative alla componente in esame sono le medesime per il progetto Infrastrutturale ed il progetto di Cantierizzazione, pur avendo una maggiore rilevanza per l'opera intesa come cantierizzazione, l'analisi del rapporto opera-ambiente viene svolta globalmente, senza distinguere tra i due progetti.

L'analisi delle aree di intervento in ciascun ambito e la tipologia delle opere in progetto hanno permesso di evidenziare le principali problematiche in relazione alla componente in esame.

L'analisi effettuata ha evidenziato come il progetto in esame attraversi in alcuni casi aree a dominanza di ecosistemi naturali in cui sono presenti aree di interesse per la biodiversità, come zone con caratteristiche di ecotono, siti diversificati dal punto di vista morfologico e litologico o corsi d'acqua con varietà di microhabitat e buona qualità delle acque.
Tra gli ambiti di pregio naturalistico si possono citare la valle del Varenna e l'ambito di Vesima.

Il cantiere in corrispondenza del torrente Varenna determina interazione diretta con gli habitat faunistici presenti lungo il sistema fluviale. L'interferenza inerente l'interruzione della continuità ecologica è da ritenersi contenuta, in ragione del fatto che non sono previsti pile in alveo e nella fascia spondale boscata, del carattere di reversibilità alla cessazione delle attività di cantiere e della limitata estensione dell'area coinvolta.

In relazione alla sensibilità del sistema intercettato, pare opportuno ripristinare la fascia di vegetazione spondale eventualmente compromessa durante la fase di cantiere.

Nell'ambito di Vesima, considerando che l'interconnessione in progetto coinvolge essenzialmente il tracciato autostradale esistente e una porzione limitata del versante per la messa in opera degli imbocchi della gallerie Borgonuovo, non si configurano interferenze significative rispetto all'assetto ecosistemico preesistente.

Gli altri ambiti di intervento, in particolare Torbella, Genova Est e Voltri, si presentano parzialmente antropizzati a causa della presenza degli assi infrastrutturali e di tessuti edificati. Nella maggior parte dei casi, dal momento che le aree coinvolte dalla messa in opera degli imbocchi in galleria sono limitate rispetto all'estensione delle unità ecosistemiche, si ritiene che non vi sia una sostanziale alterazione dell'assetto ecosistemico preesistente.
In tali situazioni, al fine di evitare un'ulteriore semplificazione delle biocenosi ed un'amplificazione del disturbo, si ritiene necessario intervenire mediante opere di restauro e riqualificazione ambientale in grado di conservare il livello di qualità degli habitat e mantenere la locale biodiversità.

Le interazioni riscontrate nell'ambito di Voltri vanno valutate alla luce dell'ampiezza dei sistemi interferiti dalle aree di cantiere: l'assetto delle unità ecosistemiche interessate, seppur oggetto di frammentazione e sottrazione di habitat faunistici, non subisce alterazioni rilevanti in relazione alla struttura e funzionalità dei sistemi stessi. I fattori di impatto sono comunque limitati alla fase di cantiere, al termine della quale, sono previsti interventi per ricostituire la continuità eco sistemica.

Le aree interferite nell'ambito di Genova Est, oltre a contesti antropizzati, riguardano superfici ascrivibili a sistemi di arbusteti e boschi di conifere, la cui struttura e contiguità con ambienti degradati rendono gli impatti marginali.

La criticità riscontrata in relazione all'area di Torbella coinvolge un elemento della rete ecologica che subisce un'interruzione parziale. Tale impatto non si ritiene, comunque, motivo di compromissione della connettività dell'area.

In ultima analisi nella aree maggiormente antropizzate, quali Bolzaneto, per il tessuto industriale che si sviluppa lungo l'alveo del Torrente Polcevera, e Genova Ovest, , caratterizzato da un marcato sistema infrastrutturale e da frange del tessuto edilizio del capoluogo ligure, l'esame del progetto non ha evidenziato problematiche rispetto alla componente ecosistemica e alle presenze faunistiche, essendo coinvolte aree essenzialmente artificiali, con vegetazione assente o contesti marginali di scarso valore ecosistemico.

Riguardo all'opera a mare, si assume che, trattandosi di area portuale, la biocenosi presente sia presumibilmente dominata da poche specie di organismi tolleranti alle variazioni ambientali. Infatti, in base alle indagini sulle caratteristiche del sedimento non sono stati ritrovati resti di organismi vegetali tali da far presumere l'esistenza nel canale di praterie di fanerogame o macroalghe.
Si ritiene quindi che le variazioni sui parametri ambientali causate dalla presenza dell'opera a mare saranno minime. In base a tali considerazioni gli impatti sono stati considerati trascurabili.

Per quanto riguarda l'avifauna, gli impatti potenziali riguardano solo la fase di cantiere; il principale fattore di disturbo è legato alle emissioni sonore di alcune lavorazioni, visto che le emissioni aeree sono trascurabili rispetto a quelle generate dalle sorgenti preesistenti ed il passaggio dei mezzi navali è ininfluente sugli uccelli. Si sottolinea inoltre che le lavorazioni sono situate in zona periferica rispetto ai siti di nidificazione (le aree industriali abbandonate) e l'ampiezza delle zone a disposizione dei volatili fa sì che questi possano agevolmente trovare siti alternativi se disturbati. Sulla base di queste considerazioni e delle misure messe in atto dall'ente gestore dell'aeroporto per allontanare i volatili ed evitare collisioni con i velivoli, si ritiene che la presenza di mezzi di cantiere e le lavorazioni previste non siano in grado di influenzare negativamente le colonie stanziali di gabbiano reale presenti in zona aeroportuale. In base a tali considerazioni gli impatti sono stati considerati trascurabili.

4.7 RUMORE

4.7.1 Temi e metodologia di lavoro

4.7.1.1 *Progetto Infrastrutturale*

Il quadro delle azioni di progetto, dei fattori causali e dei relativi impatti potenziali presi in esame può essere sintetizzato come riportato in Tabella 4-39.

Tabella 4-39 Infrastrutture: azioni di progetto, fattori causali ed impatti potenziali

Azioni di progetto	*Fattori causali*	*Impatti potenziali*
Incremento delle sorgenti emissive di origine autostradale	Produzione di emissioni sonore da traffico veicolare	Modificazione del clima acustico
Spostamento delle sorgenti emissive di origine autostradale – Delocalizzazione e limitazione del traffico pesante su A10 tratta Genova Aeroporto e Voltri		

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le seguenti attività:

- caratterizzazione del clima acustico attuale (compresa l'analisi di dati di monitoraggio);
- analisi di strumenti di pianificazione;
- censimento dei ricettori;
- stima delle potenziali interferenze acustiche dovute alla realizzazione delle opere di progetto, tramite l'utilizzo di un modello di simulazione acustica (CadnaA - Computer Aided Noise Abatement), opportunamente tarato attraverso una specifica campagna di misurazioni fonometriche. Viene analizzata sia la situazione post operam, relativa alla presenza delle opere di progetto e all'autostrada esistente con l'eventuale presenza, su quest'ultima, di interventi antirumore esistenti o di progetto (Piano di Risanamento Acustico), sia la situazione post mitigazione, relativa cioè all'aggiunta di eventuali interventi antirumore lungo gli assi stradali di progetto, nel caso i valori della situazione post operam abbiano evidenziato un esubero rispetto alle soglie normative. Il modello tiene conto dell'orografia e delle caratteristiche medie di assorbimento del terreno, dell'esatto posizionamento plano altimetrico del corpo stradale di progetto, degli edifici presenti (altezza, numero piani e destinazione d'uso) e dei possibili elementi interposti fisicamente tra la sorgente di rumore e gli edifici ricettori;
- stima del "beneficio acustico" indotto sul territorio prossimo alla rete autostradale esistente, con particolare riguardo allo spostamento del traffico sulla Gronda ed interdizione del traffico pesante di attraversamento sulla A10 esistente ed all'introduzione di nuove gallerie per la carreggiata nord A7.

4.7.1.2 *Progetto di Cantierizzazione*

Il quadro delle azioni di progetto, dei fattori causali e dei relativi impatti potenziali presi in esame può essere sintetizzato come riportato in Tabella 4-40.

Tabella 4-40 Cantierizzazione: azioni di progetto, fattori causali ed impatti potenziali

Azioni di progetto	Fattori causali	Impatti potenziali
Presenza dei cantieri industriali	Emissioni acustiche per la movimentazione di macchinari da cantiere	Modificazione del clima acustico
	Emissioni acustiche per le attività di betonaggio	
	Emissioni acustiche per le attività di frantumazione	
	Emissioni acustiche per le attività di stoccaggio	
Realizzazione di tratti di rilevato / trincea	Emissioni acustiche per movimentazione terre	
Realizzazione di galleria	Emissioni acustiche per la movimentazione terre attività di scavo e di ventilazione galleria	
Realizzazione di viadotto	Emissioni acustiche per le attività di scavo, getto cls e presenza di macchinari	
Trasporto smarino	Emissioni acustiche per il trasporto meccanizzato lungo lo slurrydotto	
Realizzazione opera a mare	Emissioni acustiche per il trasporto meccanizzato lungo lo slurrydotto	
Trasporto dei materiali da costruzione	Emissioni acustiche da traffico di cantierizzazione	

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le seguenti attività:

- caratterizzazione delle sorgenti acustiche presenti nelle aree di cantiere. All'interno di ogni cantiere sono state individuate le tipologie di lavorazione previste, i macchinari usati, la loro percentuale di utilizzo nell'arco della lavorazione e l'eventuale contemporaneità d'uso;
- caratterizzazione delle sorgenti acustiche delle opere connesse di cantierizzazione (slurrydotto e realizzazione dell'opera a mare). La progettazione dello slurrydotto è stata particolarmente mirata a definire le caratteristiche di isolamento necessarie per garantire emissioni acustiche accettabili. La stima delle emissioni acustiche è stata effettuata mediante un approccio modellistico basato su un'analisi modale con codice di calcolo FEM, basato su ipotesi di lavoro semplificate, ma tendenti, per maggiore cautela verso la popolazione residente, ad un'approssimazione per eccesso del fenomeno;
- stima delle potenziali interferenze acustiche dovute alle lavorazioni previste nei cantieri, tramite l'utilizzo di un software di simulazione (codice Mithra), e confronto dei valori di simulazione ai ricettori con i limiti indicati dalla normativa di settore e dalla pianificazione specifica elaborata dalle amministrazioni locali;
- analisi delle ricadute ambientali lungo la viabilità di collegamento tra i siti di cava e/o deposito e le aree di lavorazione;
- valutazione dell'inquinamento da rumore nella zona del canale di calma, tramite l'utilizzo di un modello sviluppato specificamente per la previsione della propagazione nell'ambiente del rumore derivato da traffico veicolare, ferroviario, aeroportuale, da insediamenti industriali, e per il calcolo delle barriere acustiche e delle concentrazioni degli elementi inquinanti (Sound Plan).

4.7.2 Quadro conoscitivo

Lo stato attuale della componente Rumore è stato qualificato principalmente tramite l'analisi dei seguenti dati:

- caratterizzazione del clima acustico;
- analisi di strumenti di pianificazione;
- censimento dei ricettori.

4.7.2.1 *Il clima acustico*

Tra il 2004 ed il 2010 sono state effettuate delle indagini fonometriche nell'area in esame, comprendendo rilievi effettuati con finalità sia di esercizio dell'infrastruttura, sia di verifica delle interferenze durante la fase di cantierizzazione.

Le indagini presentate nel seguito sono quelle relative alla campagna effettuata nel 2010: livelli equivalenti diurni e notturni, sia per i punti giornalieri che per i punti settimanali (cfr. Tabella 4-41 e Tabella 4-42) e valutazione dell'efficacia degli infissi esistenti (cfr. Tabella 4-43).

Tabella 4-41 Indagini giornaliere del 2010

Postazione	Tipologia	Indirizzo	Sorgente di rumore principale	Valori in dB(A) LA_{eqTRC}	
				(diurno)	(notturno)
RU107	Complesso scolastico, 2 piani fuori terra	Via Granara, 10	Transiti veicolari, caratterizzati dal passaggio di mezzi di cantiere per il trasporto del materiale estratto dalle cave presenti nella zona	63,4	53,1
RU111	Edificio residenziale, 3 piani fuori terra	Via delle Fabbriche, 45	Transiti veicolari, ai quali si associa il rumore di fondo dell'autostrada che corre in viadotto in posizione sopraelevata rispetto al punto di misura e componenti provenienti dalle attività industriali lavorative presenti nell'area	68,8	63,5
RU120	Edificio residenziale, 4 piani fuori terra	Via N. S. della Guardia, 19	Transiti veicolari continui lungo la viabilità locale, ai quali si associano componenti provenienti dalle attività industriali presenti nella zona	68,2	61,1
RU121	Edificio residenziale, 3 piani fuori terra	Via Torbella, 22	Transiti veicolari continui lungo il tracciato autostradale, ai quali si associano possibili componenti di origine naturale (avifauna, cani)	58,2	54,1

Tabella 4-42 Indagini settimanali su RU 110 e RU 125 del 2010

	RU 110 - Via Molinetto di Voltri, 70 Edifico residenziale, 2 e 3 piani fuori terra		**RU 125 - Via Sardorella, 51** Edificio residenziale, 5 piani fuori terra	
Giorno di misura	**Leq dB(A) (diurno)**	**Leq dB (A) (diurno)**	**Leq dB(A) (diurno)**	**Leq dB(A) (notturno)**
1	59,6	57,6	69,1	59,9
2	58,9	56,9	68,4	61,4
3	58,3	56,4	68,0	62,0
4	57,9	57,9	65,0	62,4
5	58,8	57,5	67,9	64,6
6	58,5	57,5	68,3	62,0
7	58,1	56,4	69,2	60,4
SETT	58,6	57,1	68,1	62,1

La sorgente di rumore principale nel punto RU110 è costituita dai transiti veicolari lungo la viabilità locale posta sull'altra sponda del fiume, ai quali si associa il rumore di fondo del tracciato autostradale che corre in viadotto e possibili componenti di origine naturale (fiume,avifauna,cani), mentre nel punto RU125 è rappresentata dal flusso veicolare, a cui si associa il rumore di fondo dell'autostrada A7 che corre in viadotto nei pressi del ricettore e possibili componenti provenienti dalle attività industriali presenti nella zona.

Tabella 4-43 Indagine giornaliere sull'efficacia degli infissi esistenti

Postazione	Tipologia	Indirizzo	Infissi esistenti	$L_{D,FC}$ (diurno)
RU107 DC	Complesso scolastico, 2 piani fuori terra	Via Granara, 10	"vetro semplice" in buono stato di conservazione	29,9
RU111 DC	Edificio residenziale, 3 piani fuori terra	Via delle Fabbriche, 45	"vetro semplice" in buono stato di conservazione	39,5
RU120 DC	Edificio residenziale, 4 piani fuori terra	Via N. S. della Guardia, 19	"vetro semplice" in buono stato di conservazione	43,5

L'attuale clima acustico della zona di realizzazione dell'opera a mare è sostanzialmente determinato da due possibili sorgenti:

- le attività aeroportuali, specialmente nella fase di decollo e di atterraggio degli aeromobili;
- il traffico portuale che si sviluppa attualmente nel canale di calma.

Le altre sorgenti sonore significative, ossia il traffico veicolare lungo la SP1 e le attività industriali di ILVA, sono infatti localizzate ad una distanza tale da essere trascurabili rispetto alle precedenti.
In realtà l'inquinamento acustico dovuto al traffico portuale si può considerare ininfluente in quanto trattasi di traffico assolutamente sporadico, limitato a poche imbarcazioni al giorno, di limitata dimensione, mentre la sorgente principale di rumore è rappresentata dal traffico aeroportuale (quasi 50 voli/partenze al giorno).
Con l'ausilio di un modello matematico, si è valutata la distribuzione attuale delle curve di isolivello acustico ipotizzando come sorgente la pista dell'aeroporto e attribuendo, a titolo conservativo, un valore di immissione costante nelle ore diurne (dalle 6 alle 22): attualmente la pressione acustica nell'area del canale di calma indotta dal traffico aereo è compresa tra i 45 e i 55 dB(A).

4.7.2.2 *Analisi di strumenti di pianificazione*

Da un punto di vista normativo, l'inquinamento acustico è soggetto ai piani territoriali sviluppati dal Comune, in termini di zonizzazione acustica, e, per l'area dell'opera a mare, alle limitazioni relative all'utilizzo aeroportuale, da determinarsi sulla base del DMA. 31.10.1997 "Metodologia di misura del rumore aeroportuale".

