

Provincia di Cuneo
S.S. 28 del Colle di Nava
Lavori di realizzazione della Tangenziale di Mondovì con collegamento alla S.S. 28 Dir – 564 e al casello A6 "Torino–Savona" – III Lotto (Variante di Mondovì)

PROGETTO DEFINITIVO

COD. T008

PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:

RAGGRUPPAMENTO



MATILDI+PARTNERS

TEMPORANEO PROGETTISTI

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

*Ing. Andrea Renso – TECHNITAL
Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2413*

IL PROGETTISTA:

*Ing. Edoardo Piccoli
Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A3381*

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE E PROGETTAZIONE STRADALE:

*Ing. Carlo Vittorio Matildi – MATILDI + PARTNERS
Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. 6457/A*

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE E

COORDINATORE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE:

*Ing. Edoardo Piccoli – TECHNITAL
Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A3381*

OPERE D'ARTE MAGGIORI GALLERIA:

*Ing. Corrado Pesce – TECHNITAL
Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A1984*

OPERE D'ARTE MAGGIORI PONTI E MINORI:

*Ing. Stefano Isani – MATILDI + PARTNERS
Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. A4550*

GEOTECNICA:

*Ing. Alessandro Rizzo – TECHNITAL
Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. A19598*

IDROLOGIA ED IDRAULICA:

*Ing. Simone Venturini – TECHNITAL
Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2515*

IL GEOLOGO:

*Geol. Emanuele Fresia – TECHNITAL
Ordine Geologi Veneto n. A501*

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

*Ing. Paolo Barrasso – MATILDI + PARTNERS
Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. A9513*

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Giuseppe Danilo Malgeri

PROTOCOLLO:

DATA:

08 – STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE
Impatti e mitigazioni

CODICE PROGETTO

DPT00008D16

NOME FILE

08.04_T00_IA01_AMB_RE04_B

PROGR. ELAB.

08.04

REV.

SCALA:

CODICE ELAB.

T00IA01AMBRE04

B

–

D

C

B

A

REV.

ISTRUTTORIA ANAS

EMISSIONE

DESCRIZIONE

Mag. 2020

Mar. 2020

DATA

Technital

Technital

SOCIETA'

Angelotti

Angelotti

REDATTO

Piccoli

Piccoli

VERIFICATO

Piccoli

Piccoli

APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA	1
2	ATMOSFERA	8
2.1	IMPATTI IN FASE DI CANTIERE	11
2.2	PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE	15
2.3	IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO.....	16
2.4	PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO	22
3	AMBIENTE IDRICO	23
3.1	IMPATTI IN FASE DI CANTIERE	24
3.1.1	<i>Alterazione del Regime delle Acque Superficiali</i>	24
3.1.2	<i>Contaminazione delle Acque Superficiali</i>	27
3.2	PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE	28
3.3	IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO.....	32
3.3.1	<i>Alterazione del Regime delle Acque Superficiali</i>	32
3.3.2	<i>Contaminazione delle Acque Superficiali</i>	39
3.4	PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO	40
4	SUOLO E SOTTOSUOLO	42
4.1	IMPATTI IN FASE DI CANTIERE	44
4.1.1	<i>Sottrazione di suolo</i>	44
4.1.2	<i>Sottrazione di sottosuolo</i>	45
4.1.3	<i>Contaminazione di suolo, sottosuolo e acque di falda</i>	49
4.1.4	<i>Alterazione delle condizioni morfologiche dei versanti</i>	50
4.2	PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE	51
4.3	IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO.....	57
4.3.1	<i>Contaminazione di suolo e sottosuolo e acque sotterranee</i>	57
4.4	PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO	57
5	PATRIMONIO AGROALIMENTARE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI	60
5.1	IMPATTI IN FASE DI CANTIERE	63
5.2	PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE	63

5.3	IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO.....	65
5.4	PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO	66
6	RUMORE E VIBRAZIONI	81
6.1	IMPATTI RUMORE IN FASE DI CANTIERE	81
6.2	PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI RUMORE IN FASE DI CANTIERE.....	82
6.3	IMPATTI RUMORE IN FASE DI ESERCIZIO	83
6.4	PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI RUMORE IN FASE DI ESERCIZIO	84
6.5	VIBRAZIONI	86
6.5.1	Sorgenti di vibrazioni già presenti	87
6.5.2	Ricettori potenzialmente coinvolti	87
6.5.3	Impatti vibrazioni in fase di cantiere	89
6.5.4	Prevenzione e mitigazioni vibrazioni in fase di cantiere	89
6.5.5	Impatti vibrazioni in fase di esercizio.....	90
6.5.6	Prevenzione e mitigazioni vibrazioni in fase di esercizio.....	91
7	PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE	92
7.1	ANALISI DELLA QUALITÀ PERCETTIVA	92
7.1.1	Metodologia di analisi	92
7.1.2	Percezione visiva ed intervisibilità.....	92
7.1.3	Analisi percettiva dall'interno dell'infrastruttura.....	97
7.2	IMPATTI IN FASE DI CANTIERE	101
7.2.1	Modificazioni della morfologia	101
7.2.2	Modificazione della compagine vegetale	101
7.3	PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE	102
7.4	IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO.....	105
7.4.1	Modificazioni della morfologia	105
7.4.2	Modificazione della compagine vegetale	105
7.4.3	Modificazioni dell'assetto percettivo, scenico e panoramico	105
7.4.4	Le fotosimulazioni.....	107
7.5	PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO	115
8	SALUTE PUBBLICA	144
8.1	IMPATTI IN FASE DI CANTIERE	146
8.2	PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE	146
8.3	IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO.....	148

8.4	PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO	149
9	CONCLUSIONI E IMPATTI RESIDUI.....	151
10	BIBLIOGRAFIA E FONTI UTILIZZATE	161

1 PREMESSA

Il metodo di valutazione degli Impatti si basa su una matrice di causa - effetto, basata sul confronto tra le componenti ambientali caratteristiche del territorio interessato dalla realizzazione del progetto e le attività che possono interagire, provocando interferenze o variazioni qualitative su una o più componenti. L'identificazione degli impatti viene effettuata attraverso una matrice di interrelazione fattore - azione, che consente di valutare l'importanza dei fattori in rapporto alla magnitudine degli impatti associati a queste interazioni (vedi Figura seguente).

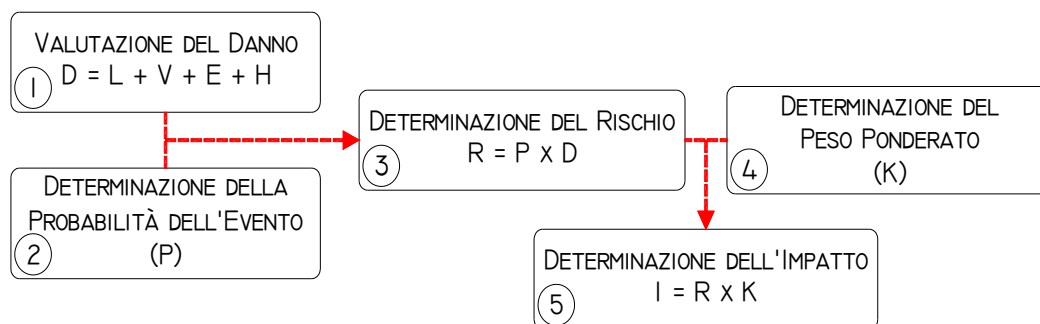


Figura 1.1 Rappresentazione schematica del metodo di Valutazione degli Impatti Ambientali.

La valutazione degli impatti indotti dall'intervento di progetto, ha tenuto conto di due distinte fasi:

- stato attuale
- progetto preliminare oggetto della verifica

Nei punti seguenti si descrivono nel dettaglio le singole componenti necessarie alla valutazione complessiva degli impatti.

Danno (1)

Il Danno provocato dalle attività svolte in un impianto di tali caratteristiche e dalle lavorazioni necessarie alla realizzazione di quanto previsto dal progetto è stato determinato sulla base di 4 parametri, e più precisamente, la Durata dell'azione, la Vulnerabilità della componente ambientale coinvolta, l'Estensione degli effetti provocati dall'azione, e la Pericolosità dei materiali implicati negli impatti. Di seguito verranno esposti i metodi per l'assegnazione dei punteggi relativi ad ogni parametro.

Durata (L) dell'Impatto. E' riferita all'anno solare ed è stata determinata secondo lo schema riportato in Tabella 1.1.

Tabella 1.1 Punteggi assegnati in base alla Durata dell'impatto provocato da una determinata azione

Durata (L)	Punteggio
L > 1 anno	1,00
90 giorni < L < 1 anno	0,75
30 giorni < L < 90 giorni	0,50
1 giorno < L < 30 giorni	0,25
L < 1 giorno	0,10

Vulnerabilità (V) della Componente Ambientale coinvolta. E' stata stabilita in base alle caratteristiche specifiche di ogni singolo aspetto ambientale, emerse dallo studio dello stato attuale del territorio. Il criterio di assegnazione del punteggio adottato è riportato nella Tabella seguente.

Tabella 1.2 Punteggi assegnati in base alla Vulnerabilità della Componente Ambientale considerata

Vulnerabilità (V)	Punteggio
Elevata	1,00
Medio - Elevata	0,75
Media	0,50
Bassa	0,25

Estensione (E) dell'evento. E' stata valutata in funzione dell'entità della sua propagazione, secondo i valori riportati in Tabella 1.3.