4.7.2.2.1 *La zonizzazione acustica del comune di Genova*

La zonizzazione acustica del Comune di Genova, approntata con riferimento alla Legge 447/95 ed approvata dalla Giunta della Provincia di Genova con delibera n. 234/2002, ha identificato 6 classi di destinazioni d'uso del territorio (cfr. Tabella 4-44), i cui limiti acustici sono riportati in Tabella 4-45.

Tabella 4-44 Classificazione acustica del territorio – Classi di destinazioni d'uso

CLASSE I Aree particolarmente protette
Aree per le quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo e allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
CLASSE II Aree ad uso prevalentemente residenziale
Aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.
CLASSE III Aree di tipo misto
Aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici, con presenza di attività commerciali, uffici, limitata presenza di attività artigianali ed assenza di attività industriali.
CLASSE IV Aree di intensa attività umana
Aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali ed uffici, con presenza di attività artigianali, le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie, le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie, i quartieri fieristici ed i centri commerciali.
CLASSE V Aree prevalentemente industriali
Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
CLASSE VI Aree esclusivamente industriali
Le aree esclusivamente interessate da attività industriale e prive di insediamenti abitativi, le aree destinate ad attività estrattiva o di cava e le aree portuali ove abbiano luogo attività con caratteristiche di tipo industriale.

Tabella 4-45 Classificazione acustica del territorio – Limiti per classi

Classe	Limiti Immissione (dB)		Limiti Emissione (dB)		Limiti Qualità (dB)	
	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
I	50	40	45	35	47	37
II	55	45	50	40	52	42
III	60	50	55	45	57	47
IV	65	55	60	50	62	52
V	70	60	65	55	67	57
VI	70	70	65	65	70	70

Le varie aree in cui vengono effettuati gli interventi attraversano zone di diversa classificazione in ragione della densità insediativa e delle attività antropiche presenti.

L'area dell'aeroporto C. Colombo e zone limitrofe (cfr. Figura 4-17) è stata inclusa nella classe VI "Aree esclusivamente industriali", che ha, come limiti acustici di riferimento, i 70 dB, sia in termini di immissione che di qualità, ed i 65 dB, in termini di emissione. Nelle immediate vicinanze non sono presenti aree più sensibili, tenendo conto che, tra l'area di cantiere dell'opera a mare e gli abitati di Genova a est e Sestri Ponente a ovest, si interpone, comunque, sempre la zona aeroportuale.

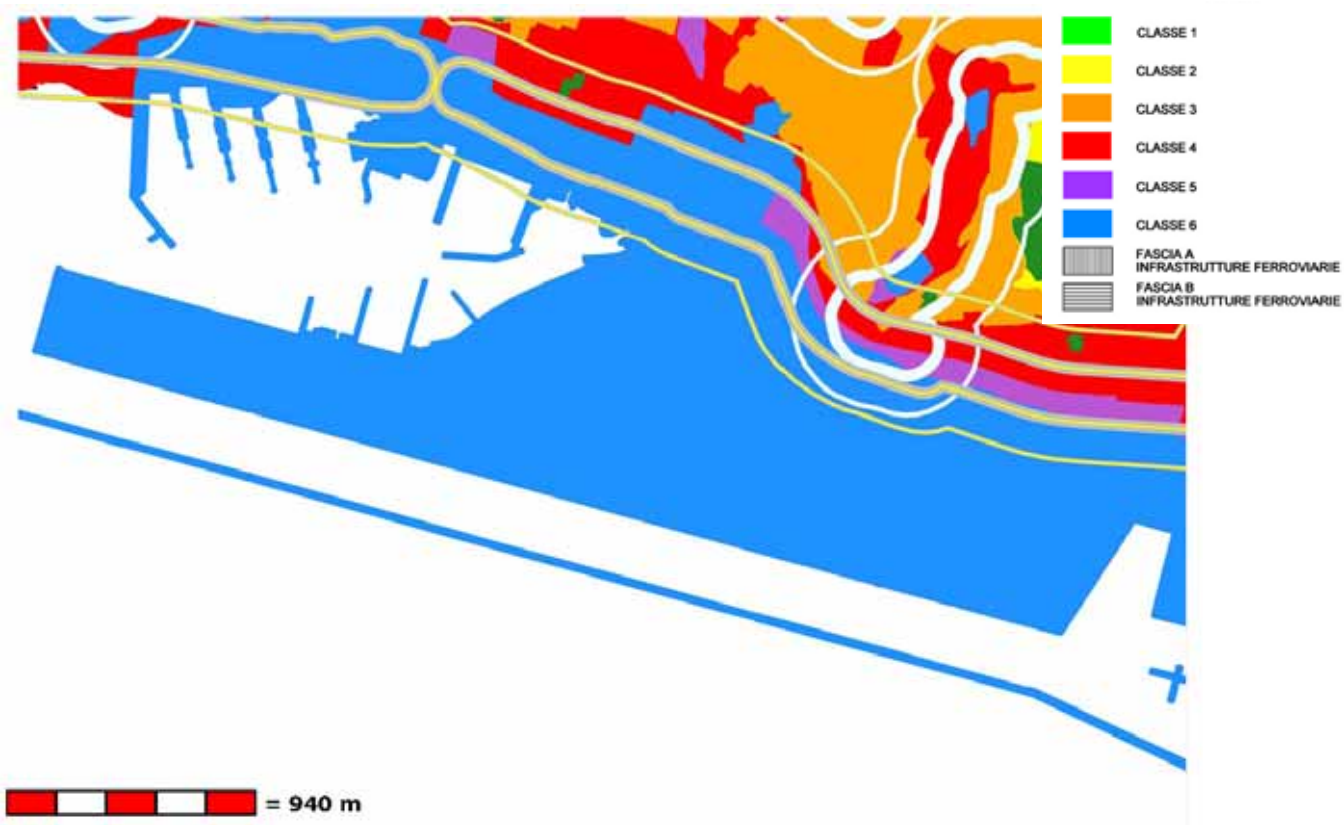


Figura 4-17 Comune di Genova - Zonizzazione acustica dell'area di interesse - Legge Quadro 447-95 – Legge Regionale 12-98

Si precisa che per le attività temporanee di cantieri che comportano il superamento dei valori di cui all'art. 2 della legge n° 447/1995, la normativa regionale (cfr. il quadro normativo di cui all'allegato MAM-I-AMBX-RUM-001, con particolare riferimento alla *Deliberazione della Giunta Regionale n. 2510 del 18.12.1998*) stabilisce che il valore limite massimo di immissione misurato in facciata dell'edificio più esposto non dovrebbe superare, a prescindere da quanto indicato dalle classi della zonizzazione:

- 70 dB(A) limitatamente agli intervalli lavorativi concessi, nella fascia oraria dalle ore 8.00 alle ore 19.00;

- 80 dB(A) limitatamente a fasce orarie esplicitamente stabilite e ricomprese tra le ore 09.00 e le ore 12.00 e tra le ore 15.00 e le ore 19.00; potrebbero essere autorizzate fasce orarie pomeridiane diverse, purché di durata complessiva non superiore alle quattro ore, qualora la situazione locale e/o il periodo stagionale lo consentano.

Limiti superiori potranno essere concessi per particolari tipologie di attività e di macchinari, qualora gli interventi di contenimento o riduzione del rumore adottabili non consentano la riduzione dell'esposizione dei soggetti esterni al cantiere. Tali limiti dovranno essere permessi per periodi il più possibile limitati, da individuarsi nelle fasce orarie dalle ore 09.00 alle ore 12.00 e dalle ore 15.00 alle ore 19.00.

4.7.2.2.2 *Il Piano di Sviluppo Aeroportuale*

L'Aeroporto di Genova ha fatto redigere nel 1998, con aggiornamento nel 2000, ad Aeroporti di Roma, il "Piano di Sviluppo infrastrutturale" dell'aeroporto Cristoforo Colombo di Genova, che contiene la previsione di sviluppo fino al periodo 2015-2017. Sulla base dei traffici aeroportuali previsti, è stata elaborata, sempre nell'ambito del Piano, una carta di isolivelli acustici con orizzonte 2015, con livelli acustici espressi in LVA (Livello di Rumore Aeroportuale). L'indice LVA è un parametro acustico annuale, utilizzato per la valutazione dei livelli di immissione sonora associati alla sola movimentazione aerea

In base al D.M.A. 31.10.1997, l'intorno aeroportuale viene suddiviso nelle seguenti zone territoriali:

- zona A, nella quale non sono previste limitazioni agli usi ed in cui il livello di valutazione del rumore aeroportuale (indice LVA) non può superare i 65 dB(A);
- zona B, nella quale sono consentiti solo alcuni usi (attività agricole, industriali, commerciali, etc.) ed in cui l'indice LVA non può superare il valore di 75 dB(A);
- zona C, nella quale sono consentite esclusivamente le attività connesse con l'infrastruttura aeroportuale, ed in cui non sono previste limitazioni all'indice LVA.

Come si può notare l'indice LVA, leggermente più conservativo degli usuali limiti adottati per la zonizzazione, per le aree di interesse del progetto, deve essere contenuto tra i 65 e i 75 dB (A).

4.7.2.3 ***Censimento ricettori***

Il censimento dei ricettori interessati dalle infrastrutture di progetto ha avuto il duplice scopo di individuare e caratterizzare tutti quegli edifici che sono da considerare critici dal punto di vista dell'impatto acustico conseguente alla realizzazione dell'opera e di creare il database utile all'esattezza delle informazioni di input del modello di simulazione, per il quale è necessario conoscere il dettaglio del numero dei piani degli edifici di cui si vuole simulare il fenomeno acustico.

Tutti i ricettori censiti sono compresi in una fascia di territorio larga 250 +50 metri per ciascun lato dell'infrastruttura considerata, distanza oltre la quale il contributo del traffico autostradale all'inquinamento acustico si può considerare trascurabile, fatta eccezione per i ricettori particolarmente sensibili, quali scuole, ospedali, case di cura, per i quali si prevede una doppia fascia di indagine.

Sono stati censiti 774 ricettori suddivisi nelle diverse tipologie d'uso (cfr. Figura 4-18).

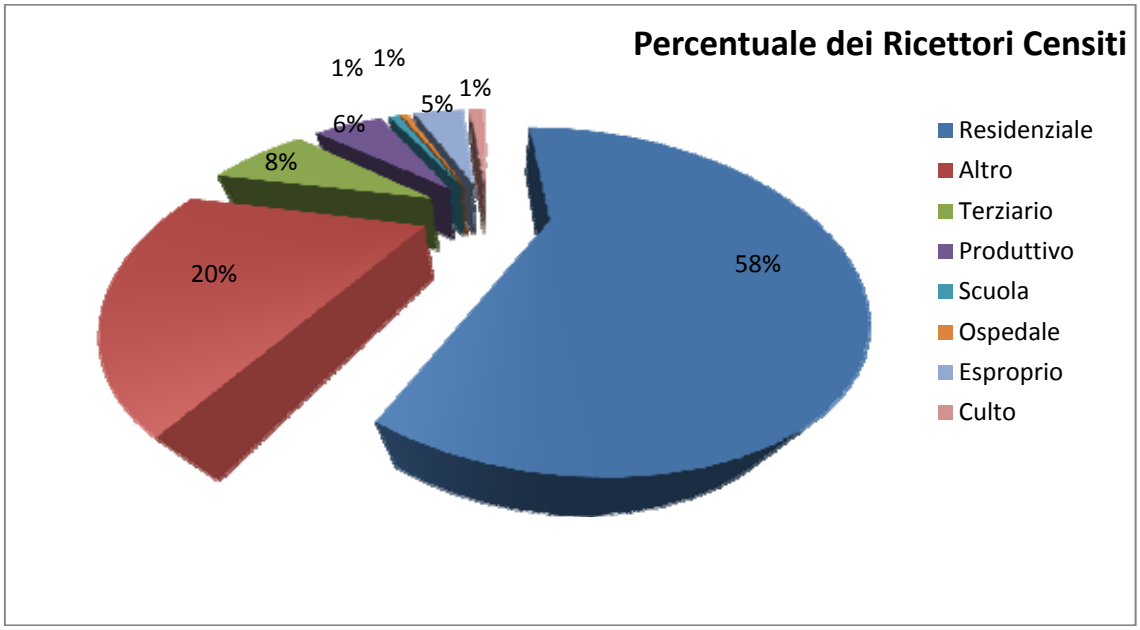


Figura 4-18 Tipologie d'uso dei ricettori censiti

Nelle immediate vicinanze della zona di realizzazione dell'opera a mare non sono presenti aree sensibili, tenendo conto che, tra l'area di cantiere dell'opera a mare e gli abitati di Genova a est e Sestri Ponente a ovest, si interpone, comunque, sempre la zona aeroportuale.

4.7.3 Il Rapporto Opera – Ambiente

4.7.3.1 *Il progetto infrastrutturale*

Per ciò che riguarda i livelli di *rumore esterno*, i valori sono calcolati sia per il periodo diurno, sia per quello notturno, ad eccezione dei casi in cui la presenza umana è limitata al solo periodo diurno (scuole, uffici, ecc.). Per ciò che riguarda i livelli di *rumore interno,* la verifica è effettuata nel periodo notturno, rispetto al quale si riferiscono i limiti normativi per ambienti abitativi, mentre, si riferisce al periodo diurno nel solo caso delle scuole.

Le simulazioni acustiche sono avvenute in riferimento agli assi stradali di progetto ed esistenti, con i relativi traffici di progetto all'orizzonte temporale del 2020; le simulazioni sono state calcolate considerando asfalto di caratteristiche tradizionali (non fonoassorbente).
Nella situazione post operam, del totale dei 774 edifici individuati nel censimento (di cui 617 effettivamente oggetto di simulazione acustica), risultano oltre il limite normativo 52 ricettori nel periodo diurno e 125 nel periodo notturno, corrispondenti cioè rispettivamente al 8% e al 20 % del totale. Percentuale che, praticamente, si dimezza se si considera il dettaglio dei piani anziché il numero degli edifici coinvolti.

Con gli interventi di mitigazione previsti (barriere antirumore) si raggiunge l'obiettivo di mitigazione in ambito esterno per quasi la totalità dei ricettori che hanno presentato esuberi rispetto allo scenario post operam, eccetto alcuni piani degli edifici più vicini alla sorgente stradale, o alcuni edifici posizionati in maniera molto sfavorevole rispetto all'infrastruttura, generalmente in posizione rialzata. In questi casi si è fatto ricorso ad interventi di mitigazione puntuale sui ricettori, mediante infissi antirumore. Nella situazione post mitigazione, i ricettori che risultano all'interno del limite normativo in ambito esterno sono in totale 564, ovvero oltre il 90% dei ricettori analizzati.
Dei ricettori che risultano oltre il limite normativo in ambito esterno è stata effettuata la verifica del rumore in ambito interno, considerando in prima approssimazione e in via cautelativa che i serramenti esistenti abbiano un'efficacia di 20 decibel, valore che, sulla base di esperienze di misure in campo per numerose situazioni analoghe, è risultato il minimo riscontrato. Da tale verifica è risultato che, dei 53 ricettori risultati oltre il limite in ambito esterno, 15 necessitano di interventi diretti per un totale di 35 piani di simulazione.

Per quanto concerne il clima acustico generale indotto sul territorio nella situazione post mitigazione, dai risultati della simulazione si evince un miglioramento medio su tutti i ricettori presenti, rispetto alla situazione post operam, variabile da 1 a 4 decibel, a fronte di una previsione di circa 19000 metri quadri di schermature acustiche.

Per quanto riguarda la rete attuale, il progetto della Gronda autostradale di Genova, che attraversa territori appartenenti generalmente alla fascia interna meno abitata, concorre al risanamento del territorio che risiede in prossimità della rete autostradale esistente, che invece è caratterizzato da un'elevata concentrazione di popolazione e di servizi sensibili, quali ospedali e scuole.
L'analisi acustica effettuata ha infatti mostrato che per i ricettori prossimi alla rete autostradale esistente si può ottenere un complessivo miglioramento sotto il profilo acustico nel passaggio dallo scenario attuale allo scenario di progetto, coinvolgendo una percentuale di popolazione di oltre l'85% del dato raccolto.