Tabella 1.3 Punteggi assegnati in base all'Estensione dell'evento considerato

Estensione (E)	Punteggio
Area Vasta ($E > 1,0$ km)	1,00
Ambito Locale ($0,1 < E < 1,0$ km)	0,75
Aree Limitrofe Esterne all'area di progetto ($E < 0,1$ km)	0,50
Interna all'area di progetto	0,25

Pericolosità (H) delle attività e delle emissioni da esse derivate. Viene valutata in base alle definizioni in Classi di Pericolosità, secondo l'assegnazione dei punteggi di Tabella 1.4.

Tabella 1.4 Punteggi assegnati in base alla Pericolosità dei Materiali implicati nelle attività svolte all'Impianto.

Pericolosità (H)	Punteggio
Cancerogeni	1,00
Tossici	0,75
Nocivi	0,50
Non Pericolosi	0,25

Il parametro "Pericolosità" in relazione alle varie matrici analizzate può subire variazioni di significato; ad esempio nel calcolo degli impatti sull'uso della risorsa idrica, tale parametro può essere inteso come "Potenzialità dell'acquifero"; nel caso del calcolo degli impatti sulla matrice Paesaggio può essere intesa come "incongruità dell'opera con il contesto paesaggistico di riferimento".

Il Danno (D) relativo agli Impatti viene quindi calcolato attraverso la formula seguente:

$$D = L + V + E + H$$

L'Entità del Danno viene qualificata, in base al risultato di tale formula, secondo la Tabella 1.5.

Tabella 1.5 Determinazione del Danno indotto dalle attività svolte nella fase di realizzazione e gestione dell'impianto sulle diverse componenti ambientali.

Danno (D)	Punteggio
Grave	$3 < D \leq 4$
Medio – Grave	$2 < D \leq 3$
Medio	$1 < D \leq 2$
Lieve - Trascurabile	$D \leq 1$

Probabilità (2)

Inserire, ognuno per il proprio ambito di competenza, l'estensione territoriale dello studio effettuato.

La Probabilità (P) che un evento possa verificarsi è stabilita in base alla relazione seguente:

$$P = \frac{nf}{n_{Tot}}$$

dove n f è il numero di eventi favorevoli ed n Tot il numero di eventi totali. Si è adottata la seguente scala di punteggio della Probabilità (P):

Tabella 1.6 Punteggio applicato, in funzione della Probabilità di accadimento di un determinato evento

Probabilità (P)	Punteggio
Certo – Altamente Probabile	$0,75 < P \leq 1,00$
Probabile	$0,50 < P \leq 0,75$
Poco Probabile	$0,25 < P \leq 0,50$
Improbabile	$P \leq 0,25$

Il calcolo della probabilità viene normalmente effettuato mediante rilevazioni statistiche su dati già disponibili o su previsioni basate sull'analisi storica di situazioni incidentali effettivamente avvenute in realtà analoghe.

Nel caso in esame, là dove non erano disponibili dati statistici, è stata effettuata una stima cautelativa della probabilità basata sulle esperienze di realtà simili e commisurata alla concreta situazione degli interventi previsti dal progetto.

Per quanto riguarda eventi legati a malfunzionamenti, rotture o realizzazioni non conformi alle specifiche indicate nel progetto, si assume comunque che la probabilità sia pari a 0,25. Le attività di manutenzione ordinaria previste e i controlli sia tecnici (collaudi funzionali delle opere) che di tipo gestionale ed ambientale di fatto riducono al minimo la possibilità di accadimento di tali situazioni.

Per quanto riguarda situazioni o imprevisti collegati a fattori gestionali, la probabilità viene assegnata in base ai seguenti criteri:

- Probabilità $P = 0,50$ se il contesto in cui emergono gli eventi è trattato e regolamentato dalla documentazione progettuale, o se risultano predisposte specifiche procedure operative per la mitigazione e il controllo degli impatti, e che individuino le azioni da intraprendere per ripristinare le condizioni originarie in caso di accadimento dell'evento;
- Probabilità $P = 1,00$ se il contesto in cui emergono gli eventi NON è trattato e regolamentato dalla documentazione progettuale, e l'impatto sull'ambiente non dipende solo ed esclusivamente dagli addetti ai lavori.

Rischio (3)

Il Rischio (R) è stato calcolato in base alla seguente relazione:

$$R = P \times D$$

Dove

P = Probabilità di accadimento dell'evento

D = Danno conseguente al verificarsi dell'evento

Attraverso l'applicazione della relazione sopra esposta è stata stabilita la scala di punteggio relativa alla gravità del Rischio riportata nella Tabella seguente.

Tabella 1.7 Punteggio applicato per la valutazione del Rischio connesso ad un determinato evento

Rischio (R)	Punteggio
Elevato	$3 < R \leq 4$
Medio	$2 < R \leq 3$
Basso	$1 < R \leq 2$
Trascurabile	$R \leq 1$

Peso ponderato (4)

Al fine di fornire un criterio uniforme per la quantificazione degli Impatti, e per tenere in considerazione ulteriori fattori utili alla loro valutazione, il risultato ottenuto con le procedure appena descritte è stato quindi ponderato applicando un coefficiente K_0 , che tiene conto dei seguenti aspetti:

- **Persistenza dell'Impatto (P_i).** Distingue se le alterazioni qualitative sulla matrice ambientale indotte dalla realizzazione e dalla gestione dell'impianto hanno carattere permanente (lungo termine) o temporaneo (breve termine);
- **Reversibilità (R_v).** Considera se sussistono le condizioni affinché le risorse naturali impiegate possano rinnovarsi o se le alterazioni ambientali conseguenti alla realizzazione/gestione dell'impianto possono essere attenuate e ricondotte alle condizioni di equilibrio iniziale;
- **Intensità dell'Impatto (I_i).** Valuta l'intensità degli effetti indotti dalla realizzazione/gestione dell'impianto sulle diverse componenti ambientali interessate. La scala di valutazione prevede tre possibili situazioni: Elevata, quando l'effetto indotto risulta facilmente misurabile e/o chiaramente percepibile; Media, quando l'effetto indotto pur essendo chiaramente percepibile o prevedibile, risulta abbastanza difficile da quantificare o facesse comunque registrare medi valori, in caso di rilevamenti di controllo; Bassa se l'effetto è lieve, praticamente impercettibile, e facesse comunque registrare bassi valori, in caso di rilevamenti di controllo;
- **Valore delle Risorse (V_r).** Specifica il livello qualitativo degli aspetti ambientali coinvolti dagli interventi in progetto, distinguendo in Risorse Rare, Comuni e Strategiche;
- **Natura dell'Impatto (N_i).** Consente di stabilire se l'effetto indotto dalla realizzazione/gestione dell'impianto risulta Positivo ($N = + 1$) o Negativo ($N = - 1$).

L'applicazione del Peso Ponderato K_0 , in funzione degli aspetti appena elencati è stata effettuata attraverso la matrice di valutazione riportata nella Tabella seguente.

Tabella 1.8 Determinazione Numerica del Modulo Peso Ponderato K_0 (Note: Persistenza: *BT* = Breve Termine, *LT* = Lungo Termine - Intensità: *B* = Bassa, *M* = Media, *E* = Elevata).

	Persistenza/Reversibilità	BT	Rev.	LT	Rev.	BT	Non Rev.	LT	Non Rev.
Intensità/Valore	K_0	1	2	3	4				
B Comune	1	1	2	3	4				
M Comune	2	2	4	6	8				
E Comune	3	3	6	9	12				
B Strategica	4	4	8	12	16				
M Strategica	5	5	10	15	20				
E Strategica	6	6	12	18	24				
B Rara	7	7	14	21	28				
M Rara	8	8	16	24	32				
E Rara	9	9	18	27	36				

Il Peso Ponderato viene quindi ricavato dal prodotto della Natura dell'Impatto (NI) con il suo Modulo (K_0), attraverso la seguente relazione:

$$K = NI \times K_0$$

Determinazione degli impatti (5)

L'Impatto ambientale (IA) derivante dalle diverse valutazioni effettuate mettendo in relazione le attività di realizzazione e gestione del Progetto con le diverse componenti ambientali che caratterizzano la porzione di territorio indagata viene calcolato attraverso l'applicazione della formula seguente:

$$IA = R \times K$$

Dove:

IA = Impatto Ambientale;

R = Entità del Rischio che un determinato aspetto o attività può comportare sull'ambiente circostante;

K = Peso Ponderato.

La valutazione dell'Impatto Ambientale per ogni singolo Aspetto considerato viene effettuata in base alla classificazione riportata nella Tabella seguente.

Tabella 1.9 Valutazione Qualitativa dell'Impatto Ambientale, in base al relativo Punteggio ottenuto

IMPATTO AMBIENTALE (IA)	VALUTAZIONE		
+ 90 < IA ≤ + 144		A	ALTA VALENZA AMBIENTALE
+ 54 < IA ≤ + 90		B	BUONO
+ 24 < IA ≤ + 54		C	POSITIVO
0 < IA ≤ + 24		D	LIEVEMENTE FAVOREVOLE
- 24 < IA ≤ 0		E	TRASCURABILE
- 54 < IA ≤ - 24		F	POCO SIGNIFICATIVO
- 90 < IA ≤ - 54		G*	SIGNIFICATIVO*
- 144 < IA ≤ - 90		H*	MOLTO SIGNIFICATIVO*

Nota: * = qualora gli impatti raggiungessero una valutazione maggiore/uguale alla Significatività risulta necessario provvedere all'individuazione di ulteriori interventi di Mitigazione/Compensazione oltre a quelli già eventualmente previsti dal progetto analizzato.