4.7.3.2 *Il progetto di cantierizzazione*

Le simulazioni effettuate tengono conto di tutte le variabili in gioco, sia rispetto alla morfologia del territorio, sia rispetto al tipo di lavorazione in termini di macchinari utilizzati, percentuale del loro utilizzo e contemporaneità degli stessi. Sulla base di dette simulazioni è stato possibile individuare sia gli edifici che subiscono livelli di rumore (LAeq) superiori a 70 dB(A), così come indica la normativa specifica regionale, sia gli edifici sensibili per i quali si manifestano valori oltre 50 dB(A).

Dall'analisi dei dati risulta quindi che alcuni cantieri producono impatti sul sistema insediativo. Si sottolinea che per alcuni ricettori sono previsti interventi di mitigazione diretta del rumore per la fase di esercizio. Occorre quindi intervenire su tali ricettori già nella fase di costruzione dell'opera in modo da sfruttare tale mitigazione anche per il rumore di cantiere.
In particolare, gli interventi di mitigazione potranno consistere nell'interposizione tra sorgente e ricettore di opportune schermature in grado di ottimizzare il clima acustico circostante. In termini realizzativi tali obiettivi si possono attuare ad esempio al perimetro delle aree di cantiere, tramite schermature provvisorie con materiali di stoccaggio, terreno rimosso, attrezzature inutilizzate.
Altrimenti si potranno realizzare, sempre lungo il perimetro di cantiere, delle barriere acustiche fonoassorbenti di altezza pari ad almeno 3 metri.

Per tutti i ricettori per i quali risulterà tecnicamente non fattibile l'abbattimento del rumore, risulterà necessario attivare lo strumento di deroga da richiedere all'Amministrazione comunale.

Per quanto riguarda lo studio dell'interferenza prodotta dal traffico sulla viabilità ordinaria, si è osservato che i flussi sono del tutto trascurabili se raffrontati al traffico attualmente presente, dato che incidono sull'emissione acustica dei singoli tratti stradali per meno di 0,1 decibel.

Per l'opera a mare è stato sviluppato uno studio apposito, tramite l'utilizzo di un modello matematico, per l'analisi del rumore dovuto alla realizzazione dell'opera: partendo dall'analisi della situazione attuale, si sono verificate le variazioni indotte dalle immissioni aggiuntive in fase di cantiere e dalla nuova morfologia del territorio in fase di realizzazione finita.
In fase di cantiere è stato considerato il caso peggiore in termini di immissione sonora, dovuta alla presenza di macchine operatrici, ed è stato verificato che l'impatto è da considerare trascurabile. Analogamente è stata verificata la fase di realizzazione finita: anche in questo caso, le variazioni indotte dalla presenza della nuova opera a mare sono da ritenere ininfluenti.

4.8 VIBRAZIONI

4.8.1 Temi e metodologia di lavoro

4.8.1.1 *Progetto Infrastrutturale*

Il quadro delle azioni di progetto, dei fattori causali e dei relativi impatti potenziali presi in esame può essere sintetizzato come riportato in Tabella 4-46.

Tabella 4-46 Infrastrutture: azioni di progetto, fattori causali ed impatti potenziali

Azioni di progetto	*Fattori causali*	*Impatti potenziali*
Incremento delle sorgenti emissive di origine autostradale	Produzione di emissioni vibrazionali da traffico veicolare	Disturbo alla popolazione
Spostamento delle sorgenti emissive di origine autostradale – Delocalizzazione e limitazione del traffico pesante su A10 tratta Genova Aeroporto e Voltri		Danneggiamento alle sovrastrutture degli edifici

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le seguenti attività:

- analisi delle caratteristiche intrinseche del territorio, caratterizzazione stato attuale (compresa l'analisi di dati di monitoraggio) ed individuazione delle aree potenzialmente impattate (con eventuale indicazione dei ricettori critici all'interno di quelli censiti per lo studio acustico);
- verifica delle situazioni tipologicamente interferenti;
- analisi delle vibrazioni indotte dal traffico veicolare (anche con l'ausilio di dati bibliografici) e valutazione dei possibili effetti in termini di "annoyance" sulla popolazione e in termini di danno strutturale.

4.8.1.2 *Progetto di cantierizzazione*

Il quadro delle azioni di progetto, dei fattori causali e dei relativi impatti potenziali presi in esame può essere sintetizzato come riportato in Tabella 4-47.

Tabella 4-47 Cantierizzazione: azioni di progetto, fattori causali ed impatti potenziali

Azioni di progetto	Fattori causali	Impatti potenziali
Presenza dei cantieri industriali	Emissioni vibrazionali per la movimentazione di macchinari da cantiere	Disturbo alla popolazione e/o danneggiamento alle sovrastrutture degli edifici
Realizzazione di tratti di rilevato / trincea	Emissioni vibrazionali per movimentazione terre	
Realizzazione di galleria	Emissioni vibrazionali per attività di scavo tratti in artificiale e tratti in naturale	
Realizzazione di viadotto	Emissioni vibrazionali per le attività di realizzazione fondazioni	
Trasporto materiali da costruzione	Emissioni vibrazionali da traffico di cantierizzazione	

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le stesse attività descritte per il progetto Infrastrutturale. In aggiunta, sono stati anche analizzati, con l'ausilio di dati bibliografici, le vibrazioni indotte dalle lavorazioni più critiche, al fine di individuare le aree di influenza delle operazioni.

4.8.2 Quadro conoscitivo

Lo stato attuale della componente Vibrazioni è stato qualificato principalmente tramite l'analisi dei seguenti dati:

- dati bibliografici;
- dati di monitoraggio.

4.8.2.1 *Dati bibliografici*

4.8.2.1.1 *Vibrazioni indotte da traffico stradale*

Per quanto attiene alle vibrazioni indotte da traffico stradale si è fatto riferimento ad alcune ricerche del laboratorio inglese Transport and Road Research Laboratory (TRRL) e dell'istituto geotecnico norvegese.

Il TRRL ha eseguito delle misure a ridosso di alcuni tratti di una strada che differivano uno dall'altro dal tipo di realizzazione della sovrastruttura stradale. Tutte le sezioni di misura sono comunque situate su un terreno di tipo argilloso. Le misure sono stata eseguite a 3.5 m dal margine della strada, mediante trasduttori di vibrazione di tipo accelerometrico, in corrispondenza del transito di un medesimo autocarro di prova. La misure sono state condotte 6 mesi dopo l'apertura al traffico della strada e quindi in buone condizioni del piano di rotolamento. Al fine di confrontare le vibrazioni indotte dal transito dell'autocarro su un manto stradale in buono stato con quelle indotte in presenza di irregolarità, le medesime misure sono state eseguite dopo aver installato sulla strada degli ostacoli in legno di altezza pari a 21 mm.
Dai test condotti è emerso che in assenza di irregolarità le vibrazioni generate dal transito dell'autocarro non risultavano percepibili dai tecnici che eseguivano il rilievo. Al contrario in presenza delle irregolarità le vibrazioni risultavano percepibili sia a 3.5 m dal bordo della strada sia in corrispondenza dell'irregolarità stessa. In presenza delle irregolarità si sono quindi rilevate vibrazioni di un ordine di grandezza superiore rispetto al piano di rilevamento in buone condizioni. Le vibrazioni misurate, anche se percepibili, non hanno però entità tale da arrecare danno strutturale; infatti, risultano (in presenza di forti irregolarità artificiali di altezza 21 mm e ad una distanza minima dal bordo strada di 3.65 m) inferiori ai 3 mm/s indicati dalla normativa DIN 4150-3 per i danni lievi in strutture sensibili.
Il TRRL ha inoltre eseguito delle misure all'interno di un edificio situato ad una distanza di 30 m dal margine di una strada in cui si evincevano segni di deterioramento che comunque non eccedevano i 15-20 mm. Le misure sono state eseguite al piano terra e al piano superiore. Dai risultati dei rilievi si evince che la vibrazione indotta dal transito di autoveicoli risulta percepibile solo in corrispondenza di passaggi di alcuni autocarri probabilmente più pesanti. La vibrazione inoltre risultava percepibile solamente al piano superiore probabilmente a causa dell'amplificazione dovuta al solaio.
In ogni caso le vibrazioni indotte da transito autoveicolare sono risultate di bassa entità (velocità di picco ppv <0.2 mm/s) e comparabili se non addirittura inferiori a quelle indotte dalle normali attività domestiche eseguite all'interno dell'edificio (sbattiti di porta, camminamento sul solaio, etc).

L'istituto geotecnico norvegese ha misurato le vibrazioni indotte a varie distanze dal transito di un autocarro su una strada in buone condizioni ed in presenza di irregolarità artificiali di 100 e 50 mm. I test sono stati condotti su varie tipologie di corpo stradale differenziati per la presenza o meno del conglomerato bituminoso in superficie e per la tipologia del sottofondo.
Per quanto attiene ai valori misurati in assenza di irregolarità stradali si denotano, a parità di distanza, valori di ppv superiori a quelli misurati dal TRRL. Questo aspetto può essere attribuito sia alla differenza delle infrastrutture stradali presenti nelle due serie di misure sia al tipo di autocarro adottato. In ogni caso in assenza di irregolarità, ad una distanza di 5 metri dal ciglio stradale, si sono rilevate vibrazioni verticali con ppv variabile in un range tra 0.4 e 4 mm/s. Anche queste misure evidenziano che la presenza delle irregolarità porta a valori di vibrazione molto superiori.

4.8.2.1.2 *Vibrazioni indotte dalle lavorazioni*

La vibrazione viene ritenuta significativa allorquando sia tale da risultare causa di disturbo per una persona interessata o da indurre lesioni strutturali ad un edificio. Le diverse attività connesse alla fase di cantiere (scavo delle gallerie, realizzazione dei viadotti, transito dei mezzi di cantiere) inducono vibrazioni diverse.

Una recente analisi dei dati disponibili sulle vibrazioni prodotte da differenti metodiche di *scavo* in differenti condizioni geologiche mostra che la maggiori problematiche sono da attribuire all'utilizzo di esplosivi e del martello demolitore. L'utilizzo delle frese puntuali garantisce un minor impatto ambientale con l'insorgenza di problematiche solamente in presenza di edifici decisamente prossimi al fronte di scavo (distanza < 10 m). Per le operazioni di abbattimento meccanico in roccia con

martello demolitore, non conoscendo il tipo di demolitore che sarà utilizzato, può essere assunta una distanza di influenza di 40 m, per quanto attiene al disturbo alle persone, e di 20 m per il danno strutturale.

Nella realizzazione di un *viadotto* l'operazione più critica, in termini di sismicità indotta, è certamente quella relativa alla realizzazione delle strutture di fondazione delle pile e delle spalle. Nell'ambito delle infrastrutture in oggetto i sistemi di fondazione utilizzati consistono in plinti in calcestruzzo armati posati, generalmente, su pali di grande diametro (d > 800mm). Per la realizzazione di questo genere di fondazioni è ipotizzabile l'esecuzione di pali trivellati. I risultati di alcune misure eseguite sul terreno ad una distanza di circa 8 m dalla zona di esecuzione di alcuni pali trivellati[34] hanno evidenziato che durante queste attività si determinano vibrazioni quasi sempre di tipo impulsivo caratterizzate da una grande variabilità in termini di ppv. Infatti si sono riscontrate vibrazioni con ppv variabile tra 0.1 e 5 mm/s.
Ogni edificio ricettore che si ubichi ad una distanza inferiore ai 14 m dalle zone di esecuzione dei pali trivellati può essere considerato potenzialmente critico in termini di disturbo alle persone (distanza di influenza per il disturbo alle persone - valore limite di 3 mm/s). Qualora la distanza scenda al di sotto dei 8 m inoltre è possibile attendersi una criticità anche in termini di danno strutturale (distanza di influenza per il danno strutturale - valore limite di 5 mm/s).

La sismicità indotta dai transiti dei vari *mezzi di cantiere* dipende dal tipo di mezzo (cingolato o su ruote gommate), dal peso e dal sistema di sospensioni e dalle condizioni del piano stradale (o pista). Alcune indicazioni in merito alla sismicità indotta dal transito di alcuni mezzi di cantiere reperite in letteratura[35] mostrano che il transito dei mezzi di cantiere induce criticità al più in termini di disturbo alle persone. Tale tipo di criticità può essere presente in edifici situati ad una distanza inferiore ai 10-15 m dalla strada e in corrispondenza del transito di mezzi particolarmente pesanti o in presenza di forti irregolarità sul piano di rotolamento.

4.8.2.2 *Dati di monitoraggio*

I dati bibliografici possono essere implementati con quelli ottenuti da misure mirate alla valutazione della sismicità indotta da traffico autostradale condotti per situazioni analoghe alla presente. Nell'ambito di detti studi sono stati eseguiti dei rilievi all'interno di edifici situati a ridosso di tratti autostradali in superficie (cfr. Tabella 4-48) e di tratti in galleria (cfr. Tabella 4-49).

Tabella 4-48 Sintesi di misure di vibrazioni indotte da traffico autostradale in rilevato

Sito	Ambito	Distanza da Autostrada (m)	Piano	Durata misure	Lw_eq Diurno (dB) (*)	Lw_eq Notturno (dB) (*)
Edificio residenziale	A14	10	Terra	24 h	49.7	49.2
			Primo	24 h	48.4	47.0
Edificio residenziale	A14	15	Terra	24 h	45.6	44.9
			Primo	24 h	48.1	48.7
Edificio residenziale	A1	70	Terra	24 h	47.0	46.5
			Primo	24 h	47.5	46
Magazzino	A1	30	Terra	24 h	50.5	49.0

(*) valore massimo misurato su tre assi di misura

Tabella 4-49 Sintesi di misure di vibrazioni indotte da traffico autostradale in galleria

Sito	Ambito	Piano	Durata misure	Lw_eq Diurno (dB) (*)	Lw_eq Notturno (dB) (*)
Edificio residenziale	A14	Terra	24 h	49.4	49.2
		Primo	24 h	48.7	47.1

(*) valore massimo misurato su tre assi di misura

[34] VDP srl "Misure di vibrazioni indotte da attività di cantiere" – Data base interno
[35] Road Research laboratory – Department of the environment - TRRL Report LR418 «A survey of traffic-induced vibrations» - 1971

Si nota che anche in corrispondenza di edifici molto prossimi alla sede autostradale le vibrazioni indotte dal traffico autostradale risultano pressoché trascurabili; sono, infatti, caratterizzate da Livelli Lw_eq inferiori a 50 dB, nettamente al di sotto della soglia di disturbo, per edifici residenziali nel periodo di riferimento notturno, indicata dalla norma UNI 9614 in 74 dB. Tali valori risultano anche inferiori al valore limite per edifici particolarmente sensibili (71 dB).
Anche i rilievi eseguiti in un edificio situato al di sopra di un tratto in galleria dell'autostrada A14 tra Rimini e Ancona hanno messo in luce livelli di vibrazioni nettamente inferiori alle soglie di disturbo.

Per quanto riguarda i dati sperimentali inerenti le vibrazioni indotte dal transito veicolare nei tratti in viadotto, si può fare riferimento ad una campagna di misurazioni condotta nell'ambito del nodo autostradale di Genova nel 2004. In particolare, sono stati condotti due rilievi sperimentali alla base dei viadotti Branega (Autostrada A10) e Bolzaneto (Autostrada A7). Per acquisire dati utili per la valutazione della vibrazione in termini di disturbo alle persone e di danno strutturale, è stata usata una tecnica di misura mirata all'acquisizione dei valori istantanei delle accelerazioni delle vibrazioni.
Nella Tabella 4-50 viene riportata una sintesi dei livelli equivalenti dell'accelerazione ponderata in frequenza (valori massimi misurati sui tre assi di misura).

Tabella 4-50 Sintesi di misure di vibrazioni per traffico autostradale sui viadotti

Sito	Ambito	Distanza (m)	Durata misure	Lw_eq (dB) (*)
1	A10	5	30 min	58.0
		15	30 min	54.0
2	A7	5	30 min	66.5
		20	30 min	61.5

(*) valore massimo misurato su tre assi di misura

Dall'analisi dei livelli equivalenti si nota come la sismicità indotta dal flusso veicolare sui viadotti autostradali sia estremamente ridotta. Infatti i livelli equivalenti risultano ovunque al di sotto dei valori limite sopra richiamati. Inoltre, i valori di picco risultano inferiori ai 0.5 mm/s, ossia decisamente inferiori ai valori indicati dalla norma DIN 4150-3 come limite per i danni strutturali.