2 ATMOSFERA

Per poter stimare l'impatto potenzialmente prodotto dalle modifiche progettuali è stato necessario codificare ed analizzare le sorgenti di emissione ed i recettori potenziali di tale inquinamento. La fase successiva (descritta nel dettaglio nei paragrafi successivi) è stata quella di implementare un modello matematico in grado di simulare i fenomeni complessi di trasporto (orizzontale e verticale) e di diffusione in atmosfera degli inquinanti, tenendo conto delle assegnate condizioni meteorologiche; il risultato finale è la stima e la quantificazione precisa delle concentrazioni al suolo di ognuno degli inquinanti considerati.

I contributi sulla matrice atmosfera sono distinti in due fasi:

- Fase di cantiere: emissione di particolato proveniente dalle attività di cantiere propriamente dette (carico/scarico di materiali inerti, scavi, movimento terra, ecc...); tale sorgente, per le caratteristiche che le sono proprie, è di tipo "passivo" e diffuso;
- Fase di esercizio: emissione di sostanze gassose e particolate provenienti dalla combustione dei motori delle automobili circolanti; tale sorgente, per le caratteristiche che le sono proprie, è di tipo "passivo" e diffuso;

Per valutare gli effetti sui recettori dei principali inquinanti, sono stati considerati quindi 4 scenari:

- Stato di fatto (ante operam), prendendo come riferimento i risultati dello Studio del Traffico al 2019
- Stato di progetto (post operam), che utilizza i risultati dello Studio del Traffico nello scenario all'entrata in esercizio all'anno 2025
- Opzione zero, che utilizza i risultati dello Studio del Traffico nello scenario stato di fatto al 2025
- Fase di cantiere (Corso Operam) valutato sulla base dell'estensione e delle caratteristiche effettive dei cantieri.

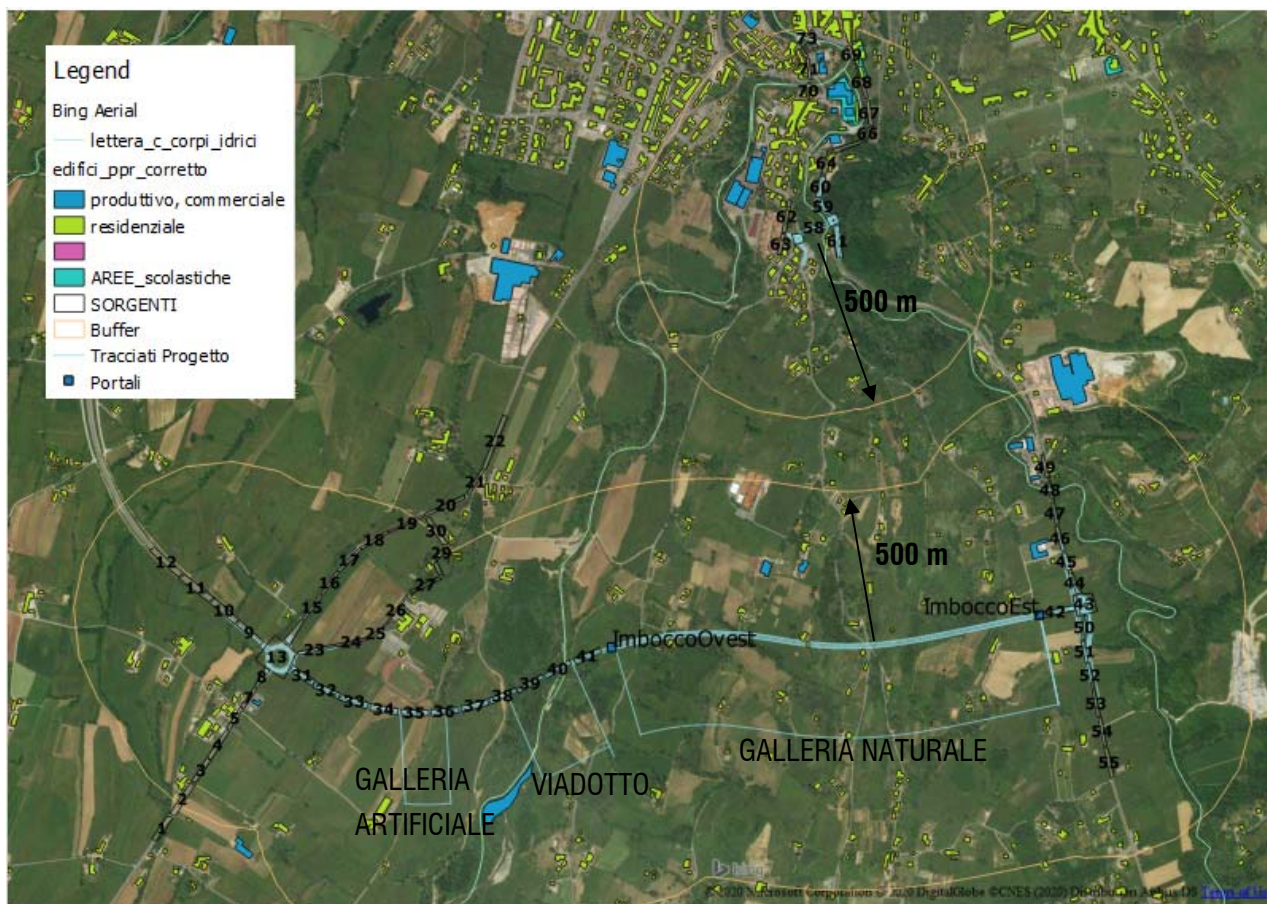


Figura 2.1 – Rappresentazione delle sorgenti considerate nella modellazione numerica

Sono stati considerati come sorgenti i tratti stradali interessati dalle nuove opere, con un raggio di influenza di 500 m e che interessano maggiormente i recettori individuati. I tracciati stradali sono stati simulati come sorgenti areali (rappresentati in Figura con la numerazione da 1 a 73). Sono stati considerati inoltre come emissioni puntuali gli imbocchi della galleria naturale, per tenere conto dell'impianto di ventilazione presente.

Nei pressi delle opere in progetto l'unico recettore sensibile individuato è una scuola (REC13) posta 450 m a nord dell'asse secondario. Per l'analisi si sono considerati comunque i recettori più interessati dall'opera in una fascia di 500 m. I recettori REC14 e REC15 sono recettori eco sistemici per tenere conto dell'ecosistema lungo i letti dei torrenti rispettivamente Ermena ed Ellero. I recettori rimanenti sono abitazioni civili, tranne che per il recettore REC1, in cui si colloca un centro di formazione e sportivo.

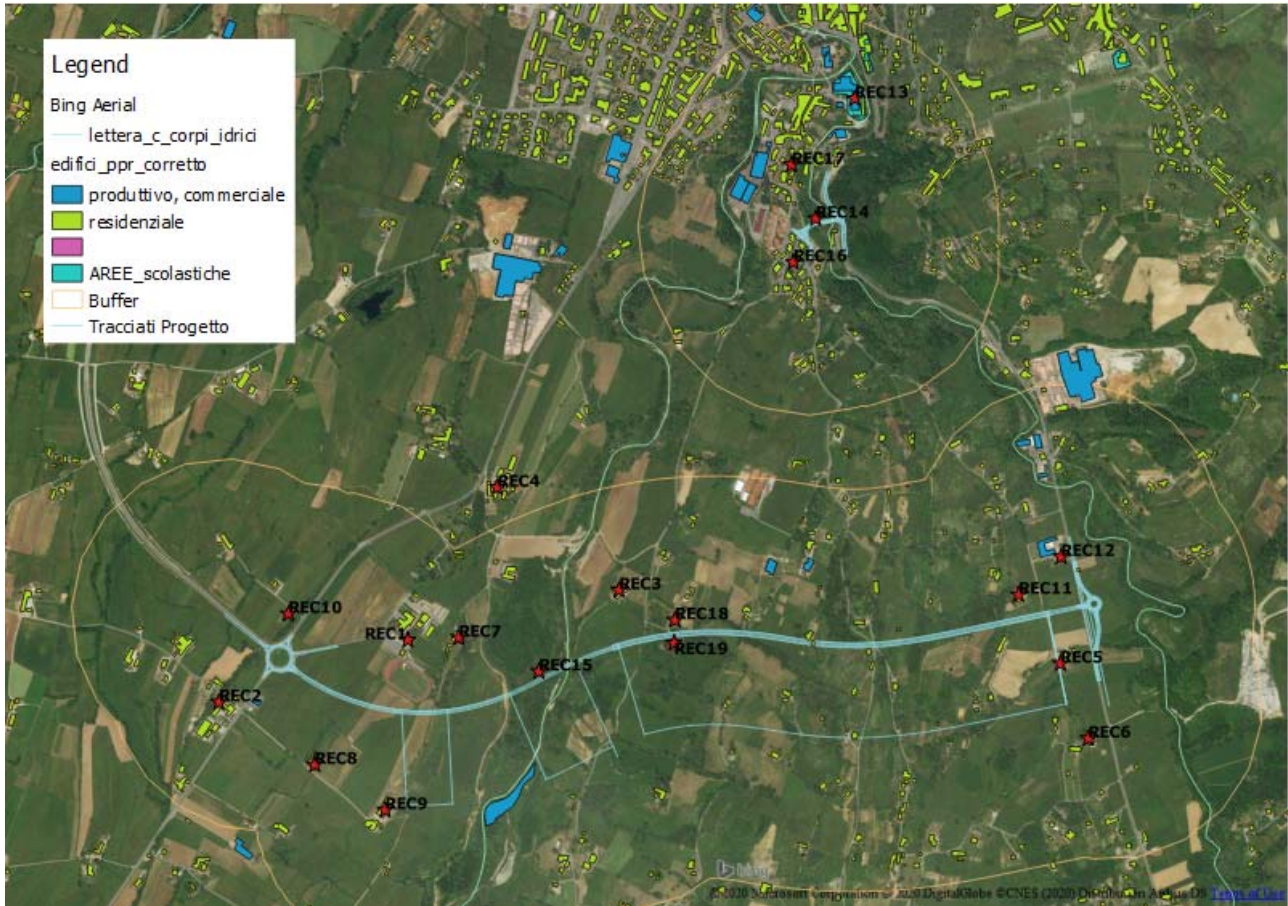


Figura 2.2 – Mappa dei recettori considerati

2.1 IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

Per valutare l'impatto della polverosità di cantiere sono stati considerati i quattro cantieri previsti e le attività in essi presenti. Le fonti di emissione considerate sono:

- Traffico dei mezzi su piste non pavimentate
- Carico/scarico dei terreni
- Attività di movimentazione del terreno (scavo/rinterro)
- Impianto di frantumazione inerti

È stata simulata la dispersione in atmosfera dei principali macroinquinanti: polveri sottili (PM10) e polveri fini (PM2,5) e i risultati principali sono di seguito riportati.