4.8.3 Il Rapporto Opera – Ambiente

4.8.3.1 *Il progetto infrastrutturale*

Durante il passaggio di un veicolo vengono generati dei moti vibratori nel corpo stradale dovuti alla variazione delle forze di contatto tra le ruote del veicolo e la superficie stradale. Le onde di pressione così generate si propagano attraverso il terreno adiacente e possono quindi interessare eventuali edifici situati in prossimità dell'infrastruttura stradale. L'analisi territoriale svolta a ridosso dei tratti autostradali oggetto di studio ha messo in evidenza la presenza di edifici a ridosso di gallerie, viadotti e rilevati.

Ciononostante, l'analisi di dati bibliografici esistenti, di misure di vibrazioni indotte da traffico autostradale eseguite a ridosso di tratte autostradali analoghe a quella oggetto di studio per tratti in rilevato e tratti in galleria e di misure svolte nell'ambito del nodo autostradale di Genova per quanto concerne il traffico veicolare sui viadotti, ha permesso di stimare che le condizioni attese in termini di impatto da vibrazioni indotte dalla nuova configurazione di progetto siano tali da non arrecare disturbo alla popolazione residente negli edifici presenti ne tanto meno danni di tipo strutturale agli edifici stessi.

4.8.3.2 *Il progetto di cantierizzazione*

Durante la costruzione di opere di una certa importanza, quali quelle in oggetto, è possibile che si producano moti vibratori dovuti ad attività quali la battitura dei pali, l'infissione di palancole nel terreno, la compattazione del terreno, le operazioni di scavo all'aperto e in sotterraneo, etc. Altri problemi possono essere dovuti al transito di mezzi pesanti di cantiere su strade e piste estremamente prossime ai recettori, in particolar modo nel caso in cui queste siano dissestate.

Propagandosi nei terreni mediante onde di corpo (onde di compressione e taglio) e di superficie, la sismicità indotta da tali attività può interessare edifici situati in prossimità delle aree di lavoro. La sismicità viene percepita all'interno dell'edificio come moto vibratorio dei solai e delle pareti e come rumore indotto dalle stesse vibrazioni (rumore solido).

L'analisi delle caratteristiche delle opere in progetto e del tessuto territoriale in cui si inseriscono ha messo in evidenza che le maggiori criticità sono da attribuire ad attività necessarie alla realizzazione delle gallerie e dei viadotti.

Per quanto riguarda le attività di costruzione della galleria, sono state individuate le aree in cui sono presenti edifici che potrebbero essere interessati da fenomeni vibratori intensi capaci di indurre disturbo alle persone che li abitano. In questo ambito le maggiori problematiche sono da attribuire alle operazioni di abbattimento dei volumi di terreno all'aperto relativamente alle gallerie artificiali.

Si rammenta che nella definizione delle aree di influenza relative allo scavo delle gallerie non si è tenuto conto della possibilità dell'utilizzo di esplosivi. In tal caso l'estensione della aree di influenza risulta senz'altro maggiore e non quantificabile a priori senza un'adeguata caratterizzazione dinamica della roccia da abbattere e senza la definizione progettuale della volata.

La scelta di appropriate metodologie di scavo può limitare gli effetti delle vibrazioni sui recettori o quantomeno escludere il danno strutturale. Ad esempio appare opportuno limitare l'utilizzo dei martelli demolitori laddove siano presenti recettori nell'ambito dei 40 m dal fronte di scavo.
Infatti l'utilizzo di metodi alternativi di abbattimento (es. frese puntuali), se tecnicamente applicabili, riducono sensibilmente le vibrazioni indotte nella roccia e i relativi effetti sui recettori.
Per quanto attiene alle palificate, l'utilizzo di pali trivellati fa si che le vibrazioni siano estremamente ridotte rispetto ad altre metodiche più impattanti (es. pali battuti). In ogni caso particolare cautela bisognerà porre nei casi in cui siano presenti edifici nel raggio di 15 – 20 m dalla zona di attività.

Per quanto attiene alle attività di costruzione di viadotti, sono state individuate aree in cui sono presenti edifici che potrebbero essere interessati da fenomeni vibratori intensi capaci di indurre disturbo ai residenti e in alcuni casi danni alle strutture. In questo ambito le maggiori problematiche sono da attribuire alle operazioni di realizzazione dei pali di fondazione dei plinti e delle spalle.
Anche in questo caso l'utilizzo di pali trivellati fa si che le vibrazioni siano estremamente ridotte rispetto ad altre metodiche nettamente più impattanti (es. pali battuti). In ogni caso particolare cautela bisognerà porre nei casi in cui siano presenti edifici nel raggio di 15 m dalla zona di attività.

Per quanto attiene alle vibrazioni indotte dal transito dei mezzi di cantiere su strade o piste, lo studio ha messo in evidenza la possibilità che si determinino criticità qualora un edificio sia situato ad una distanza inferiore ai 10-20 m. I dati a disposizione mettono in luce che sono ipotizzabili criticità in termini di disturbo alle persone qualora si sia in presenza di mezzi decisamente importanti o di forti disconnessioni del piano stradale.
In relazione a questi dati appare evidente la necessità di garantire la manutenzione di tratti stradali utilizzati dai mezzi di cantiere nei tratti in cui passano in prossimità di edifici per tutta la durata dei lavori.

In corrispondenza dei recettori impattati presenti nelle aree critiche individuate, sarà opportuno predisporre delle attività di controllo della sismicità indotta durante le attività costruttive indicate. Tali attività di monitoraggio saranno da guida nella scelta e nella variazione in corso d'opera delle modalità operative al fine di ridurre al minimo possibile gli impatti ambientali.

Per l'opera a mare la componente Vibrazioni non è applicabile, sia per la fase di realizzazione che per quella di realizzazione finita, in quanto non è previsto l'utilizzo di macchinari o di eventi in grado di indurre questo tipo di fenomeno.

4.9 SALUTE PUBBLICA

4.9.1 Temi e metodologia di lavoro

4.9.1.1 *Progetto Infrastrutturale*

Il quadro delle azioni di progetto, dei fattori causali e dei relativi impatti potenziali presi in esame può essere sintetizzato come riportato in Tabella 4-51.

Tabella 4-51 Infrastrutture: azioni di progetto, fattori causali e impatti potenziali

Azioni di progetto	*Fattori causali*	*Impatti potenziali*
Incremento delle sorgenti emissive atmosferiche ed acustiche di origine autostradale	Modificazione delle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico ed acustico	Alterazione dello stato di salute
Spostamento delle sorgenti emissive di origine veicolare		

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le seguenti attività:

- definizione dei fattori di pressione legati all'esercizio di un sistema stradale ed autostradale che sono all'origine di alterazioni e sollecitazioni negative sulla salute pubblica, focalizzando l'attenzione sulla valutazione degli effetti sanitari;
- caratterizzazione della popolazione, attraverso l'analisi dei principali aspetti demografici e di quelli concernenti lo stato attuale di salute (mortalità generale e mortalità specifica).
- confronto delle attuali condizioni di salute con la dinamica stimata dei fattori di pressione atmosferica ed acustica, così come derivanti dagli studi previsionali condotti.

Infatti, come evidenziato dagli studi epidemiologici condotti negli ultimi decenni, esiste una correlazione tra l'aumento dei principali inquinanti atmosferici e l'aumento della incidenza di mortalità e di morbosità. Le principali fonti di inquinamento atmosferico con effetti, a breve o lungo termine, sulla salute sono gli ossidi di azoto (NO_x) ed il particolato (polveri inalabili - PM_{10} e polveri respirabili - $PM_{2,5}$).
Analogamente, anche l'immissione di rumore in un ricettore interferisce con il normale svilupparsi della vita del ricettore, determinando una condizione di disagio che si riflette sulla salute dei soggetti esposti con ripercussioni sulle varie sfere emotivamente sollecitabili. Gli effetti del rumore sull'organismo umano sono molteplici e complessi: possono avere carattere temporaneo o permanente e possono riguardare specificatamente l'apparato uditivo, oppure interagire negativamente con altri fattori generando situazioni patologiche a carico del sistema nervoso o endocrino.

4.9.1.2 *Progetto di cantierizzazione*

Il quadro delle azioni di progetto, dei fattori causali e dei relativi impatti potenziali presi in esame può essere sintetizzato come riportato in Tabella 4-52.

Tabella 4-52 Cantierizzazione: azioni di progetto, fattori causali ed impatti potenziali

Azioni di progetto	*Fattori causali*	*Impatti potenziali*
Costruzione opere infrastrutturali in zone con ammassi amiantiferi	Mobilizzazione di fibre amiantifere	Dispersione delle fibre amiantifere in aria
Trasporto delle terre di scavo potenzialmente amiantifere		
Stoccaggio delle terre amiantifere		
Riempimento dell'opera a mare		
Costruzione opere infrastrutturali in zone con formazioni non amiantifere	Sollevamento e dispersione di polveri aerodisperse provocati dalle lavorazioni svolte Sollevamento e dispersione di polveri aerodisperse a seguito del transito dei mezzi su strada non pavimentate Produzione di fumi di scarico delle macchine operatrici	Modificazione delle condizioni di qualità dell'aria
Stoccaggio delle terre di scavo non amiantifere		
Costruzione dell'opera a mare		
	Produzione emissioni acustiche	Modificazione del clima acustico
Trasporto su gomma delle terre di scavo non amiantifere e dei materiali di costruzione	Produzione di fumi di scarico da traffico di cantierizzazione	Modificazione delle condizioni di qualità dell'aria
	Produzione emissioni acustiche	Modificazione del clima acustico

Come si evince, le tipologie di impatti potenziali sono distinguibili in due categorie:

- una prima, rappresentata dalla dispersione delle fibre amiantifere in aria, attiene la specificità del caso in esame, costituita per l'appunto dalla presenza di ammassi amiantiferi;
- una seconda, riguardante la modificazione delle condizioni di qualità dell'aria e del clima acustico, è espressione delle "canoniche" tipologie di impatto che si determinano nella costruzione di opere infrastrutturali, le quali, a loro volta, fanno riferimento agli effetti relativi alle componenti Atmosfera e Rumore.

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le seguenti attività:

- ricerca bibliografica volta all'acquisizione della documentazione specialistica relativa alla tematica amianto (aspetti scientifici ed epidemiologici) e valutazione di misure sperimentali relative alla presenza di fibre aerodisperse nell'area di progetto;
- analisi delle possibili interferenze in rapporto alla fase di cantiere dell'opera.

4.9.2 Quadro conoscitivo

Lo stato attuale della componente Salute pubblica è stato qualificato principalmente tramite l'analisi dei seguenti dati:

- caratterizzazione della popolazione (struttura e stato di salute);
- aspetti scientifici ed epidemiologici in materia di amianto.

4.9.2.1 *La popolazione*

4.9.2.1.1 *La struttura della popolazione*

Un parametro fondamentale per rappresentare la struttura della popolazione è l'articolazione per fasce di età. Tale parametro consente di individuare un tratto distintivo della popolazione ligure che, come si evince dal grafico (cfr. Figura 4-19), risiede nella maggiore incidenza della classe compresa tra i 15 ed i 44 anni, che in Liguria si attesta al 40% a fronte del 35% su scala nazionale.

Fonte: Istat

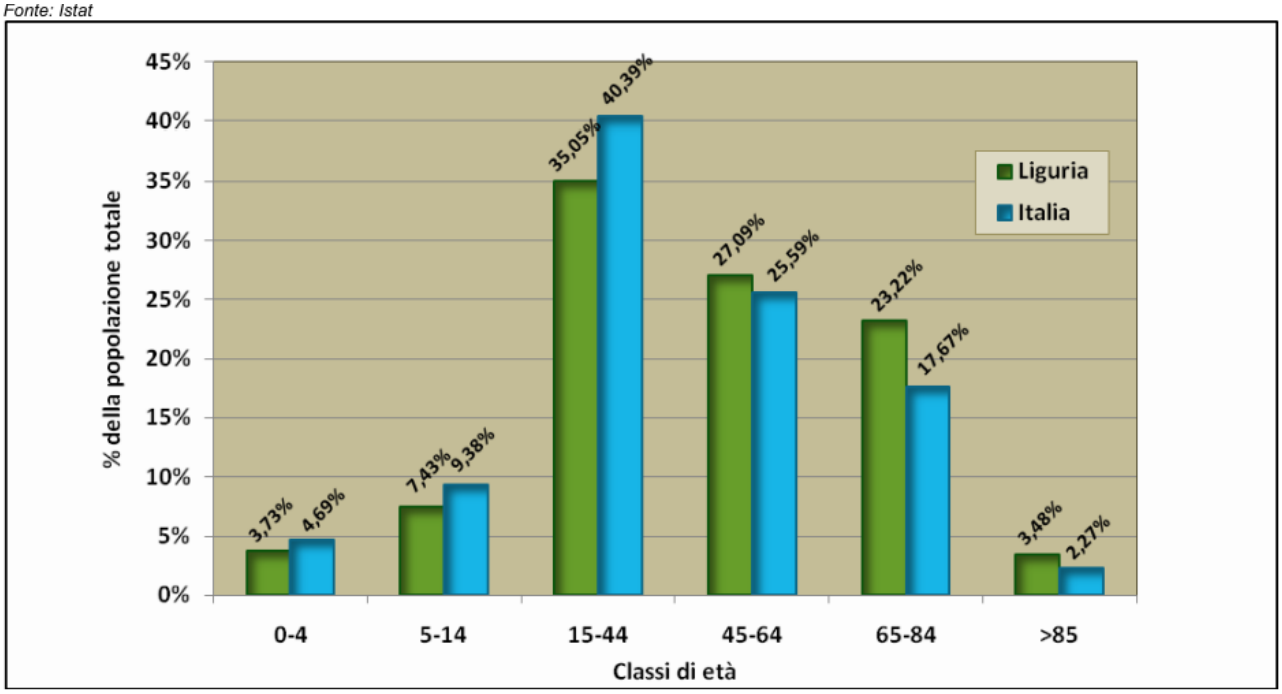


Figura 4-19 Fasce di popolazione: confronto Liguria-Italia (fonte ISTAT Gennaio 2007)

Il peso delle classi di età più elevata trova conferma nel tasso di natalità (rapporto tra il numero dei nati vivi ed il valore medio della popolazione residente, moltiplicato per mille), nel tasso di mortalità (rapporto tra il numero dei decessi nell'anno e l'ammontare medio della popolazione residente, moltiplicato per mille) e nel saldo naturale (differenza tra il tasso di natalità ed il tasso di mortalità): la regione Liguria nel suo insieme presenta un tasso di natalità di due punti inferiore a quello nazionale, mentre il tasso di mortalità risulta più elevato, determinando un tasso di crescita naturale negativo, significativamente più basso di quello Italiano (cfr. Tabella 4-53). A fronte di una sostanziale analogia di dinamica di tutte province liguri rispetto al tasso naturale, per quanto invece concerne quello migratorio, la provincia di Genova segna un andamento differente; se difatti le restanti tre province presentano un saldo migratorio in media pari a 12,47 (per mille abitanti), quello della provincia di Genova risulta eguale a 2,1, valore che determina un tasso di crescita negativo e che evidenzia un chiaro processo di perdita della popolazione. In un quadro in cui la regione Liguria, con un tasso di crescita pari ad 1,2 (per mille abitanti), risulta distanziata dal valore nazionale, eguale a 8,2 (per mille abitanti), la provincia di Genova, in ragione del segno negativo del suo tasso (– 3,7 per mille abitanti), rappresenta un'ulteriore situazione di specificità. In pratica in una regione che cresce demograficamente meno della media nazionale, la provincia di Genova costituisce un caso singolare, essendo la sua dinamica addirittura di segno negativo.
Il confronto tra i dati relativi alla provincia ed al comune di Genova evidenzia come tale singolare dinamica all'interno del quadro regionale risulti maggiormente marcata a livello comunale. I due livelli territoriali differiscono rispetto al tasso migratorio che nel caso del comune di Genova risulta di segno negativo.