Polveri fini

La normativa (Decreto Ministeriale n.° 60 del 02/04/2002, così come ripreso dal D.Lgs. 155/10) prevede i seguenti limiti di legge per quanto riguarda le polveri fini:

PM2,5			
FASE I			
Anno civile	25 µg/m ³	20% l'11 giugno 2008, con riduzione il 1° gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2015	1° gennaio 2015

I risultati principali sono riassunti nella seguente tabella:

PM2.5 (media annua)	Fase cantiere µg/m3	% VL
Recettore peggiore	1.79(R3)	7.16%
Recettore sensibile (Rione Borgato)	0.0057	0.023%

Il recettore più colpito risulta quello in prossimità del cantiere operativo 1, ma i valori sono ampiamente al di sotto dei limiti di legge. Il recettore sensibile (scuola) a Rione Borgato non risulta interessato dalle polveri della fase di cantiere.

Polveri sottili

La normativa (Decreto Ministeriale n.° 60 del 02/04/2002, così come ripreso dal D.Lgs. 155/10) prevede i seguenti limiti di legge per quanto riguarda le polveri sottili:

PM10 **			
1 giorno	50 µg/m ³ , da non superare più di 35 volte per anno civile	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante	— (1)
		fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2005	
Anno civile	40 µg/m ³	20 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2005	— (1)

I risultati principali sono riassunti nella seguente tabella:

PM10 (valore medio annuo)	Fase cantiere µg/m3	% su VL
Recettore peggiore	10.65 (R3)	25.6%
Recettore sensibile (Rione Borgato)	0.056(R13)	0.14%

PM10 (90.4° percentile media 24h)	Fase cantiere µg/m3	% su VL
Recettore peggiore	23.3 (R3)	46.6%
Recettore sensibile (Rione Borgato)	0.203(R13)	0.40%

I risultati mostrano comunque come ai recettori i valori risultino inferiori al limite normativo previsto; il recettore sensibile a Rione Borgato non risulta interessato dalle polveri della fase di cantiere

Il traffico atteso in fase di cantiere sulla viabilità esistente è stato calcolato sulla base dei volumi di materiale ottenuti dal bilancio terre per ciascun cantiere.

I mezzi in entrata e in uscita dal cantiere base si immettono sulla S.P. 5 "Villanova" per poi proseguire verso sud o verso ovest sulla SS704.

I mezzi in entrata e in uscita dal cantiere operativo 1 si immettono sulla strada Via Vecchia di Frabosa, per poi proseguire verso sud per raggiungere i siti di approvvigionamento o di deposito definitivo.

I mezzi in entrata e uscita dal cantiere operativo 2 e 3 si immettono direttamente sulla SS28 per poi proseguire verso nord o verso sud.

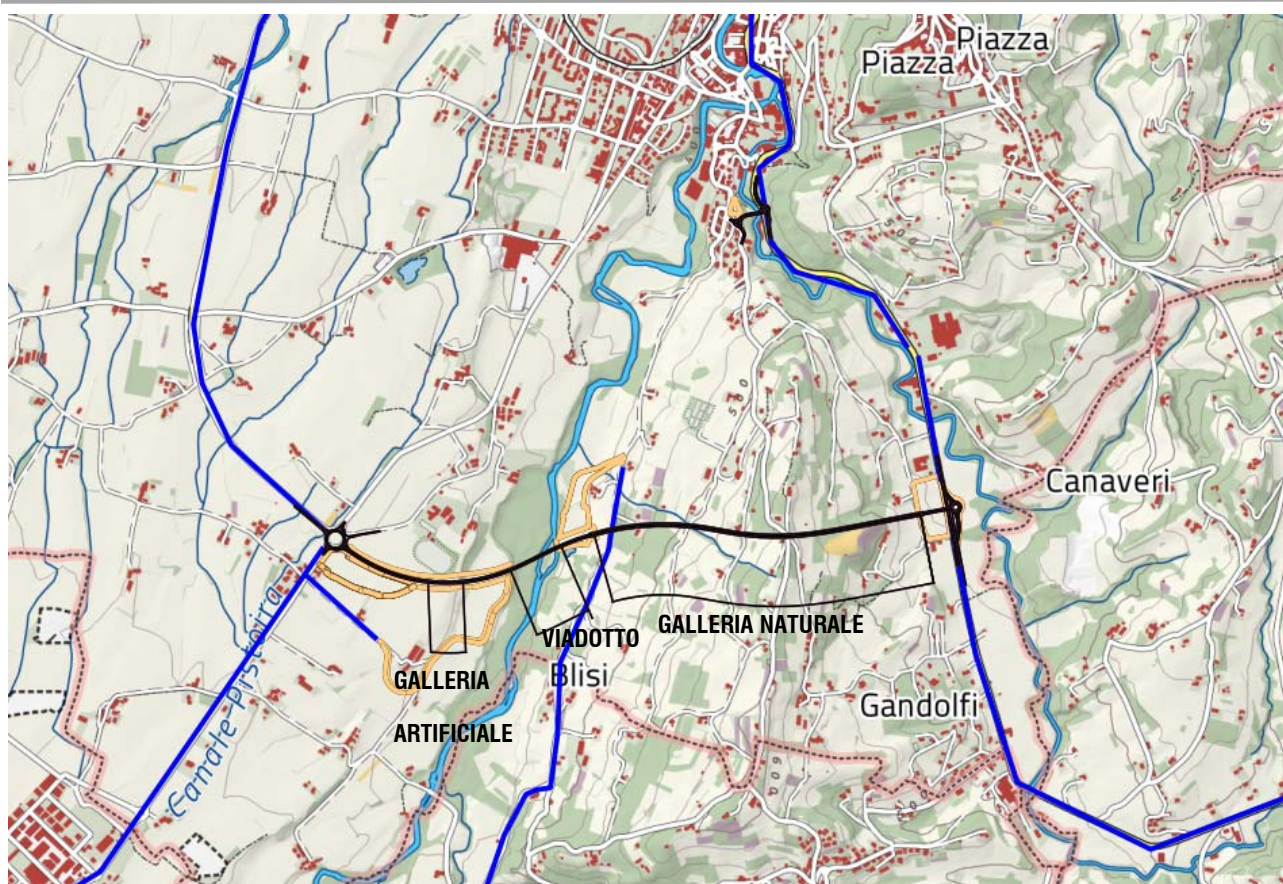


Figura 2.3- In blu i percorsi dei mezzi di cantiere dai/verso i siti di approvvigionamento o deposito definitivo

Il traffico atteso sulla viabilità pubblica in termini di mezzi/giorno è stato calcolato considerando che il volume totale (in approvvigionamento da allontanare) del materiale da movimentare è circa pari a 600.000 m³ e che la capienza di ogni mezzo è di circa 17 m³. Considerando anche che la maggior parte del materiale (400.000 m³ circa) verrà movimentato dai cantieri operativi 1 e 2 nella fase di scavo della galleria naturale in 570 giorni (400 giorni lavorativi) considerando anche la realizzazione degli imbocchi, si ottiene per ciascun cantiere un TGM pari a 60 veicoli/giorno. Tale traffico risulta poco significativo se confrontato con il traffico totale che interessa la viabilità di interesse allo stato attuale:

Stato di fatto 2019

Nome	TGM*		
	Leggeri	Pesanti	Totale
SS 28 (1)	8397	208	8605
SS 28 (2)	8397	208	8605
SS 704	5941	405	6347
SP 5	7867	164	8031
Tangenziale in progetto	-	-	-
Ponte Rione Borgato	-	-	-

Ad ogni modo si sono valutati gli impatti della circolazione dei mezzi pesanti sulla viabilità pubblica in corrispondenza dei recettori più prossimi ai cantieri attraverso il tool CAL3qhcrug, sviluppato dal California

Department of Transportation, che simula la dispersione degli inquinanti vicino ad autostrade o arterie stradali ed è basato sull'equazione Gaussiana di diffusione. Il modello quindi effettua simulazioni a micro-scala, per valutare le ricadute sui recettori in prossimità del tratto stradale, utilizzando i dati meteo effettivi della zona. Nella Figura seguente si riportano i risultati ottenuti come massimo sulla media sulle 24 ore per PM10 (limite pari a 50 µg/m³) e come media annuale (per il PM10 limite pari a 40 µg/m³) e per PM2.5 (il cui limite sulla concentrazione annua è pari a 25 µg/m³) per recettori a diversa distanza dall'asse stradale.

Si osserva come il contributo del traffico dei mezzi indotti dal cantiere sui recettori prossimi possa considerarsi trascurabile e decresca rapidamente allontanandosi dall'asse viario.