Tabella 4-53 Principali indicatori demografici per provincia (Fonte: ISTAT2007)

Livello	Tasso di natalità	Tasso di mortalità	Tasso di crescita			N. medio di figli per donna	Speranza di vita alla nascita	
			Naturale	Migratorio	Totale		Maschi	Femmine
Comune Genova	7,5	13,2	-5,8	-2,1	-7,8	-	-	-
Provincia Imperia	7,8	12,7	-4,9	14,2	9,3	-	-	-
Provincia Savona	7,6	12,8	-5,2	11,7	6,5	-	-	-
Provincia Genova	7,5	13,3	-5,8	2,1	-3,7	-	-	-
Provincia La Spezia	7,6	12,8	-5,3	11,5	6,3	-	-	-
Regione Liguria	7,6	13,1	-5,5	6,7	1,2	1,19	78,3	84,0
ITALIA	9,5	9,6	-0,1	8,3	8,2	1,34	78,6	84,1

4.9.2.1.2 *Lo stato di salute*

I dati relativi allo stato di salute sono stati tratti dal "Rapporto sullo stato di salute della popolazione ligure" redatto dall'Agenzia Regionale Ligure (ARSLiguria 1 ristampa, marzo 2010). L'organizzazione territoriale del sistema sanitario nazionale è articolata in 5 ASL. La ASL3, nella quale ricade l'ambito territoriale interessato dall'opera in progetto, è a sua volta suddivisa in sei distretti; i distretti all'interno dei quali ricade il tracciato di progetto sono quelli di "Ponente", "Medio Ponente" e "Valpolcevera e Vallescrivia".

Per quanto riguarda la mortalità generale, nel 2005 si sono registrati in Liguria poco più di 21.400 decessi, pari ad un tasso di mortalità grezzo di 13,4 per 1.000 abitanti, valore leggermente superiore a quello registrato nel 2004 (12,81 x 1.000). Il numero assoluto di decessi tende ovviamente ad essere maggiore nelle classi di età più anziane, in particolare oltre i 75 anni in entrambi i sessi, anche se, considerando l'andamento nel tempo dei tassi di mortalità stratificati per età, questi tendono a diminuire in quasi tutte le classi di età, ma in maniera più marcata proprio nelle classi di età più elevate.
In sintesi si può affermare che:

- la Liguria presenta una mortalità generale inferiore rispetto all'Italia e alla ripartizione geografica del Nord-Ovest nei maschi;
- rispetto a Italia e Nord-Ovest i tassi risultano inferiori in entrambi i sessi per le malattie dell'apparato respiratorio, le malattie respiratorie cronico-ostruttive e le malattie ischemiche del cuore;
- rispetto all'Italia, i tassi sono inferiori in entrambi i sessi per il diabete e le malattie dell'apparato circolatorio; nei maschi per tutti i tumori; nelle donne per le malattie dell'apparato digerente;
- rispetto al Nord-Ovest i tassi risultano inferiori in entrambi i sessi per tutti i tumori, nei maschi per le malattie dell'apparato circolatorio;
- nell'ambito dei tumori, rispetto all'Italia e Nord-Ovest i tassi risultano inferiori in entrambi i sessi per tumori maligni allo stomaco, mentre sono superiori nelle donne per il tumore maligno al polmone ed in particolare per la provincia di Genova.

4.9.2.2 *Aspetti scientifici ed epidemiologici in materia di amianto*

Come noto, l'amianto diventa pericoloso quando i fasci di fibre si suddividono, per cause naturali o per l'azione dell'uomo, e le fibre sono inalate; possono, infatti, insorgere malattie molto gravi nell'uomo, quali l'asbestosi, il tumore polmonare e il mesotelioma (correlato più al tipo di fibra che all'entità dell'esposizione). Poiché l'origine dell'amianto è "naturale" bisogna considerarlo diversamente rispetto alle analoghe sostanze di origine artificiale o sintetica: nessuna normativa potrà, infatti, mai eliminare l'amianto presente in natura. La presenza sul territorio di cave e miniere, di discariche di sterili, e la movimentazione di rocce e terreni contenenti amianto, possono causare una dispersione delle eventuali fibre presenti in aree più vaste rispetto a quelle nelle quali l'amianto era stato originariamente collocato in natura. Il tenore di fibre nell'aria, in prossimità di queste "sorgenti", può essere anche superiore al fondo ambientale.

Diversi dati epidemiologici hanno evidenziato che il numero delle malattie professionali causate dall'esposizione alle fibre di amianto è maggiore negli utilizzatori dell'amianto (filature, tessiture, fabbricazione di manufatti in cemento-amianto, ecc.) rispetto a quelle riscontrate nei minatori.
I due principali studiosi che hanno correlato la potenziale patogenicità delle fibre alle loro caratteristiche fisiche sono stati Stanton e Pott. Secondo Stanton le fibre maggiormente patogene sono le fibre "respirabili", cioè le fibre lunghe e sottili (Stanton et al.1981 – Relation of particle dimension to carcinogenity in amphibole asbestosis and other fibrous minerals). Tuttavia la cancerogenicità delle fibre dipende anche dalla loro durabilità nell'organismo umano. Le "fibre regolamentate" o "respirabili" sono le fibre che hanno:

- lunghezza maggiore di 5 micon
- larghezza inferiore a 3 micron
- rapporto lunghezza/larghezza (aspect ratio) maggiore di 3

La struttura interna dei minerali di amianto è tale che da ogni fascio di fibre si possono ottenere fibre più fini (cioè della stessa lunghezza ma di diametro più piccolo): la fibrilla elementare è la fibra di diametro apparente più piccolo che è possibile ottenere per suddivisione dei fasci di fibre.
Si ritiene che nelle miniere di amianto le fibre estratte non siano ancora sufficientemente "elementarizzate" a differenza di quelle che si hanno presso gli utilizzatori. Questi ultimi, infatti, hanno bisogno che le fibre siano separate le une dalle altre per poterle tessere o miscelare col cemento. Si è ipotizzato che i minatori siano stati esposti in passato ad un numero inferiore di fibre lunghe e sottili rispetto ai lavoratori delle fabbriche dove venivano prodotti manufatti contenenti amianto. Inoltre quando l'estrazione dell'amianto avveniva a cielo aperto le esposizioni alle fibre erano sicuramente inferiori a causa dell'elevato ricambio d'aria. Infine bisogna rilevare anche che le mansioni dei minatori erano varie e non sempre erano esposti alle fibre.
Ad oggi non esisterebbero prove scientifiche che l'esposizione ambientale-naturale alle fibre di amianto, presenti nelle rocce e nei suoli, rappresenti un rischio concreto per la salute di coloro che vengono a contatto con le fibre in maniera saltuaria o continuativa.

L'eventuale concentrazione di polveri contenenti amianto in ambienti outdoor è ovviamente dipendente da numerosi parametri che occorre tenere in considerazione:

- il livello di concentrazione delle fibre libere;
- la bassa velocità delle stesse, che comporta una notevole permanenza in aria;
- il livello di umidità che può modificare la sedimentazione delle fibre (la fibra può venire captata dalla goccia di acqua e portata più velocemente verso il basso);
- le condizioni atmosferiche in generale ed in particolare le correnti d'aria che possono variare continuamente la direzione delle fibre in sospensione;
- la capacità delle fibre libere di dividersi trasversalmente in fibrille;
- l'ambiente circostante, terrestre o marino, che diviene così la superficie sulla quale le fibre potranno eventualmente depositarsi;
- eventuali fattori chimici o biologici che possano influenzare la morfologia della fibra.

In bibliografia sono molto pochi i dati relativi a concentrazioni outdoor di fibre di amianto. Studi svolti dal prof. Chiappino[36] nel 1993 riportano valori di concentrazione inferiori a 0,1 fL^{-1} per l'amianto crisotilo. Lo studio svolto dal Prof. Minoia nel 1996 nella città di Pavia[37] ha evidenziato valori di fondo outdoor per il crisotilo inferiori a 0,05 fL^{-1}. Si ricorda che la normativa italiana, D.M. del 6 settembre 1994, indica come valori massimi di riferimento 2 ff/litro per l'analisi svolta in SEM (microscopia elettronica a scansione) mentre il valore massimo ammesso prima della cosiddetta situazione di preallarme è 20 ff/litro in MOCF (microscopia ottica in contrasto di fase); comunemente, nelle bonifiche di amianto, tali valori di riferimento vengono assunti al 50% del loro valore per ulteriore sicurezza.

Per valutare le concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse in ambiente urbano, nel mese di gennaio 2011 è stata organizzata una campagna di monitoraggio in 15 siti localizzati nel comune di Genova, lungo la tratta prevista a progetto e nelle zone densamente urbanizzate (cfr. Figura 4-6 e paragrafo 4.2.2.3). Come già evidenziato nell'analisi della componente Atmosfera (a cui si rimanda per ulteriori dettagli), tale campagna ha fornito un primo quadro di riferimento del livello di fondo naturale dell'ambiente nelle aree interessate dal progetto, evidenziando le criticità e l'ulteriore capacità di carico dell'ambiente.

L'effetto delle fibre di amianto su organismi acquatici di acqua dolce e di acqua marina non è stato ancora studiato a fondo; in letteratura sono disponibili soltanto pochi dati relativi a studi condotti su specie di acqua dolce e con le concentrazioni di amianto di partenza note, mentre sono di fatto assenti informazioni sulle specie di acqua marina[38].

[36]Chiappino, Todaro, Blanchard - L'inquinamento atmosferico da amianto nell'ambiente urbano: Roma, Orbassano e località di controllo (2a parte).
[37]Minoia, Massola, Turci, Toccalini, Berri, Di Gregorio – Concentrazione di riferimento ambientale dell'amianto crisotilo in aree urbane: l'esperienza della città di Pavia.
[38] US EPA, "Ambient Water Quality. Criteria For Asbestos". EPA 440 5-80-022 (October 1980).

Nello SIA sono riportati alcuni dati bibliografici relativi alla presenza di fibre di amianto in corsi d'acqua dolce (e al conseguente effetto su flora e fauna), mentre non risultano dati significativi sulla presenza di fibre di amianto in mare.

4.9.3 Il Rapporto Opera – Ambiente

4.9.3.1 *Il progetto infrastrutturale*

Per la valutazione del rapporto tra l'opera in progetto e la componente Salute pubblica si rimanda agli esiti delle simulazioni di inquinamento atmosferico ed acustico, riportati rispettivamente nelle componenti Atmosfera (cfr. paragrafo 4.2.3.1) e Rumore (cfr. paragrafo 4.7.3.1).

Occorre innanzitutto osservare come la realizzazione del progetto vada nel complesso a determinare un alleggerimento di gran parte dei flussi di traffico che attualmente si riversano nelle zone centrali della città di Genova. L'adeguamento del sistema A7 – A10 – A12 prevede infatti una deviazione dei suddetti flussi verso aree più periferiche e con minore densità abitativa. Tale nuova configurazione delinea una diminuzione delle emissioni atmosferiche ed acustiche che sembra assumere una bassa significatività rispetto alle problematiche ambientali dell'intero ambito di studio, ma, se confrontata con il numero e la tipologia di ricettori su cui si va ad estendere (attraversamento della città di Genova), assume un significato di grande importanza.

Inoltre, in merito agli effetti che i livelli di concentrazione attesi potranno determinare sulle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico, si rileva che gli incrementi di PM_{10} determinati dall'opera in progetto sono significativamente inferiori al valore di 10 $\mu g/m^3$, individuato dagli studi epidemiologici come parametro per la determinazione della variazione degli effetti sulla salute pubblica. Stante tale evidenza ed in considerazione dello stato attuale della popolazione, che come illustrato in precedenza non denuncia una spiccata prevalenza rispetto alle patologie connesse all'inquinamento atmosferico da traffico veicolare, è possibile affermare che l'incremento delle sorgenti emissive conseguente all'esercizio dell'opera in progetto non sarà all'origine di una modificazione delle attuali condizione di salute della popolazione.

4.9.3.2 *Il progetto di cantierizzazione*

Le esposizioni professionali ad amianto sono state in passato caratterizzate da concentrazioni di amianto libero molto elevate, anche dell'ordine delle migliaia di fibre per millilitro d'aria. La letteratura scientifica che analizza, con grandissimo dettaglio, i livelli, le tipologie e le cause di esposizione, così come le ricadute in termini sanitari ed epidemiologici, è pressoché sconfinata. Tuttavia, le valutazioni dell'esposizione lavorativa eseguite durante lavori di bonifica e/o manutenzione di impianti contaminati con amianto (ben documentate in letteratura) non possono essere estese al contesto del progetto della Gronda. Dovranno, pertanto, essere effettuate attente valutazioni *ad hoc* che permettano di monitorare ed intervenire in tempo reale su situazioni di potenziale esposizione lavorativa non altrimenti prevedibile. A tal riguardo, sono state definite dettagliate azioni di mitigazione e prevenzione dell'esposizione ed è stato previsto un sistematico ed efficace sistema di monitoraggio di cantiere.

Per quanto riguarda l'opera a mare, la principale preoccupazione nei confronti della salute pubblica è legata alla presenza di materiali con contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs 152/06 ed al rischio di rilascio di fibre libere sia in atmosfera che nelle acque marine circostanti l'opera.
Allo stato attuale del progetto non è nota con esattezza la concentrazione di fibre nella miscela scaricata nella colmata e si è quindi cautelativamente ipotizzato che sia significativa.
L'analisi del progetto e delle principali fasi costruttive ha evidenziato che i principali rischi di rilascio in atmosfera sono legati a:

- perdite durante il trasporto della miscela di acqua e terre (slurry);
- risalita delle fibre all'interfaccia acqua-aria durante lo scarico della miscela nella colmata a causa delle correnti indotte dallo scarico e dell'azione del vento;
- risalita del materiale già depositato all'interfaccia acqua-aria a causa dell'azione del vento;
- perdite durante il trasporto delle acque reflue al depuratore e nel circuito di ricircolo;

- risalita delle fibre in superficie durante il trattamento di depurazione;
- risalita delle fibre in superficie ad opera finita.

Nel caso della dispersione verso le acque marine invece i principali rischi derivano da:

- perdite durante il trasporto della miscela di acqua e terre (slurry);
- rilascio verso l'esterno della colmata;
- perdite durante il trasporto delle acque reflue al depuratore e nel circuito di ricircolo;
- rilascio durante lo scarico delle acque in eccesso.

Per quanto riguarda il rilascio in atmosfera, la strategia generale è stata quella di mantenere le fibre di amianto sempre immerse nell'acqua, che ne impedisce di fatto la sospensione in atmosfera, durante tutte le fasi costruttive e anche ad opera finita.
Durante la fase costruttiva il momento più critico è quello dello scarico nella colmata, che è stato risolto adottando una metodologia di versamento a bassa velocità di flusso e limitando la turbolenza alla superficie acquea all'interno della colmata. I principali rischi di rilascio in caso di guasti o rotture del sistema di adduzione o di ricircolo delle acque saranno risolti mediante l'installazione di una tubazione di riserva, in parallelo alla tubazione principale.
Ad opera finita il rischio di rilascio dalla superficie della colmata è stato risolto ponendo sul materiale con contenuto di amianto inferiore ai limiti del D.Lgs 152/06 (che arriva fino a quota – 1 metro), uno strato di materiale pulito, in cui sarà collocato il sistema di drenaggio delle acque superficiali.
Nel caso del rilascio verso le acque marine, gli aspetti più rilevanti sono legati al rilascio di fibre dai materiali accumulati nell'opera a mare, verso le acque circostanti. Un'altra fonte di rischio è lo scarico delle acque in eccesso situate all'interno della colmata, mano a mano che vengono scaricati i materiali. Nel primo caso il rischio è stato risolto rendendo impermeabile la conterminazione della colmata (coefficiente di permeabilità pari a 10^{-6} m/s), nel secondo caso sottoponendo le acque ad un trattamento depurativo prima dello scarico in mare.

4.10 PAESAGGIO

4.10.1 Temi e metodologia di lavoro

4.10.1.1 *Progetto Infrastrutturale*

La Tabella 4-54 riporta in modo schematico i passaggi logici delle relazioni fra azioni di progetto e fattori causali di impatti, dai quali sono stati desunti gli impatti potenziali previsti.

Tabella 4-54 Infrastrutture: azioni di progetto, fattori causali e impatti potenziali

Azioni di progetto	*Fattori causali*	*Impatti potenziali*
Presenza viadotti	Inserimento di un nuovo elemento	• Modifica della struttura del paesaggio e compromissione della leggibilità dei suoi elementi strutturanti • Intrusione visiva
Imbocchi in galleria	Occupazione di copertura vegetale	• Compromissione della naturalità del paesaggio
Presenza rilevati	Occupazione di suolo	• Alterazione della morfologia naturale del territorio

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le seguenti fasi:

- analisi della pianificazione di tutela paesaggistica-ambientale (Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico e variante di salvaguardia della fascia costiera, vincoli e presenze archeologiche);
- caratterizzazione del paesaggio, tramite l'analisi della struttura (abiotica e fisionomica), l'individuazione delle unità di paesaggio e l'analisi delle condizioni percettive. La caratterizzazione del paesaggio è stata articolata su due livelli di approfondimento: l'area vasta ed il contesto locale;
- rappresentazione dello stato dei luoghi di intervento post operam, attraverso una foto-simulazione mediante rendering computerizzato;
- valutazione dell'impatto dell'opera in progetto sulla componente Paesaggio e definizione degli interventi di inserimento paesaggistico-ambientale.