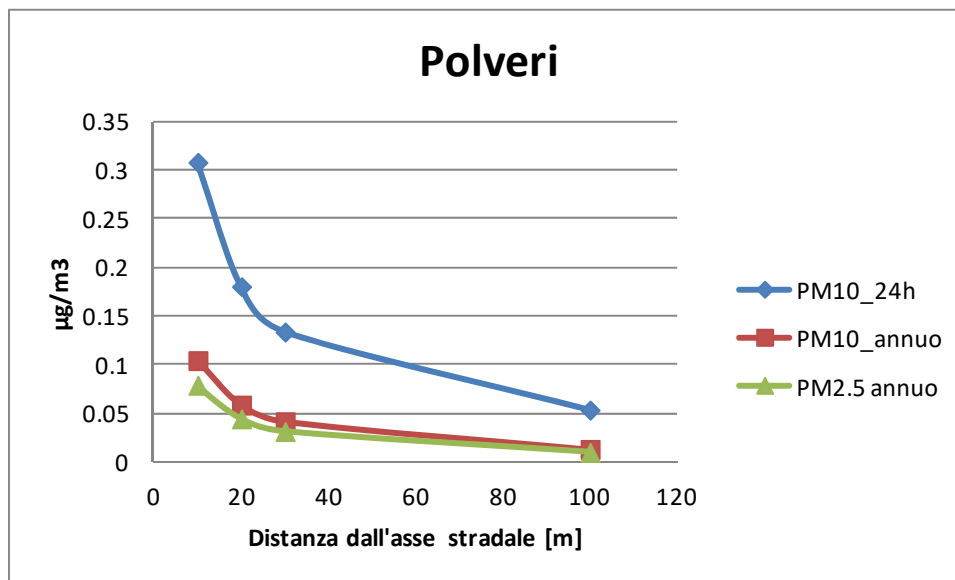


Figura 2.4- Concentrazione di PM10 e PM2.5 in recettori a diversa distanza dall'asse stradale interessata dal transito dei mezzi pesanti indotti dall'opera.

2.2 PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

La polvere è il principale problema che si riscontra in fase di cantiere. I principali accorgimenti da adottare per limitarne gli impatti consistono nella bagnatura delle strade non asfaltate, nel coprire il carico dei mezzi che trasportano materiale pulverulento, nel lavaggio ruote e nel porre la massima attenzione nella fase del carico/scarico, per esempio scegliendo dei luoghi lontani dai recettori o da aree sensibili. Il monitoraggio in questa fase risulta fondamentale per la verifica della corretta applicazione dei suddetti presidi.

Nella seguente tabella si valuta quindi l'impatto dell'opera sulla matrice atmosfera a seguito dell'adozione dei suddetti presidi ambientali

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa all'alterazione della matrice atmosfera, nelle fasi di cantiere

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata del cantiere è superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità si considera media	0,50
Estensione (E)	L'impatto si considera che possa avere una estensione limitata alle aree esterne al cantiere	0,50
Pericolosità (H)	Alcune sostanze particolate, se inalate, sono considerate un fattore potenzialmente cancerogeno	1,00
<i>Danno (D = L + V + E + H)</i>		3,00
Probabilità (P)	Poiché l'impatto è connesso alla realizzazione dell'opera, la probabilità è certa.	1,00
<i>Rischio (R = P x D)</i>		3,00
Peso Ponderato (K = N _i x K ₀)	Impatto Negativo, a Lungo Termine (considerata la durata della fase di cantiere), Reversibile, di Media Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta), ed interessa una risorsa Strategica.	-10
Impatto Ambientale (I _A =R x K)	POCO SIGNIFICATIVO (- 54 < I_A ≤ - 24)	-30,00

2.3 IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

Il processo di combustione nei motori dei veicoli produce delle emissioni sia in termini gassosi (NOx, CO₂, CO, benzene) sia in termini di particolato (PM₁₀).

I fattori di emissione sono stati calcolati, per questo studio, con il modello COPERT 5.2, che utilizza gli standard europei.

È stata simulata la dispersione in atmosfera dei principali macroinquinanti: polveri sottili (PM₁₀), polveri fini (PM_{2,5}), monossido di carbonio (CO), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto totali (NOx) e benzene

Monossido di carbonio

La normativa (Decreto Ministeriale n.° 60 del 02/04/2002, così come ripreso dal D.Lgs. 155/10) prevede i seguenti limiti di legge per quanto riguarda il monossido di carbonio:

Monossido di carbonio			
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (2)	10 mg/ m ³		— (1)

CO (massimo della media 8 h)	SDF µg/m ³	SDP	Δ	% VL del Δ
Recettore peggiore	22.83 (R10)	46.28 (R5)	23.45	0.23%
Recettore sensibile (Rione Borgato)	8.08 (R13)	7.5 (R13)	-0.58	-0.0058%

I valori di monossido di carbonio risultano sia nella situazione ante-operam che post-operam ampiamente al di sotto del limite previsto. Per quanto riguarda l'asse principale, i nuovi recettori considerati per l'opera in progetto non risultano interessati da impatti significativi. I recettori che interessano l'asse secondario subiscono invece un lieve miglioramento. Seppur non incluso nel modello occorre comunque evidenziare come l'intervento comporti un miglioramento per i recettori collocati nei centri abitati più a sud che ad oggi sono interessati da un traffico significativo e che a seguito della realizzazione del progetto verranno sgravati.

Ossidi di azoto

La normativa (Decreto Ministeriale n.° 60 del 02/04/2002, così come ripreso dal D.Lgs. 155/10) prevede i seguenti limiti di legge per quanto riguarda gli ossidi di azoto:

Biossido di azoto *			
1 ora	200 µg/m ³ , da non superare più di 18 volte per anno civile	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Anno civile	40 µg/m ³	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010

Livelli critici per la protezione della vegetazione

Ossidi di azoto			
	30 µg/m ³ NOx		Nessuno

(NO2) Media annua	SDF µg/m3	SDP µg/m3	Δ	% VL del Δ
Recettore peggiore	1.089 (R10)	1.29 (R10)	0.201	0.5%
Recettore sensibile (Rione Borgato)	0.37 (R13)	0.35 (R13)	-0.02	-0.05%

(NO2) 99.8° media oraria	SDF µg/m3	SDP µg/m3	Δ	% VL del Δ
Recettore peggiore	14.5 (R10)	23.6 (R5)	9.1	4.6%
Recettore sensibile (Rione Borgato)	4.03 (R13)	3.91 (R13)	-0.12	-0.06%

(NOX) Media annua	SDF µg/m3	SDP µg/m3	Δ	% VL del Δ
Recettore peggiore	5.9 (R10)	7.06 (R10)	1.16	3.9%
Recettore eco sistemico (R14)	1.81 (R14)	1.71 (R14)	-0.1	-0.33%

Per quanto riguarda gli ossidi di azoto i valori sia in fase pre che post operam rientrano ampiamente nei limiti di legge e gli incrementi sui valori massimi risultano trascurabili. Nel recettore sensibile a Rione Borgato si osserva un lieve miglioramento.

I valori per gli NOx valutati al recettore Torrente Ermena (eco sistemico) seppur non rientrante nel SIC, risultano anch'essi in lieve miglioramento. Si sottolinea comunque come a fronte di un coinvolgimento di alcuni nuovi recettori, risultano sgravati i centri abitati a sud dell'area considerata nel modello e ad oggi interessata da un flusso veicolare intenso.

Polveri fini

La normativa (Decreto Ministeriale n.° 60 del 02/04/2002, così come ripreso dal D.Lgs. 155/10) prevede i seguenti limiti di legge per quanto riguarda le polveri fini:

PM2,5			
FASE I			
Anno civile	25 µg/m ³	20% l'11 giugno 2008, con riduzione il 1° gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2015	1° gennaio 2015

PM 2.5 (media annua)	SDF µg/m3	SDP µg/m3	Δ	% VL del Δ
Recettore peggiore	0.24 (R10)	0.28 (R10)	0.04	0.16%
Recettore sensibile (Rione Borgato)	0.09 (R13)	0.085 (R13)	-0.005	-0.02%

I valori di polveri fini risultano del tutto contenuti e al di sotto dei limiti di legge. Gli incrementi dovuti al progetto possono ritenersi trascurabili.

Polveri sottili

La normativa (Decreto Ministeriale n.° 60 del 02/04/2002, così come ripreso dal D.Lgs. 155/10) prevede i seguenti limiti di legge per quanto riguarda le polveri sottili:

PM10 **			
1 giorno	50 µg/m ³ , da non superare più di 35 volte per anno civile	50 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante	— (1)
Anno civile	40 µg/m ³	fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2005 20 % il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0 % entro il 1° gennaio 2005	— (1)

PM10 (valore medio annuo)	SDF µg/m ³	SDP µg/m ³	Δ	% su VL del Δ
Recettore peggiore	0.33 (R10)	0.39 (R10)	0.06	0.15%
Recettore sensibile (Rione Borgato)	0.13 (R13)	0.12 (R13)	-0.01	-0.025%

PM10 (90.4° percentile media 24h)	SDF µg/m ³	SDP µg/m ³	Δ	% su VL del Δ
Recettore peggiore	0.55 (R10)	0.67 (R10)	0.12	0.24%
Recettore sensibile (Rione Borgato)	0.22 (R13)	0.21 (R13)	-0.01	-0.02%

Per quanto riguarda le polveri gli impatti risultano assolutamente trascurabili ai recettori e si osserva comunque un lieve miglioramento al ricettore sensibile di Rione Borgato. I recettori interessati dalla nuova opera non subiscono incrementi significativi nella concentrazione di polveri a fronte di un importante miglioramento nella situazione di traffico nella zona più a sud rispetto alla zona di progetto e interessata da diversi nuclei urbani.

Benzene

La normativa (Decreto Ministeriale n.° 60 del 02/04/2002) prevede i seguenti limiti di legge per quanto riguarda il benzene:

	Periodo di mediazione	Valore Limite	Margine di tolleranza	Data di raggiungimento del valore limite
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	5 µg/m ³	5 µg/m ³ . Tale valore verrà ridotto il 01/01/2006 e successivamente ogni 12 mesi per raggiungere il valore limite al 01/01/2010	01/01/2010

Benzene (media annua)	SDF µg/m ³	SDP µg/m ³	Δ	% su VL del Δ
Recettore peggiore	0.024	0.028	0.004	0.08%
Recettore sensibile (Rione Borgato)	0.01 (R13)	0.0098 (R139)	-0.0002	-0.004%

Anche per il Benzene i valori ai recettori risultano ampiamente sotto i limiti di legge sia per lo stato di fatto che di progetto (post-operam).

2.4 PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

La sostenibilità di un progetto stradale può essere definita come tridimensionale (sociale, economica e ambientale). La sostenibilità a larga scala di una singola opera stradale è inserita in una più vasta e superiore strategia. Una volta che la scelta strategica è stata effettuata, le mitigazioni ambientali rappresentano uno strumento utile per ridurre gli impatti. I possibili effetti consistono principalmente nella frammentazione del territorio oltre che avere un effetto localizzato sulla comunità coinvolta.

Uno strumento efficace per valutare la sostenibilità di un'opera stradale consiste nel monitoraggio degli inquinanti nelle matrici ambientali, tra cui l'atmosfera, sia in fase di cantiere che post-operam. Inoltre l'introduzione agli imbocchi della galleria di un sistema efficace del controllo della velocità rappresenta un sistema utile per ridurre i livelli di inquinamento atmosferico nei recettori più prossimi.

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa all'alterazione della matrice atmosfera nelle fasi di esercizio

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata di esercizio è superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità si considera media	0,50
Estensione (E)	Concentrazioni significative dei principali inquinanti non vengono superate in nessun recettore considerato	0,25
Pericolosità (H)	Concentrazioni elevate di polveri sottili e/o fini, in particolare l'inalazione delle stesse, sono considerate un fattore potenzialmente cancerogeno	1,00
<i>Danno (D = L + V + E + H)</i>		2,75
Probabilità (P)	Poiché l'impatto è connesso alla realizzazione dell'opera, la probabilità è certa.	1,00
<i>Rischio (R = P x D)</i>		2,75
Peso Ponderato (K = N _i x K ₀)	Impatto Negativo, a Lungo Termine, Reversibile, di Bassa Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta), ed interessa una risorsa Strategica.	-8
Impatto Ambientale (I _A = R x K)	TRASCURABILE (- 24 < I_A ≤ 0)	-22,00

3 AMBIENTE IDRICO

Si prendono qui in considerazione gli impatti che l'opera può avere sulla componente "ambiente idrico" inteso come "acque superficiali". In tal senso, preliminarmente alla valutazione degli impatti si precisa quanto segue:

- l'area in oggetto. Posta, all'interno del bacino idrografico del fiume Tanaro, è caratterizzata da un reticolo idrografico che scende dalle Alpi Liguri e dagli Appennini settentrionali in direzione Nord verso il fiume Tanaro e verso i principali affluenti del fiume Po. I Corsi d'acqua interessati dal progetto sono il fiume Ellero ed il torrente Ermena che costituisce un affluente dell'Ellero. Il progetto prevede, infatti, la realizzazione di un Viadotto sull'Ellero e di un ponte sull'Ermena. L'opera stradale, nel tratto di pianura in sinistra Ellero, intercetta anche alcuni canali irrigui per i quali, tuttavia, sono state individuate le soluzioni progettuali che permettono di garantire la continuità idrica.
- Dal punto di vista idraulico, dalla consultazione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA di cui alla Direttiva Europea 2007/60/CE), risulta che il tracciato di progetto attraversa un'area soggetta a pericolosità di alluvioni elevata ed a rischio moderato R1 di alluvione, in corrispondenza del fiume Ellero mentre in corrispondenza di Rione Borgato dove è previsto il ponte sul torrente Ermena non vengono segnalate aree a rischio alluvione.

Nel caso specifico le azioni di progetto che possono avere degli effetti impattanti sull'ambiente idrico sono:

- scavi e movimenti terra;
- realizzazione di attraversamenti dei corsi d'acqua;
- impermeabilizzazione di superfici attualmente a verde;
- fruizione dell'opera e transito dei mezzi;

Al fine di attenuare e contenere i potenziali impatti sulle acque superficiali il progetto prevede alcuni interventi di prevenzione e mitigazione che riguardano la gestione ordinaria del cantiere, le misure da adottare nel caso di eventi emergenziali come ad esempio sversamenti accidentali di sostanze pericolose nonché la gestione della fase di fruizione dell'opera. Ne deriva che gli impatti potenziali a carico dei comparti analizzati, originati dalla trasformazione dello stato attuale dell'area in esame, sono i seguenti:

- Alterazione del Regime delle Acque Superficiali.
- Contaminazione delle Acque superficiali.

3.1 IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

3.1.1 Alterazione del Regime delle Acque Superficiali

In fase di cantiere gli impatti deriveranno principalmente dalle seguenti attività:

- impermeabilizzazione delle aree indicate come cantiere base, cantiere operativo 1, cantiere operativo 2 e cantiere operativo 3 rispettivamente di superficie pari:

<u>Cantiere base</u>	<u>Cantiere operativo 1</u>	<u>Cantiere operativo 2</u>	<u>Cantiere operativo 3</u>
38.440 m ²	24.300 m ²	29.300 m ²	1.780 m ²

Tali aree per la fase di cantiere saranno quasi totalmente pavimentate e quindi impermeabilizzate.

- Interventi di escavazione in alveo per la realizzazione delle fondazioni delle pile del viadotto sull'Ellero e sul ponte sull'Ermena.

Impermeabilizzazione delle aree di cantierate:

La figura seguente evidenzia la posizione e l'estensione delle aree di cantierate.

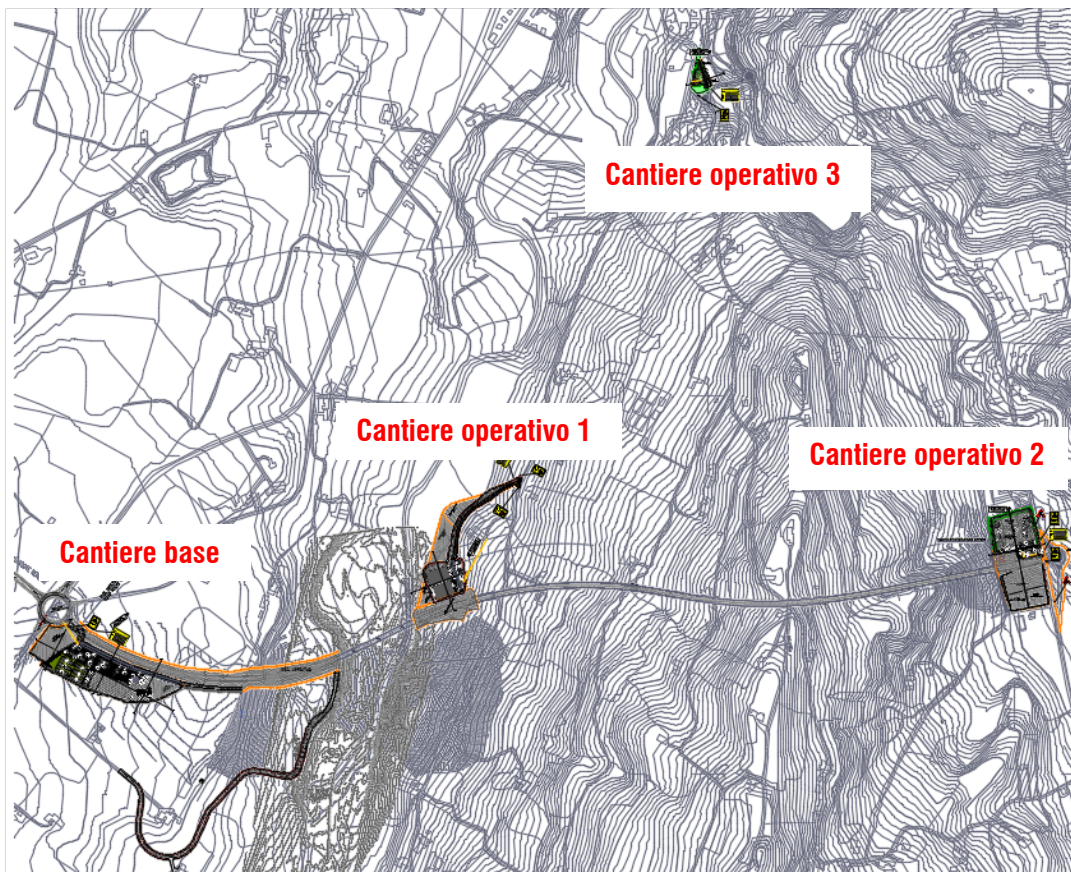


Figura 3.1 Planimetria con le aree di cantiere estratto dalla tavola di progetto

Il campo base sarà ubicato presso l'incrocio con la S.P. 5 Villanova mentre i due cantieri operativi saranno posti in prossimità degli imbocchi della galleria naturale. Per l'intervento a Rione Borgato è invece prevista la realizzazione di un'unica area di cantiere operativo nell'area attualmente destinata a parco pubblico e delimitata ai lati da via Vecchia del Monastero, via F. Castellino e via Vecchia di Frabosa.