4.10.1.2 *Progetto di cantierizzazione*

La Tabella 4-55 riporta in modo schematico i passaggi logici delle relazioni fra azioni di progetto e fattori causali di impatti, dai quali sono stati desunti gli impatti potenziali previsti.

Tabella 4-55 Cantierizzazione: azioni di progetto, fattori causali e impatti potenziali

Azioni di progetto	Fattori causali	Impatti potenziali
Cantieri imbocco Cantieri industriali Cantieri campo base	Occupazione di suolo	Degrado e/o sottrazione di aree boscate e di ambiti di vegetazione di pregio
		Alterazione della morfologia naturale del territorio
	Occupazione degli ambiti di intervisibilità	Alterazione della visuale
	Presenza di beni storico-architettonici e monumentali	Danni a beni di interesse storico- testimoniale
Slurrydotto e pista montaggio frese	Introduzione di nuovi elementi	Intrusione visiva
	Occupazione degli ambiti di intervisibilità	Alterazione della visuale
Opera a mare	Introduzione di nuovi elementi	Modificazione della struttura del paesaggio

La metodologia di lavoro adottata ha previsto le stesse attività descritte per il progetto Infrastrutturale.

4.10.2 Quadro conoscitivo

Lo stato attuale della componente Paesaggio è stato qualificato principalmente tramite l'analisi dei seguenti dati:

- presenze archeologiche;
- caratterizzazione del paesaggio.

4.10.2.1 *Presenze archeologiche*

La metodologia adottata per l'individuazione delle presenze archeologiche all'interno dell'ambito territoriale interessato dal progetto si è basata su un'articolazione in tre principali fasi di lavoro:

1. raccolta dei dati
2. analisi cartografica e toponomastica
3. redazione della carta delle presenze archeologiche

L'area di studio, schematizzata in Genova e la sua conurbazione, da un lato, e nella Val Polcevera, dall'altro, costituisce un territorio oggetto di un'intensa frequentazione in epoca antica (preromana, romana e medioevale). Punti nodali di tale sviluppo furono da un lato Genova, *oppidum* preromano ed importante città in epoca romana e soprattutto medievale, e dall'altra la rete stradale, litoranea e verso l'interno lungo il Polcevera, organizzata in epoca romana su itinerari in uso già nelle epoche precedenti.

Entrando nel merito della area di *Genova*, questa fu frequentata già in epoche precedenti la formazione dell'*oppidum*, come è stato documentato nelle indagini archeologiche più recenti. Esse hanno restituito testimonianze relative all'età del Bronzo (medio e finale) e all'età del Ferro: è stata ricostruita una frequentazione delle alture circostanti la zona di Principe in epoca preistorica e protostorica, da un lato, e l'esistenza in riva al mare di una o più capanne, in un'area che si suppone di relativa calma, forse una piccola insenatura protetta, dall'altro.

I resti dell'*oppidum* preromano genuate sono stati individuati sulla collina di Castello, dominante la riparata insenatura costiera – posta fra il torrente Bisagno ad est ed il torrente Polcevera ad ovest – che ha da sempre rappresentato un comodo e sicuro approdo.

La prima fase "protourbana" della futura Genova pare riferibile ad un emporio marittimo, con una componente etnica etrusca affiancata da quella indigena celto-ligure, nato in funzione dei commerci fra le genti liguri dell'entroterra e quelle greche-etrusche provenienti dal mare; la sua datazione iniziale è fissata intorno alla fine del VI secolo a.C., sebbene le più antiche tracce di frequentazione commerciale dell'area portuale siano ancora più antiche, con datazione a partire dal secondo quarto del VI secolo a.C.

Secondo la tradizione liviana, Genova venne distrutta per rappresaglia nel 205 a.C. da Magone Barca nel corso della II guerra punica, ma già dal 203 a.C. il propretore Spurio Lucrezio ricevette lo speciale incarico di riedificare la città.

La città venne inserita nel sistema viario romano probabilmente già a partire dal 200 a.C., quando Genua divenne "capolinea" della via *Aurelia Nova*, mentre dal 148 a.C. essa fu scelta come *caput viae* della via *Postumia*. Tra il 115 e il 109 a.C., ad opera di M. Emilio Scauro, fu realizzata una nuova via, l'*Aemilia Scauri*, che consentiva il collegamento tra Genova e Vada Sabatia, per proseguire verso *Dertona* e *Placentia* e raccordarsi con la preesistente viabilità in Cisalpina.
Lo sviluppo urbanistico della città si può dire si sia concluso con l'età augustea. Nel corso del II-III secolo d.C. Genova fu interessata da una incipiente crisi del tessuto urbano, fenomeno che tuttavia non portò in epoca tardoantica ad una destrutturazione urbana, ma solo ad una contrazione dell'area urbanizzata con l'abbandono di alcune aree, persistendo una certa vivacità edilizia nel centro urbano.

Genova rinacque, come molte altre città costiere, dopo il Mille con la ripresa delle attività mercantili marittime sulle molteplici rotte che portavano ai numerosi porti disseminati nel Mediterraneo, e nel Medioevo la forma urbana della città era in parte già conclusa. Le ricerche archeologiche degli ultimi anni hanno permesso di definire e meglio comprendere le formazione di alcune aree, zone suburbane e siti specifici (il palazzo del Vescovo sul colle di Castello, il palazzo Ducale, il chiostro dei canonici di S. Lorenzo e la Commenda di S. Giovanni di Pré), e di acquisire una grande quantità di elementi per la storia della cultura materiale della città.

In tale quadro, la definizione del complesso degli insediamenti religiosi, con i tempi e i luoghi della loro fondazione risulta di grande importanza al fine di ricostruire in primo luogo lo sviluppo della città medievale, ma soprattutto del suo suburbio, dei territori ad essa pertinenti e della rete viaria che la collegava con il ponente e le valli più interne. Molte le chiese, in gran numero pertinenti a fondazioni monastiche e spesso affiancate da ospedali e strutture per i pellegrini ed i viandanti, che costellano il territorio oggetto dello studio. Numerose risultano dislocate lungo gli itinerari stradali della via Postumia e della via Aemilia Scauri, delle quali è stato possibile in molti punti ipotizzarne il percorso proprio grazie alla localizzazione di tali edifici sacri, mentre altre determinarono lo sviluppo di importanti centri abitati di epoca medievale.

Ad ovest di Genova, oltre il limite occidentale del porto antico, ha attualmente inizio una serie di agglomerati urbani, alcuni dei quali hanno una storia che rimanda ad epoca romana e/o medievale: si tratta di Sampierdarena, Sestri Ponente, Multedo, Pegli, Prà, Palmaro, Voltri, Crevari.

La *Val Polcevera* risulta di grande importanza per ricostruire le caratteristiche e della distribuzione del popolamento antico dell'entroterra, essendo un'area "campione" particolarmente significativa anche per lo studio dell'economia agricola e silvo-pastorale e degli usi comunitari romani, con particolare riferimento all'epoca tardo-repubblicana, in virtù dei dati topografici, toponomastici, economici, giuridici e linguistici contenuti nella cosiddetta Tavola di Polcevera (*sententia Minuciorum*) del 117 a.C.

Le prime testimonianze ad oggi documentate nella valle sono insediamenti della seconda età del Ferro (dal V-IV sec. a.C.), di altura e di mezza costa, mentre quelli del III-II secolo a.C. sono prevalentemente di mezza costa.
Nei primi secoli dell'Impero si verificò un apparente spopolamento delle aree montane, mentre, in età imperiale avanzata, si osserva un buon numero di presenze abitative, solo in alcuni casi in aree precedentemente abitate, sui ripiani di mezza costa e sui pascoli a quota elevata, in una fascia altimetrica (dai 300 m ai 600 m s.l.m.) verosimilmente idonea ad attività agricole e silvopastorali, così come è deducibile dai toponimi fondiari quali Manaseno, Geminiano, Campo Florenzano. Tale rifiorire di insediamenti è forse connesso con la riorganizzazione dioclezianea dell'Italia e con la rivitalizzazione del porto di Genova in conseguenza dello spostamento della capitale a Milano.
Le ricognizioni di superficie e gli scavi compiuti in questi ultimi decenni hanno indicato, per l'età romana e tardoantica, la possibilità di insediamenti articolati: villaggi con una struttura più o meno complessa, modesti aggregati demici e semplici fattorie isolate; tra questi contesti possono essere ricordati quelli di Campora di Gemignano, Vicomorasso, Cian delle Crose, Montanesi, Serra Riccò, S. Cipriano e Magnerri.

Nell'alto Medioevo sembrerebbero mantenersi le medesime condizioni del popolamento illustrate precedentemente e, con il secolo XI, furono prevalentemente occupati i terrazzi alluvionali, mentre nella parte inferiore della valle vennero edificati insediamenti monastici ed in quella superiore siti fortificati controllavano importanti assi viari e singoli distretti territoriali.
La rinascita civile e lo sviluppo successivo del Polcevera si basa forse su alcune polarità religiose esistenti intorno al Mille, e anche precedentemente, alle quali vanno riferite le sue più antiche circoscrizioni plebane. Si ricordano in particolare le Pievi di Stefano di Larvego, di Serra Riccò, di S. Cipriano, di Rivarolo e di Sampierdarena. Il popolamento della vallata alle soglie del XII secolo è deducibile per riflesso dalla localizzazione delle chiese esistenti citate nel Registro Arcivescovile del 1143, che rappresenta la prima documentazione insediativa nota derivata dalle più antiche pievi

matrici. Fra le principali relative agli abitati alti, si ricordano quelle di Murta, Brasile, Gemignano, Cremeno, Morego, che sembrano più direttamente legate ad uno schema insediativo di cresta.
Lo sviluppo del fondovalle, attuato a partire dal XII e XIII secolo, si concentrò intorno alle aree di Rivarolo, di Teglia e Pontedecimo come sembra indirettamente confermato dalle date storiche dei rispettivi edifici religiosi di Nostra Signora Assunta, N. S. di Loreto e S. Giacomo.
Tra XIV e XV secolo, la fondazione dei nuovi grandi conventi e dei principali ordini religiosi entro la valle portò un incremento considerevole in tutta la vita polceverasca. Tra le nuove localizzazioni si cita quella francescana a Bolzaneto, fondato nel 1290, quella certosina a Rivarolo ed infine, circa un secolo dopo, l'affidamento ai Benedettini nel 1410 della chiesa di S. Nicolò del Boschetto.

4.10.2.2 *Caratterizzazione del paesaggio*

La caratterizzazione del paesaggio è stata articolata su due livelli di approfondimento: l'area vasta ed il contesto locale. La lettura a scala di area vasta è consistita nella ricostruzione del quadro complessivo dei caratteri territoriali del paesaggio interessati dall'attraversamento del progetto infrastrutturale, sulla base dell'acquisizione e successiva elaborazione dei supporti descrittivi degli elementi territoriali, naturali ed antropici. Una volta definito il quadro conoscitivo di partenza, l'analisi si è spostata ad una scala locale, dove sono state valutate le relazioni tra la struttura del paesaggio interessato dall'attraversamento dell'opera in progetto e l'opera stessa. La lettura dei caratteri locali è stata svolta per tutti gli ambiti di intervento relativi ai soli tratti allo scoperto (cfr. Tabella 4-1), per i quali si ritiene si possano verificare relazioni, dirette ed indirette, con gli elementi del paesaggio.

4.10.2.2.1 *Struttura del paesaggio*

La struttura del paesaggio è stata analizzata secondo due aspetti: la struttura abiotica e la struttura fisionomica.

L'indagine relativa alla definizione della *struttura abiotica* del paesaggio ha individuato gli elementi orografici intesi come complesso sistema di dorsali, di vette, di bordi di terrazzi e di scarpate, di margini di valli, che costituiscono le fondamenta morfologiche di base della struttura paesaggistica. In particolare, l'analisi è stata condotta attraverso l'utilizzo dei seguenti parametri descrittori:

- Altimetria
- Acclività
- Esposizione dei versanti
- Intensità di rilievo

La conformazione orografica e idrografica del territorio ligure, unitamente agli aspetti insediativi, evidenzia la complessità del territorio stesso che in una sottile e arcuata striscia di terreno si porta dal livello del mare, con spiagge ed insediamenti urbani fortemente strutturati, a sistemi montuosi che salgono fino allo spartiacque appenninico. Le quote altimetriche dell'ambito di studio sono comprese tra 0 – livello del mare - e 700m slm, anche se la maggior parte dell'area si articola in quote al di sotto dei 100 m slm; in questa classe sono comprese le aree più basse di costa e di fondovalle dei corsi d'acqua, soprattutto le porzioni urbanizzate.
Pur non raggiungendo quote significative, la conformazione dell'area presenta un'accentuata acclività diffusa fino alla base dei rilievi. Le zone propriamente prive di pendenza sono limitatissime e totalmente urbanizzate; le acclività più diffuse sono comprese tra 35 e 50%, pendenze che richiedono modellamenti incisivi per qualsiasi attività antropica, sia di tipo agricolo che urbano.
I crinali secondari che scendono a pettine verso il mare racchiudono brevi corsi d'acqua: tra questi, i due principali, il Polcevera in corrispondenza del porto commerciale ed il Leira in corrispondenza dell'abitato di Voltri, formano solchi vallivi più ampi che si addentrano nella fascia collinare e rappresentano altrettante spine di collegamento infrastrutturale. In particolare il Polcevera viene ritenuto il collegamento del porto con l'Europa, sia per la mobilità, sia come corridoio ecologico.
La variegata struttura abiotica è l'origine del paesaggio ligure e, più precisamente delle trasformazioni morfologiche che l'uomo ha effettuato per potervisi insediare; per tale motivo studiarne i caratteri è fondamentale per capire le tipologie di tale insediamento, sia storico che moderno.

La definizione della *struttura fisionomica* del paesaggio ha considerato le due matrici, naturale ed antropica, nelle quali è possibile racchiudere i principali fenomeni che caratterizzano il paesaggio; all'interno della matrice naturale è possibile individuare gli elementi che descrivono ecologicamente il paesaggio ed i suoi dinamismi spontanei; la matrice antropica descrive l'attuale dinamica dei fenomeni umani, legati alle trasformazioni insediative, e le loro interrelazioni con gli ecosistemi.

Il paesaggio naturale antropizzato circonda la città e si articola in diversi sistemi in cui i soprassuoli e la posizione morfologica costituiscono i principali riferimenti di riconoscibilità.

Gli ambiti con caratteri tipicamente rurali sono quelli posti alle estremità dell'ambito di studio, nella fascia più a nord. Fanno parte di questo paesaggio tre categorie di paesaggi locali: i rilievi boscati, il sistema rurale tradizionale ed i sistemi prativi di quota; non fanno parte del paesaggio naturale antropizzato i fondovalle con i relativi corsi d'acqua che invece rientrano nel paesaggio insediato urbano in quanto segnati da un'edificazione continua e da funzioni legate all'ambito urbano, come i siti estrattivi che interessano la val Varenna e la valle del Rio Chiaravagna.

Il sistema agricolo è articolato in zone coltivate che si affiancano a fasce boschive e cespugliate, a praterie o ad agglomerati edificati, assumendo nel complesso una fisionomia a mosaico.
L'ambito rurale costituito dal sistema della coltura tradizionale conserva i tratti storici della cultura che ha prodotto i famosi terrazzamenti liguri. In questi ambiti le trasformazioni sono più evidenti; la modifica del tipo di conduzione e la richiesta di residenze urbane hanno innescato un processo di cambiamenti capillari e continui che ne stanno lentamente modificando il volto.
La riduzione delle colture ha permesso l'insediamento di vegetazione arborea che ha lentamente recuperato i versanti più acclivi ed i fondovalle non insediati; anche questa è una fascia di transizione, di collegamento tra l'urbano ed il naturale. Seguono poi i sistemi prativi, quelli boscati ed i corsi d'acqua; anche se chiamarli naturali è improprio per il diffuso intervento antropico, questi ambiti hanno un ruolo naturale nell'insieme del contesto; i boschi, anche se governati, hanno infatti una funzione ecosistemica forte, così come i prati che ricoprono i crinali ed i versanti più elevati.
All'interno del contesto rurale meritano di essere ricordati anche i sistemi estrattivi che, rappresentano veri e propri problemi aperti sia dal punto di vista ambientale che paesaggistico.