Nella immagini seguenti si evidenzia il dettaglio delle aree di cantiere:

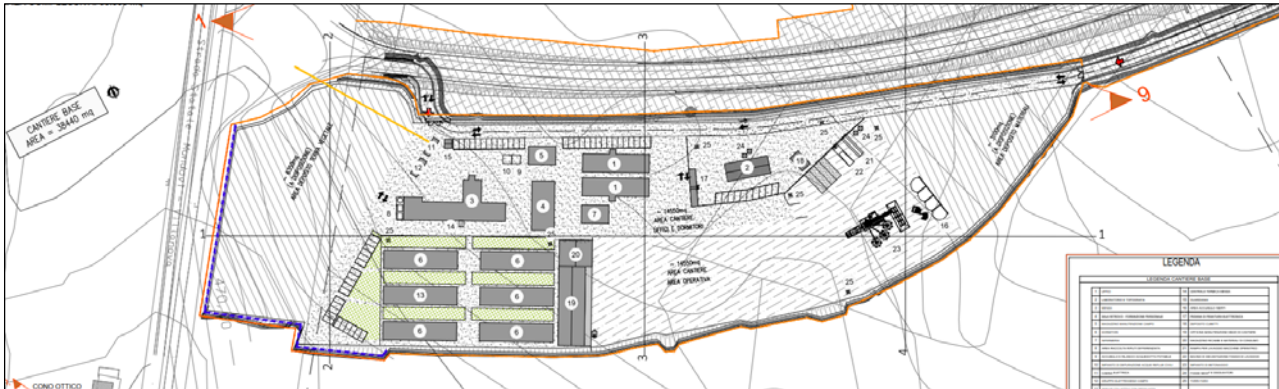


Figura 3.2 Cantiere base (dagli elaborati di progetto)

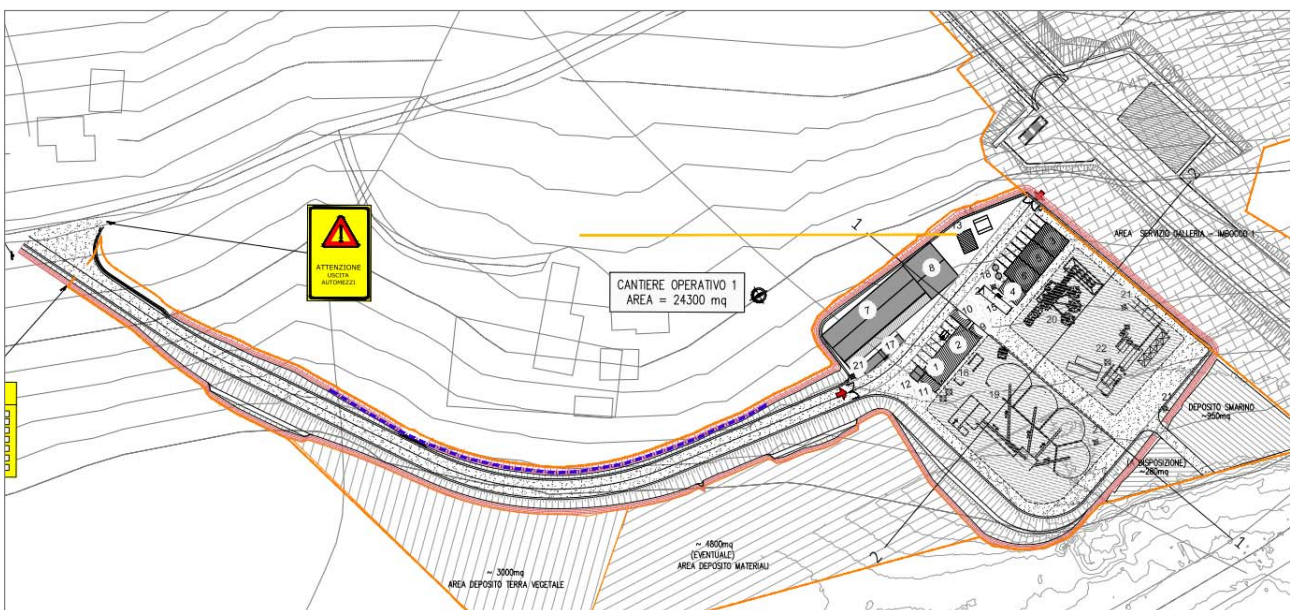


Figura 3.3 Cantiere operativo 1 (dagli elaborati di progetto)

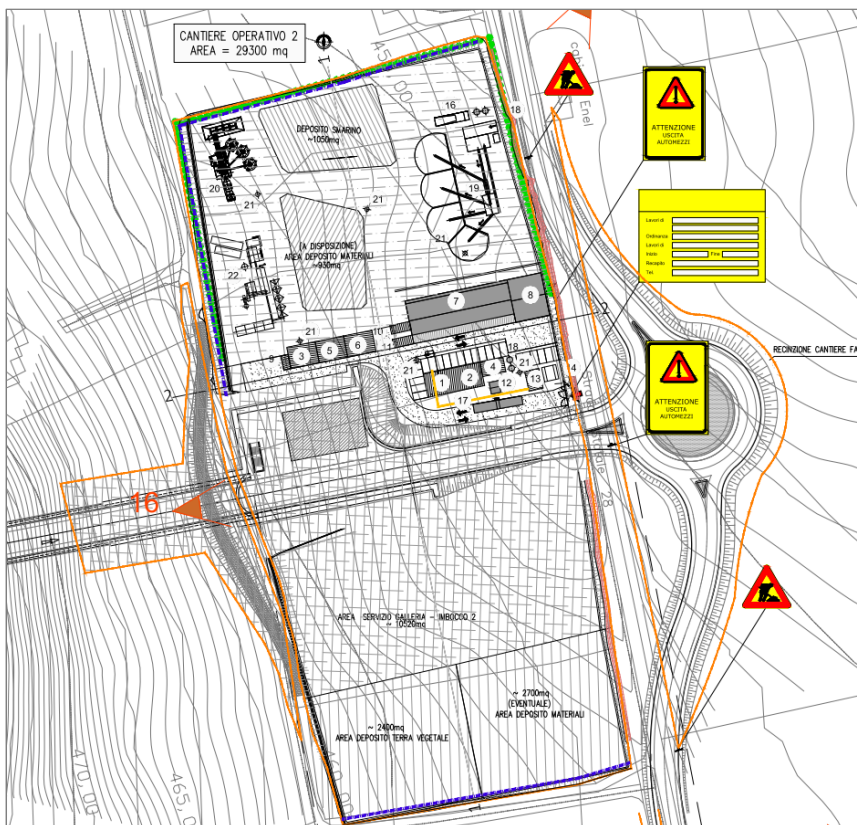


Figura 3.4 Cantiere operativo 2 (dagli elaborati di progetto)



Figura 3.5 Cantiere operativo 3 (dagli elaborati di progetto)

Per migliorare la gestione delle acque dilavanti per i cantieri il progetto prevede:

- Sistemi di regimazione delle acque del piazzale tramite caditoie e condotte che conducono le acque meteoriche fino ad un impianto di trattamento acque di prima pioggia prima del recapito finale;
- Sistema di fossi di guardia esterni alle aree di cantiere.

La rete di raccolta e di smaltimento delle acque meteoriche raccolte dovrà essere adeguatamente dimensionata in base all'area effettiva delle superfici impermeabilizzate in modo da evitare ristagni ed allagamenti delle aree adiacenti a quelle cantierizzate.

Interventi di scavo

Gli scavi per la realizzazione delle fondazioni delle pile potranno determinare temporanei sbarramenti del deflusso idrico. Tuttavia, nel caso del fiume Ellero la sezione golenale risulta ampia e considerando i risultati delle modellazioni per la fase di esercizio ($TR = 200$) si può ritenere che l'intervento non andrà a determinare rischi di allagamenti per le aree circostanti. Inoltre delle tre pile previste solamente una sarà effettivamente bagnata dall'acqua nel regime ordinario del fiume. Per il torrente Ermena la pila da realizzarsi risulta ad una quota sopraelevata rispetto al livello del corso d'acqua e pertanto si escludono interferenze.

3.1.2 Contaminazione delle Acque Superficiali

in fase di cantiere, si potrebbero verificare perdite di grassi, oli o carburanti da parte dei mezzi d'opera in corrispondenza degli interventi diretti sui corsi d'acqua ove si renderà necessaria l'impiego di mezzi per effettuare gli scavi per le fonazioni delle pile, per la perforazione dei pali di fondazione nonché per la realizzazione dei pali stessi oltre che per la sistemazione finale delle sponde e dei sistemi di protezione delle pile. É evidente che tali lavorazioni potrebbero costituire elementi di contaminazione diretta delle acque nel caso di perdita di sostanze inquinanti.

Queste situazioni possono verificarsi con maggiore probabilità e frequenza in caso di utilizzo di mezzi in cattive condizioni, in mancanza di un adeguato programma di manutenzione, quando il personale addetto ai lavori non ha ricevuto adeguata formazione sugli accorgimenti necessari a non provocare sversamenti e a verificare il buono stato dei mezzi, e quando la direzione lavori e i responsabili delle attività di cantiere non fanno rispettare il corretto modus operandi, che, dato il tipo d'intervento ed il contesto ambientale entro cui esso viene realizzato, assume un'importanza significativa.

Tuttavia, essendo possibile predisporre adeguati piani di manutenzione sui mezzi d'opera nonché piani di controllo per prevenire ed impedire questo tipo di incidenti, che contemplino apposite procedure di intervento di emergenza, si ritiene che questo aspetto ambientale possa facilmente essere regolamentato ed adeguatamente controllato. Questo ridurrebbe sia le probabilità di accadimento di tali incidenti, che i danni conseguenti, grazie alla possibilità di poter intervenire in maniera rapida ed efficiente, per l'eliminazione dei danni.