Sebbene all'interno dell'ambito di studio non siano presenti sistemi paesaggistici cui attribuire una matrice esclusivamente naturale, tuttavia, è possibile individuare aree dove, nonostante un marcato intervento antropico, si conservano alcuni aspetti di naturalità. Tali ambiti, definibili come "subnaturali", corrispondono a lembi di territorio boscato che caratterizzano le aree di versante, in particolare in corrispondenza dell'emergenza orografica del Monte Spassoia e nella zona di Genova Est in corrispondenza dell'allaccio previsto con l'autostrada A12.
L'ambito centrale dell'area, compreso tra il Torrente Branega e il Polcevera, è dominato da una ricca copertura forestale, prevalentemente di conifere, che si integra con le formazioni arboree riparie e si alterna ad ampie superfici cespugliate.
La zona ad est del Polcevera che risale fino alla dorsale primaria è quella che maggiormente presenta un assetto di tipo naturalistico, per la presenza sui versanti di coperture a vegetazione spontanea, arborea ed arbustiva, e da prati; tuttavia, sia lo sfruttamento dei prati a pascolo, dei boschi per il legname, che la presenza, lungo i crinali, di edilizia militare, mura e i forti a difesa del nucleo storico della città, contribuiscono alla diminuzione del livello di naturalità di questa area.

Rispetto al sistema naturale, un'altra considerazione va fatta in merito alla presenza dei corsi d'acqua all'interno dell'ambito di studio. Nonostante gli aspetti di degrado, infatti, che investono, in particolar modo, i principali corsi d'acqua (T. Varenna, T. Polcevera), rivestono particolare importanza, dal punto di vista paesaggistico, le aree ripariali con la relativa vegetazione igrofila proprio in corrispondenza delle sponde dei principali torrenti.
Tuttavia, nella maggior parte dei casi, i corpi idrici risultano dotati di arginature artificiali e risultano alterati nella fascia riparia, spesso pressoché privi di vegetazione igrofila.
Le aste fluviali si collocano infatti all'interno dei principali sistemi vallivi in cui spesso prevale il sistema antropico (tessuto edificato residenziale ed industriale) o quello agricolo (seminativi), che condizionano e limitano il naturale espandersi della vegetazione legata al fiume.

Per quanto riguarda il paesaggio insediato, la maggior parte dell'insediamento urbano compatto si sviluppa nelle brevi fasce pianeggianti situate lungo la costa ed i fondovalle dei principali corsi d'acqua, estendendosi con le propaggini infrastrutturali del porto commerciale e dell'aeroporto fin dentro il mare. Lo sviluppo urbano ha prodotto edificazioni compatte ed estese che, una volta saturata la costa, si sono spinte verso le colline, occupando anche le sommità con complessi edilizi di discutibile qualità architettonica.

In particolare, il tessuto urbano di Genova presenta una struttura di tipo radiale policentrica che, sviluppatasi a partire dal nucleo storico principale, ha poi inglobato i centri minori e le relative espansioni, fino a diventare un'unica area metropolitana che occupa un breve tratto di fascia costiera, abbarbicandosi alle acclivi pendici dei rilievi.
L'insediamento urbano è segnato da tutte quelle infrastrutture, quali il porto, l'aeroporto, gli opifici industriali, che hanno pesantemente condizionato la città; in particolare, si evidenzia la presenza di complessi petroliferi che, piccoli o grandi, sono distribuiti, in modo pressoché omogeneo in tutto l'insediamento urbano, spesso in simbiosi con i complessi residenziali.
A monte, la città risale la base dei rilievi, rarefacendosi e fondendosi con l'insediamento diffuso a matrice rurale, formando uno dei paesaggi antropici più caratteristici del nostro paese.
Il sistema degli insediamenti produttivi di costa occupa la quasi totalità del territorio che si affaccia sul mare, ad eccezione di un breve tratto all'altezza di Pegli, prevalentemente residenziale.
In questo ambito sono presenti le grandi infrastrutture che dominano il porto e l'aeroporto, conferendo un assetto paesaggistico totalmente artificiale.
L'insediamento prevalentemente produttivo si estende anche lungo i principali fondovalle (Polcevera e Leiro), con opifici specialistici tra i quali spiccano, per diffusione e tipologia, i depositi petroliferi che sporadicamente risalgono anche la base dei versanti collinari.

All'evoluzione del sistema insediativo si è sovrapposto il sistema della mobilità, soprattutto viario, autostradale e di scorrimento che si sviluppa, come l'edilizia, in elevazione, tangenzialmente alla costa e in penetrazione lungo le principali valli verso l'interno, affiancato dalle linee ferroviarie.
La morfologia di questa porzione di territorio ligure ha fortemente limitato il sistema infrastrutturale della mobilità via terra: i collegamenti est – ovest, soprattutto quello autostradale, intersecano la gran quantità di crinali e vallette che scendono verso il mare. Tale situazione ha generato un tracciato affidato quasi esclusivamente a viadotti e gallerie che, con i propri manufatti, taglia trasversalmente la morfologia naturale.
L'autostrada A10 - A12 attraversa le prime propaggini collinari a ridosso della città, inserendosi spesso nel tessuto urbano; i suoi svincoli e raccordi fanno parte del paesaggio genovese, dove ponti ferroviari ed autostradali costituiscono una caratterizzazione di tutte le valli trasversali.
Le strutture viarie e ferroviarie diventano anche l'ossatura delle principali valli (Polcevera e Leiro), insieme agli insediamenti produttivi che occupano ormai la totalità dei fondovalle urbanizzati.

4.10.2.2.2 *Le unità di paesaggio*

Le "unità di paesaggio" possono essere intese come una categoria di analisi attraverso la quale risulta possibile ridurre la complessità dell'ambito indagato e restituirne un'interpretazione semplificata che consenta di comprendere la struttura e gli elementi identitari del territorio.
La costruzione delle unità di paesaggio costituisce pertanto un'operazione di scomposizione del paesaggio e di riordino dei diversi elementi naturali ed antropici che lo determinano.
In tal senso, sono state individuate otto unità di paesaggio, così definite:

1 La collina urbanizzata sul mare
2 La città di costa
3 Il mare costruito
4 L'entroterra rurale
5 Le valli incise
6 Le valli urbanizzate
7 La città in trasformazione
8 Le fortificazioni del sistema centrale

4.10.2.2.2.1 *La collina urbanizzata sul mare*

L'ambito di studio si chiude ad ovest sulle estreme propaggini del Monte Tardia e del Monte Pennone che si tuffano a mare in corrispondenza dell'abitato di Crevari, piccola concentrazione che si sviluppa alle spalle di Voltri.
I rilievi denominati Bric Batagin e Villon sono i riferimenti dei crinali secondari che scendono fino al mare, formando scogliere elevate. Vesima, che si sviluppa alla base ovest di tali rilievi, si configura come un aggregato di edificato sparso sul versante collinare prospiciente il mare.
L'unità di paesaggio comprende il tratto di costa da Vesima fino a Crevari estendendosi verso l'interno fino ai Bric Brigna e degli Uccelli; in questo ambito si possono riconoscere tre paesaggi identitari: il più estensivo è quello di crinale che comprende la parte alta dell'area, poi c'è il sistema a matrice rurale che si sviluppa tra Vesima e Crevari, occupando anche la zona a nord-ovest di Vesima, ed infine il versante sud e la fascia pedecollinare che comprende Vesima.
In questo tratto i modestissimi spazi di costa sono totalmente occupati dalla viabilità storica della S.S.1 Aurelia e da tratti ferroviari lungo i quali si attestano edifici residenziali; l'autostrada esistente si sviluppa a mezza costa, in posizione elevata, su lunghi viadotti intervallati da brevi gallerie.
Si tratta di un ambito paesistico di notevole valore con suggestive ed ampie viste panoramiche sul mare e sulla città di Genova, raramente fruibili per la limitatezza delle viabilità pubbliche presenti. È un sistema estremamente acclive, tipologicamente articolato in due fasce: di versante che scende a picco sul mare e di crinale che forma la cornice a monte.

4.10.2.2.2.2 *La città di costa*

La fascia litoranea che va da Voltri a Cornigliano, attraversata dalla strada consolare, è divenuta una vera e propria città lineare; sviluppandosi alla base della collina, ha, infatti, formato un continuum di edificato, infrastrutture e servizi che da Voltri giungono fino al centro storico della città di Genova. Questa unità di paesaggio identifica un ambito specificatamente urbano in cui, sebbene siano presenti elementi puntuali di valore e scorci rilevanti, tuttavia, la percezione d'insieme non restituisce un'immagine di particolare interesse paesaggistico.



Figura 4-20 Elementi infrastrutturali



Figura 4-21 Edificazioni lungo la costa

Questa stretta striscia pianeggiante, se da un lato non dialoga con il mare, dall'altro entra in relazione con le pendici collinari che la delimitano a nord e le valli trasversali che si dipartono sempre verso nord. È infatti in queste direzioni che l'insediamento urbano trova la sua prosecuzione insinuandosi nei fondovalle e risalendo i versanti fin oltre le sommità.
Gli elementi di qualificazione del paesaggio possono essere percepiti solo attraverso una fruizione mirata e lenta, infatti numerose sono le presenze di ville e parchi storici che però non emergono dal contesto generale se non in qualche rara situazione. La mancanza di rapporto con il mare è forse una delle problematiche principali che le scelte urbanistiche recenti stanno tentando di risolvere per ricucire un'identità storica persa nello sviluppo economico della seconda parte del 1900.

4.10.2.2.2.3 *Il mare costruito*

La carenza di suolo insita nella struttura della costa genovese ha fatto sì che gli ampliamenti del sistema portuale storico si siano sviluppati mediante riempimenti in mare con il recupero di ampie banchine utilizzate sia per i porti commerciale e merci, sia per l'aeroporto. Tali scelte, oltre ad alterare permanentemente il disegno della costa, hanno totalmente distaccato la città dal proprio fronte a mare; infatti, l'attuale normativa di sicurezza equipara tali infrastrutture a zone militari, dotate di recinzioni invalicabili e non accessibili alla pubblica fruizione. La totale separazione fisica non corrisponde alle relazioni che esistono tra città e scali a mare; il porto infatti è la principale risorsa economica del centro urbano e, come tale, intorno ad esso ruota l'organizzazione economica e turistico/commerciale. Le relazioni sono quindi di tipo funzionale, interessando la mobilità e soprattutto l'assetto percettivo del paesaggio. Pur non essendo fruibili, sia il porto che l'aeroporto sono fortemente relazionati con la parte alta della città e con il sistema collinare che li circonda, influenzandosi reciprocamente con gli elementi che svettano al di sopra del tessuto compatto. Al contrario, porto e aeroporto costituiscono luoghi panoramici d'eccellenza per i fruitori, offrendo visioni panoramiche della città di notevole qualità, dai mezzi di trasporto che si allontanano dalla costa, navi ed aerei. Il sistema infrastrutturale del mare costituisce un paesaggio formalmente caratterizzato da situazioni di estremo degrado; se, da un lato, è dotato di un elevato valore percettivo nei confronti della città quale punto di vista privilegiato, contestualmente accoglie in sé elementi detrattori di qualità paesaggistica per chi osserva il mare da terra.

4.10.2.2.2.4 *L'entroterra rurale*

Dalle colline sovrastanti Voltri a quelle immediatamente sopra Pegli, dal Bric Brigna al Bric delle Monache, la porzione di territorio, posta a monte della città di costa, è caratterizzata da un'alternanza di crinali e valli minori, tutte con andamento prevalentemente nord/sud. Morfologicamente questa unità di paesaggio, insieme alle colline estrattive ed ai crinali con le fortificazioni, forma l'arco collinare che racchiude la città di Genova e ne rappresenta anche la quinta scenografica entro cui si articolano le funzioni urbane.
L'unitarietà dell'ambito deriva, oltre che dalla struttura morfologica, dalla capacità di comprenderlo in modo omogeneo alla grande scala; nell'insieme, infatti, non si percepiscono le diversità locali che lo caratterizzano. Ad una scala di dettaglio, i rapporti di percezione del paesaggio sono legati ad una fruizione lenta, spesso corrispondente alla percorrenza pedonale ed escursionistica.



Figura 4-22 Insediamento moderno di crinale a Caneva



Figura 4-23 L'alta valle del torrente Leiro

I torrenti Cerusa e Leiro definiscono un ampio sistema vallivo alle spalle di Voltri in cui i terrazzamenti a muretti e ciglioni rappresentano ancora una realtà colturale in funzione, con piccoli centri abitati ed edilizia sparsa a limitata diffusione, intervallati da ampie zone boscate che si spingono fino a ridosso della collina urbanizzata. L'attuale tracciato autostradale ha, in questo ambito, un ruolo fortemente caratterizzante, dovuto principalmente ai viadotti che si sviluppano a

quote molto elevate per collegare i versanti opposti di vallate incise, con tracciati spesso arditamente curvilinei.
Questa unità di paesaggio, nella parte prospiciente il mare, è caratterizzata dalla presenza di insediamenti urbani che risalgono il versante, spesso fino alla sommità; gli insediamenti compatti rientrano nella città di costa mentre gli interventi unitari, spesso recenti, sono inseriti nell'entroterra rurale. Tale scelta è motivata dal fatto che questi insediamenti, pur avendo uno sviluppo consistente, soprattutto in elevazione, tipologicamente permangono nell'ambito rurale; costituiscono vere e proprie isole residenziali immerse nel paesaggio rurale che, con i loro caratteri architettonici, creano un forte contrasto con il paesaggio circostante anche per la posizione, sovente di crinale.

4.10.2.2.2.5 *Le valli incise*

Le valli successive dei torrenti Varenna e Chiaravagna possono essere definite come paesaggi nascosti: sono valli incise con imbocchi molto stretti e svelano alla percorrenza interna paesaggi totalmente differenti dai contesti circostanti. Lungo i corsi d'acqua si sviluppano gli opifici di lavorazione delle pietre, in alcuni casi occupano quasi l'intera ampiezza della valle, estendendosi anche al di sopra del corso d'acqua. In altri casi palazzi storici, che si prolungano su ponti antichi, si uniscono a sistemazioni agrarie, creando micropaesaggi di alto valore testimoniale.



Figura 4-24 Gli opifici



Figura 4-25 Le aree estrattive

Risalendo i corsi d'acqua, si nota come i versanti vadano via via allargandosi fino alla conca di testata della valle dove si aprono i siti estrattivi che hanno alterato i caratteri morfologici locali.
L'attività estrattiva, infatti, ha asportato veri e propri spicchi di collina; la maggior parte delle cave è ancora attiva e ben visibile dalla viabilità di scorrimento lungo la costa.
Questi paesaggi, che rappresentano quelli maggiormente degradati, privati della naturale identità, necessitano di interventi strutturali di riqualificazione o addirittura di rinnovo e trasformazione.

4.10.2.2.2.6 *La valle infrastrutturata*

La Val Polcevera è considerata il solco vallivo di primaria importanza che taglia la corona montuosa circostante la città di Genova. Oltre ad essere il principale corso d'acqua, la valle è divenuta il corridoio infrastrutturale primario per il collegamento con le altre regioni del Nord Italia. Alla valle corrispondono due unità di paesaggio, in ragione delle sostanziali diversità dei contesti che caratterizzano l'alta e la bassa valle.
L'alta valle presenta una concentrazione di edilizia, insediamenti specialistici e autostrade da Morego a Rivarolo e, seppure vi sia un'urbanizzazione continua lungo tutto il fondovalle, presenta elementi di natura abbastanza diffusi sui versanti, fino alle sommità.
Tre sono le tipologie di paesaggio che qui si possono riconoscere:

- il fondovalle urbanizzato, insediamento compatto sviluppato su entrambe le sponde del torrente, che localmente risale i versanti fino a congiungersi con insediamenti storici minori;
- i versanti rurali, dove si alternano boschi e colture a prati, che si estendono fino alle quote più elevate;
- il corso d'acqua, unico elemento naturale che attraversa il sistema urbanizzato a fondovalle, fungendo da corridoio ecologico primario tra il mare e le zone montane dell'entroterra.

4.10.2.2.2.7 *La città in trasformazione*

La bassa Val Polcevera si estende da nord a sud, dalle zone di Rivarolo, Borghetto fino al porto, comprendendo le zone di Sampierdarena, Cornigliano e Fiumara; tale ambito non interessa strettamente la sola valle, ma l'intero contesto urbano che le ruota intorno. Il paesaggio, tipicamente urbano, è stratificato a diversi livelli in cui la quasi totalità degli spazi presenta elementi di degrado profondi e strutturali.
In questo contesto si possono rilevare alcuni elementi caratterizzanti:

- la sponda destra del torrente, totalmente occupata dalle ex acciaierie di Cornigliano, edifici industriali dimessi corredati da due ampie zone di depositi petroliferi in fase di smantellamento;
- la sponda sinistra in cui fasci di binari, viabilità, opifici e condomini si alternano a nuovi centri commerciali nella stretta fascia del fondovalle, occupando la totalità dello spazio;
- l'insediamento di foce in fase di rapida trasformazione, ad opera di programmi pubblici di rigenerazione urbana, con la sostituzione di funzioni e l'integrazione dei tessuti urbani storici e di espansione che interessano la collina di Borzoli, Coronata e le zone ottocentesche fino al Porto Antico.

In questo contesto alcuni elementi architettonici hanno assunto un ruolo segnico nel paesaggio urbano; ne è un esempio il viadotto Polcevera; le strutture di archeologia industriale delle acciaierie di Cornigliano; il matitone, edificio moderno che svetta tra le costruzioni in prossimità del porto; la sopraelevata che percorre in quota il fronte mare della città dal porto commerciale alla fiera.
Genova sta ripensando le zone più degradate della città ed ha avviato programmi complessi tra cui emerge, nell'area di studio, la riconversione funzionale delle ex acciaierie e la rifunzionalizzazione ecologica del corso d'acqua.

4.10.2.2.2.8 *Le fortificazioni del sistema centrale*

Il sistema difensivo ha assunto un ruolo fortemente testimoniale e di riferimento visivo per l'intera città, che risulta accentuato dal fatto che occupa le sommità di crinali spogli, con vegetazione erbacea, spesso rocciosa che esalta le architetture militari.
Tale ambito comprende tre tipologie di paesaggio:

- le pendici boscate che dalla parte alta dei versanti scendono a lambire la città;
- le sommità dei crinali con il sistema fortificato;
- la conca di Campursone, valletta secondaria che scende fino al torrente Bisagno ed ospita, nella parte in basso, il cimitero monumentale di Staglieno.

4.10.3 Il Rapporto Opera – Ambiente

Come per le componenti Vegetazione e flora e Fauna ed ecosistemi, dal momento che le problematiche relative alla componente in esame sono le medesime per il progetto Infrastrutturale ed il progetto di Cantierizzazione, l'analisi del rapporto opera-ambiente viene svolta globalmente, senza distinguere tra i due progetti.

Lo studio del paesaggio dell'area genovese ha permesso di evidenziare un assetto molto articolato che in molti siti presenta forti elementi di degrado, come nel caso dell'assetto insediativo di tipo prevalentemente produttivo, fortemente edificato lungo il fondovalle del Polcevera.
L'individuazione delle principali interferenze si è basata sul confronto tra le peculiarità del territorio e le caratteristiche formali e dimensionali delle opere e delle attività previste.
Per quanto concerne le peculiarità del territorio queste possono essere riassunte in cinque punti:

- la dominanza dei versanti collinari, come elemento strutturante l'uso attuale e potenziale del territorio e quale carattere identitario del paesaggio;

- il pregio ambientale di alcune delle aree retrocostiere, siano esse tutelate, attraverso l'inclusione all'interno di parchi regionali, urbani o di siti di importanza comunitaria, o non soggette a particolare regime normativo;
- la presenza di manufatti storico-testimoniali e delle emergenze archeologiche, nonché del sistema dei Forti, quali elementi identitari del contesto paesaggistico in esame;
- il peso rilevante dell'infrastrutturazione non soltanto in termini meramente quantitativi, quanto soprattutto di incombenza fisica e percettiva delle opere infrastrutturali, il cui tracciato frammenta la leggibilità degli elementi di struttura del contesto attraversato;
- la presenza di ampie aree produttive, spesso soggette a fenomeni di degrado, a loro volta esito del processo di deindustrializzazione verificatosi in tutta l'area genovese.

Dal punto di vista delle interferenze, si può affermare che gli elementi di maggiore rilievo siano costituiti dalle opere in viadotto e dagli imbocchi in galleria.

Per quanto riguarda gli imbocchi in galleria, l'interferenza si rileva in relazione alle caratteristiche morfologiche dei territori attraversati e all'andamento altimetrico dei crinali che condizionano la realizzazione degli imbocchi e, di conseguenza, il mantenimento o meno delle condizioni di naturalità dei versanti interessati da tali opere. In conclusione, si ritiene di dover rilevare la presenza di interferenze di tipo strettamente visuale che riguardano:

- l'alterazione dei rapporti di scala esistenti tra le grandezze degli elementi presenti;
- le interferenze che riguardano l'immissione di nuovi "segni" sul territorio, che provocano un'alterazione del valore semantico espresso dagli elementi che connotano il contesto.

Da un punto di vista paesaggistico, il rapporto tra il contesto naturale ed opera dell'uomo può, pertanto, essere risolto attraverso interventi di sistemazione a verde, tesi a ricucire la copertura a verde nei tratti di imbocco in galleria, configurando un continuum visivo con le aree collinari.
In linea generale le interferenze dovute alla predisposizione dei cantieri, che si esprimono nell'alterazione delle condizioni visive e nella modifica dell'assetto morfologico delle aree di versante interessate dagli imbocchi e nella sottrazione delle fitocenosi, sono parzialmente reversibili: al termine della fase di costruzione, infatti, la gran parte delle superfici interferite sarà oggetto di recupero, ad esclusione delle porzioni interessate dai nuovi manufatti. Negli ambienti già perturbati dalla presenza di attività antropiche preesistenti si ritiene necessario intervenire mediante opere di riqualificazione ambientale al fine di evitare un'ulteriore degrado.

Per quanto riguarda le interferenze di tipo strettamente visuale nell'ingombro determinato dalla realizzazione dei tratti in viadotto, nella maggior parte dei casi le condizioni di visibilità dell'area di sviluppo del progetto sono condizionate dalla geomorfologia del territorio che, nel caso di ambiti vallivi profondamente incisi, configurano visuali strette e parziali.
In altri casi, si evidenzia la presenza di detrattori del paesaggio, identificati nella complessa infrastrutturazione di alcuni ambiti di progetto, la cui articolazione all'interno della struttura del paesaggio non consente, allo stato attuale, una chiara leggibilità degli elementi costitutivi; in tali contesti, le nuove opere in viadotto, sebbene rappresentino ulteriori segni di strutturazione del paesaggio, tuttavia entrano in relazione con gli elementi della stessa natura. È il caso del viadotto "Genova" che, collocandosi a monte del complesso sistema di fondovalle del Polcevera, di fatto, entra in relazione, sia dal punto di vista semantico, che da quello architettonico, con l'esistente ponte "Morandi". I due elementi infrastrutturali, l'uno storicizzato, l'altro di nuova concezione, costituiscono due importanti segni di connotazione di questa porzione di territorio. Il valore identitario del viadotto "Morandi", di fatto, viene ribadito dalla presenza del nuovo viadotto "Genova" che assume il ruolo di nuovo riferimento territoriale nella porzione a monte del Torrente Polcevera, richiamando le caratteristiche di un'opera entrata nella storia culturale della città.

Nell'ambito di Vesima, la cui sensibilità territoriale è relativa alla presenza di lembi di formazioni boscate appartenenti al parco del Beigua, il progetto, prevedendo l'adeguamento dei viadotti esistenti e i nuovi imbocchi in galleria, non comporta una sostanziale alterazione della struttura del paesaggio e non produce modifiche alle condizioni percettive preesistenti.

Nell'ambito di Voltri, dove l'eterogeneità delle infrastrutturazioni presenti si configura nel differente assetto insediativo lungo le due valli, del Cerusa e del Leiro, il progetto prevede opere in elevazione (rampe, viadotti), con caratteristiche tipologiche che consentono una permeabilità visiva che non ostacola la fruizione di aree individuate per il loro rilevante interesse storico-artistico.
L'alterazione morfologica derivante dalle opere in rilevato e dagli imbocchi in galleria è limitata; nel primo caso la sottrazione di vegetazione è contenuta, mentre nelle aree interessate dalla realizzazione degli imbocchi in galleria non vengono coinvolte formazioni naturali di pregio.

Negli ambiti di Genova Est e Genova Ovest, le opere in progetto si inseriscono all'interno di un paesaggio che, seppure antropizzato, presenta dei forti caratteri di identità territoriale rappresentati dai manufatti di interesse storico-testimoniale. Tuttavia il carattere tipologico delle opere previste, di scarsa rilevanza dimensionale, fa sì che il contesto sia in grado di assorbire tali interventi all'interno della struttura paesaggistica esistente.
Gli interventi suggeriti, al fine ultimo di favorire l'inserimento paesaggistico – ambientale dell'opera, sono stati definiti sulla base di una valutazione, da un punto di vista morfo-funzionale, di tutti quegli aspetti di carattere naturale ed antropico che vengono compromessi dalla realizzazione dell'opera, aspetti prevalentemente legati agli usi consolidati del suolo ed alle condizioni percettive.
Stabilito il criterio generale, di natura teorica, su cui informare l'individuazione degli interventi di mitigazione, si è passati, in maniera operativa e per una maggiore chiarezza, ad una classificazione in obiettivi ed interventi, riferiti agli elementi di criticità scaturiti dall'analisi paesaggistica di partenza.

Gli obiettivi alla base della definizione degli interventi di inserimento paesaggistico-ambientale riguardano il recupero delle qualità ambientali per ottimizzare l'inserimento percettivo dell'opera.
In particolare, ci si riferisce a quelle situazioni in cui la presenza del nuovo tracciato si configura all'interno di ambiti paesaggistici che presentano caratteri di naturalità.
È il caso degli ambiti Torbella e Varenna, in cui il contesto, scarsamente antropizzato, è caratterizzato prevalentemente da un alto grado di naturalità definito dalla presenza di una rigogliosa copertura boscata.
Evidenziando il sistema naturale attraverso la ricostituzione e l'infoltimento della vegetazione boscata che caratterizza la struttura morfologica dove si prevedono gli imbocchi in galleria, gli interventi di mitigazione paesaggistica sono volti a preservare tali formazioni naturali, mantenendo le caratteristiche di naturalità e garantendo una continuità visiva con lo scenario di sfondo.

Per valutare la variazione dell'assetto del paesaggio sono stati effettuati foto-inserimenti nelle diverse fasi di attività: ante operam, fase di realizzazione, post operam e post operam con mitigazioni.

Nel merito dei beni culturali tutelati ai sensi dell'art. 10 del DLgs 42/2004, l'unico direttamente interessato dall'opera in progetto è rappresentato da Palazzo Pareto (Codice Monumentale 02 – 013), del quale è prevista la demolizione per la realizzazione del viadotto Genova e dell'imbocco della Galleria Monterosso lato GE. Si segnala, tuttavia, che tale immobile, secondo quanto riportato nella relazione storico-artistica allegata al decreto di vincolo, "*versa in uno stato di forte degrado, a seguito del suo utilizzo a magazzino e del successivo abbandono, e di profonda trasformazione del contesto ad opera degli insediamenti industriali sorti all'intorno*". Si evidenzia che la soluzione progettuale adottata discende dalla selezione delle alternative di attraversamento della Val Polcevera poste a confronto nel corso del Dibattito Pubblico.

Altro bene vincolato interferito è il Cimitero del Leira (Codice monumentale 27-033), interessato dalla realizzazione del viadotto Leiro Est ed Ovest; occorre tuttavia evidenziare che nei fatti tale interferenza non si configura come effettiva, in quanto il tracciato autostradale supera l'area del cimitero in viadotto.

Relativamente ai beni paesaggistici di cui all'articolo 136 "Immobili ed aree di notevole interesse pubblico", le uniche interferenze riguardano i "Terreni presso Villa Brignole Sale" e le "Aree soprastanti il piazzale Belvedere", seppur per modestissima entità. Nel primo caso, l'interferenza riguarda una porzione marginale dell'area tutelata, prossima agli attuali viadotti e gallerie

autostradali, ed è limitata all'imbocco della Galleria delle Grazie e ad una modesta porzione dell'ampliamento del viadotto Leiro esistente (rampe di raccordo tra la Gronda e l'attuale A10). A tal riguardo, si precisa che, anche in questo caso, la soluzione progettuale sviluppata nel progetto definitivo discende dal recepimento delle istanze emerse in sede di Dibattito Pubblico, a fronte della richiesta di semplificazione dell'interconnessione di Voltri. Relativamente al patrimonio edilizio, posto che l'intervento in esame non interferisce in alcun modo con il manufatto di interesse storico-architettonico e testimoniale rappresentato dalla Villa Duchessa di Galliera in ragione della rilevante distante intercorrente, la realizzazione dell'imbocco della galleria Delle Grazie comporterà la parziale modifica dell'assetto della Valletta del Leone, interessando il complesso dei manufatti che concorrono a caratterizzarla, quali la Latteria, l'arco di ingresso ed i resti della grotta.
Proprio al fine di non compromettere tali beni, è stata condotta un'attività di ottimizzazione della soluzione progettuale dell'imbocco della galleria, che ha consentito di non interessare il citato arco; per quanto invece concerne i restanti beni, stante l'impossibilità di modificare ulteriormente la soluzione progettuale, è stata prevista la delocalizzazione della Latteria e l'eventuale ricostruzione della grotta in altro luogo interno al parco.

Nel secondo caso, l'area vincolata consiste in un vasto ambito, allo stato attuale per buona parte interessato da tessuti edilizi compatti e consolidati, nonché dal tracciato autostradale e dal piazzale del casello di esazione di Genova Ovest, all'interno del quale ricadono gli imbocchi delle gallerie di progetto Granarolo e Moro 1; il contesto all'interno del quale detti interventi si collocano risulta pertanto del tutto differente da quello oggetto della dichiarazione di notevole interesse pubblico, di cui al decreto ministeriale del 11 Dicembre 1956.

Per quanto attiene le aree di interesse ambientale, nessuna area naturale protetta è interessata direttamente dal progetto. Per quanto attiene le aree della Rete Natura 2000, il SIC Beigua - Monte Dente - Gargassa – Pavaglione e la ZPS Beigua – Turchino risultano interessati dall'area del cantiere di imbocco delle gallerie Borgonuovo lato SV per una modesta porzione; inoltre, l'area di cantiere di imbocco delle gallerie Amandola lato GE si trova a circa 100 metri di distanza dal SIC Praglia - Pracaban - Monte Leco -Punta Martin.

Per quanto riguarda l'opera a mare, l'analisi effettuata ha evidenziato che l'area in cui si inserisce il progetto ha una vocazione portuale ed infrastrutturale ed è classificata come area di trasformazione in cui sono ammessi gli adeguamenti necessari; la costruzione della colmata non interferisce con gli usi industriali delle aree limitrofe e con gli usi portuali attuali del canale di calma. È inoltre compatibile con l'uso aeroportuale, che anzi si avvantaggerà della presenza della nuova area che verrà incorporata nel sedime aeroportuale, risolvendo l'attuale non conformità della pista dovuta ad una insufficiente ampiezza della fascia laterale (runway) di sicurezza.
L'analisi ha anche evidenziato che i Beni culturali presenti si trovano tutti a notevole distanza dal sito di progetto e la loro fruizione non è minimamente influenzata dalla presenza della colmata.
Per quanto riguarda la struttura del paesaggio, la ricostruzione storica ha evidenziato che la zona in progetto si inserisce in un contesto di tipo industriale che ha fortemente modificato la conformazione originaria della costa; l'opera in progetto rientra in questa tipologia e quindi non modifica la struttura del paesaggio adiacente.
Infine, per la valutazione del grado di intrusione ed ostruzione della nuova struttura, sono stati individuati i principali coni visivi e verificate le zone di intervisibilità: da terra l'opera è visibile solo dalle zone più elevate, che si trovano comunque a distanze significative (1-2 km), mentre dal mare risulta mascherata dalla presenza della diga foranea. Mediante foto-inserimenti si è verificato che la variazione paesaggistica maggiormente percettibile è la modifica della geometria del canale di calma; tuttavia l'inerbimento della superficie della colmata crea una contiguità cromatica con la zona aeroportuale preesistente e quindi rende meno percettibile l'effetto della presenza della nuova struttura che nel giro di poco tempo diventerà indistinguibile dalle altre zone dell'aeroporto.
Per tali motivi l'impatto sul paesaggio è stato classificato trascurabile, sia in fase di realizzazione che in fase di realizzazione finita.