Oltre agli interventi diretti in alveo, un ulteriore effetto di rischio per le acque superficiali in fase di cantiere potrà essere costituito dalle acque di dilavamento provenienti dalle superfici impermeabilizzate delle aree cantierate (*cantiere base e cantieri operativi 1, 2 e 3*). In tal senso, infatti nel campo base saranno presenti i servizi igienico-assistenziali, zone per la sosta degli automezzi e macchinari momentaneamente non utilizzati, il dislocamento delle zone di carico e scarico, le zone di deposito attrezzature e di stoccaggio dei materiali e dei rifiuti, le aree ed attrezzature destinate a pulizia dei mezzi. Nel campo base, così come nei cantieri operativi troveranno posto anche gli impianti per la lavorazione dei materiali e per il betonaggio.

Benché il progetto preveda sistemi per contenere le acque di dilavamento all'interno delle aree cantierate, in modo da convogliarle verso il trattamento prima di essere convogliate nel recapito finale, non si possono escludere malfunzionamenti o sversamenti occasionali che possano pregiudicare l'efficacia dei presidi previsti.

3.2 PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

Ai fini della tutela delle matrici ambientali del suolo, sottosuolo e delle acque il progetto stesso prevede tutta una serie di misure inerenti la gestione ordinaria dei cantieri nonché per la gestione degli eventi accidentali.

Gestione dei materiali e liquidi di risulta

È prevista una corretta gestione dei materiali e dei liquidi di risulta attraverso la raccolta, il trattamento e lo smaltimento che avverranno in linea con le vigenti normative. In particolare:

- i fluidi ricchi di idrocarburi ed olii oltre che di sedimenti terrigeni, derivanti da lavaggio dei mezzi meccanici o dai piazzali delle aree operative, prima di essere immessi nell'impianto di trattamento generale, dovranno essere sottoposti ad un ciclo di disoleazione; i residui del processo di disoleazione dovranno essere smaltiti come rifiuti speciali in discarica autorizzata;
- le acque nere, provenienti dagli scarichi di tipo civile, dovranno essere trattate a norma di legge in impianti di depurazioni, oppure immessi in fosse settiche a tenuta, spurgate periodicamente.

Stoccaggio dei rifiuti

Sarà effettuato un corretto stoccaggio dei rifiuti, in particolare, nelle aree di deposito temporaneo dovranno essere organizzati lo stoccaggio e l'allontanamento dei detriti, delle macerie e dei rifiuti prodotti:

- differenziando il deposito per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle relative norme tecniche, nonché, per i rifiuti pericolosi, nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute;
- garantendo adeguate modalità di trattamento e smaltimento, al fine del recupero o dello smaltimento dei materiali;
- ubicando le aree destinate a deposito di rifiuti lontano dai baraccamenti di cantiere e in apposite aree recintate e protette, in funzione della tipologia dei rifiuti, in modo da evitare odori o polveri.

Utilizzo di sistema di impermeabilizzazione dei cantieri operativi

È prevista l'impermeabilizzazione provvisoria mediante superficie asfaltata o guaine in PVC, delle piattaforme dei cantieri operativi e dei siti di stoccaggio temporaneo al fine di prevenire dispersioni nel suolo e nelle acque sotterranee di fluidi potenzialmente inquinanti.

Utilizzo di idoneo sistema di canalizzazione delle acque

È previsto un idoneo sistema di canalizzazione delle acque, in corrispondenza del Cantiere Base, dei cantieri operativi e dei siti di stoccaggio temporaneo.

Installazione di presidi idraulici per il trattamento delle acque

È prevista la predisposizione di presidi idraulici per la gestione delle acque di dilavamento della piattaforma di cantiere e per la gestione della raccolta di acque derivanti da sversamenti accidentali, in corrispondenza dei cantieri

Sversamenti accidentali di sostanze contaminanti

Nel caso si verificano degli sversamenti accidentali in cantiere le azioni da intraprendere sono le seguenti:

- Circoscrivere il materiale ed effettuare la comunicazione di cui all'art. 242 del D.Lgs. n. 152/2006;
- Avvisare immediatamente il Responsabile del cantiere/Direttore di Cantiere, il Responsabile Ambiente, il RSGA e il referente in campo della Direzione Lavori per successive comunicazioni;
- Individuare la sorgente/causa del rilascio;
- Utilizzando gli appositi DPI, arrestare la fuoriuscita del rilascio, avvalendosi di qualsiasi mezzo/materiale si ritenga utile a tale scopo e/o intervenendo sulla chiusura di valvole e riparazione o sostituzione del tratto danneggiato;
- Sospendere le attività lavorative, programmate nei dintorni dell'area interessata dall'emergenza, che possono provocare un "effetto domino" dell'incidente o complicare le operazioni necessarie al contenimento e alla pulizia;
- Deviare o, ove ciò non sia possibile, sospendere il traffico veicolare non strettamente correlato con la gestione dell'emergenza;
- Identificare la tipologia e le caratteristiche del prodotto/sostanza sversata;
- Individuare i punti di sensibilità (corsi d'acqua superficiali, acquifero superficiale, ecc) prossimi al rilascio;
- Delimitare lo spandimento tramite la realizzazione di trincee, recupero dell'eventuale surnatante e messa in aspirazione delle acque da inviare a unità di trattamento;
- Posizionare panni oleoassorbenti superficiali, in caso di spandimento di sostanze oleose;
- Laddove si sia verificato un rilascio in area non pavimentata, occorre subito arginare la fuoriuscita con sabbia e/o granuli assorbenti;

- Recuperare il prodotto sversato mediante aspirazione;
- Rimuovere i materiali assorbenti sfusi intrisi di prodotto;
- Nell'area maggiormente interessata dallo sversamento, scoticare lo strato di terreno impregnato finché non sia raggiunto uno strato non interessato dalla contaminazione;
- Posizionare il terreno scavato e i materiali assorbenti utilizzati all'interno di sacchi e/o bidoni;
- Trasferire i materiali/rifiuti raccolti all'area di stoccaggio dei rifiuti o, qualora ciò non fosse possibile, posizionarli in un'area delimitata e contraddistinta.
- Smaltire i materiali/rifiuti in base alla istruzione operativa Gestione dei rifiuti e degli scarichi idrici.

Di seguito si riportano i risultati della valutazione effettuata rispetto ai potenziali impatti indotti sulla matrice, valutati tenendo in considerazione le misure di prevenzione e mitigazione previste.

Alterazione dei Regime idraulico delle acque superficiali nelle fasi di cantiere

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa all'Alterazione dei Regime idraulico delle acque superficiali nelle fasi di cantiere

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata del cantiere è superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità si considera Elevata in quanto ricade in avverrà in aree con probabilità di alluvioni Elevata (tr 20/50 anni)	1,00
Estensione (E)	L'impatto, considerando l'estensione delle aree cantierate, si considera che possa avere una estensione esterna al tracciato di progetto (<0,1 km).	0,50
Pericolosità (H)	L'impatto presenta una pericolosità bassa in quanto sono previsti adeguati interventi di mitigazione (volumi di invaso portate di scarico regolamentate)	0,25
<i>Danno (D = L + V + E + H)</i>		2,75
Probabilità (P)	Poiché l'impatto è connesso alla realizzazione dell'opera, la probabilità è certa.	1,00
<i>Rischio (R = P x D)</i>		2,75
Peso Ponderato (K = N _i x K ₀)	Impatto Negativo, a Lungo Termine, Reversibile, di Bassa Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta), ed interessa una risorsa Strategica.	-8
Impatto Ambientale (I _A = R x K)	TRASCURABILE (I_A > -24)	-22,0

Contaminazione delle Acque Superficiali nelle fasi di cantiere

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa alla Contaminazione delle Acque Superficiali nelle fasi di cantiere.

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	E' stata considerata una durata complessiva del cantiere superiore ad 1 anno	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità risulta elevata in quanto sono previsti interventi direttamente in alveo	1,00
Estensione (E)	Si considera una estensione in ambito esterno al cantiere (<0.1 km)	0,50
Pericolosità (H)	Le sostanze usate dai mezzi d'opera possono essere pericolose (oli e carburanti) (intesa a mitigazione ambientale avvenuta)	1,00
Danno ($D = L + V + E + H$)		3,50
Probabilità (P)	Eventuali sversamenti accidentali con conseguente contaminazione delle acqua sono molto poco probabili. Trattandosi di interventi diretti la probabilità è maggiore.	0,50
Rischio ($R = P \times D$)		1,75
Peso Ponderato ($K = N_i \times K_0$)	Tale Impatto risulterebbe a Lungo termine, Reversibile, di Bassa Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta), ed interessa una risorsa Strategica. Natura dell'impatto: Negativa.	- 8
Impatto Ambientale ($I_A = R \times K$)	TRASCURABILE ($I_A > -24$)	- 14,00

3.3 IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

3.3.1 Alterazione del Regime delle Acque Superficiali

Il progetto della nuova *Tangenziale di Mondovì – III lotto* interseca in due punti la rete idrografica superficiale. Nello specifico si prevede l'attraversamento del fiume Ellero con un viadotto lungo 240 metri formato da quattro campate che poggiano sulle spalle dei versanti e su tre pilastri che trovano fondazione sul letto del fiume. L'altro attraversamento è previsto nei pressi di Rione Borgato con un ponte a due campate e la pila posta in una parte golenale molto alta rispetto all'alvo. La figura seguente evidenzia la posizione dei due attraversamenti.

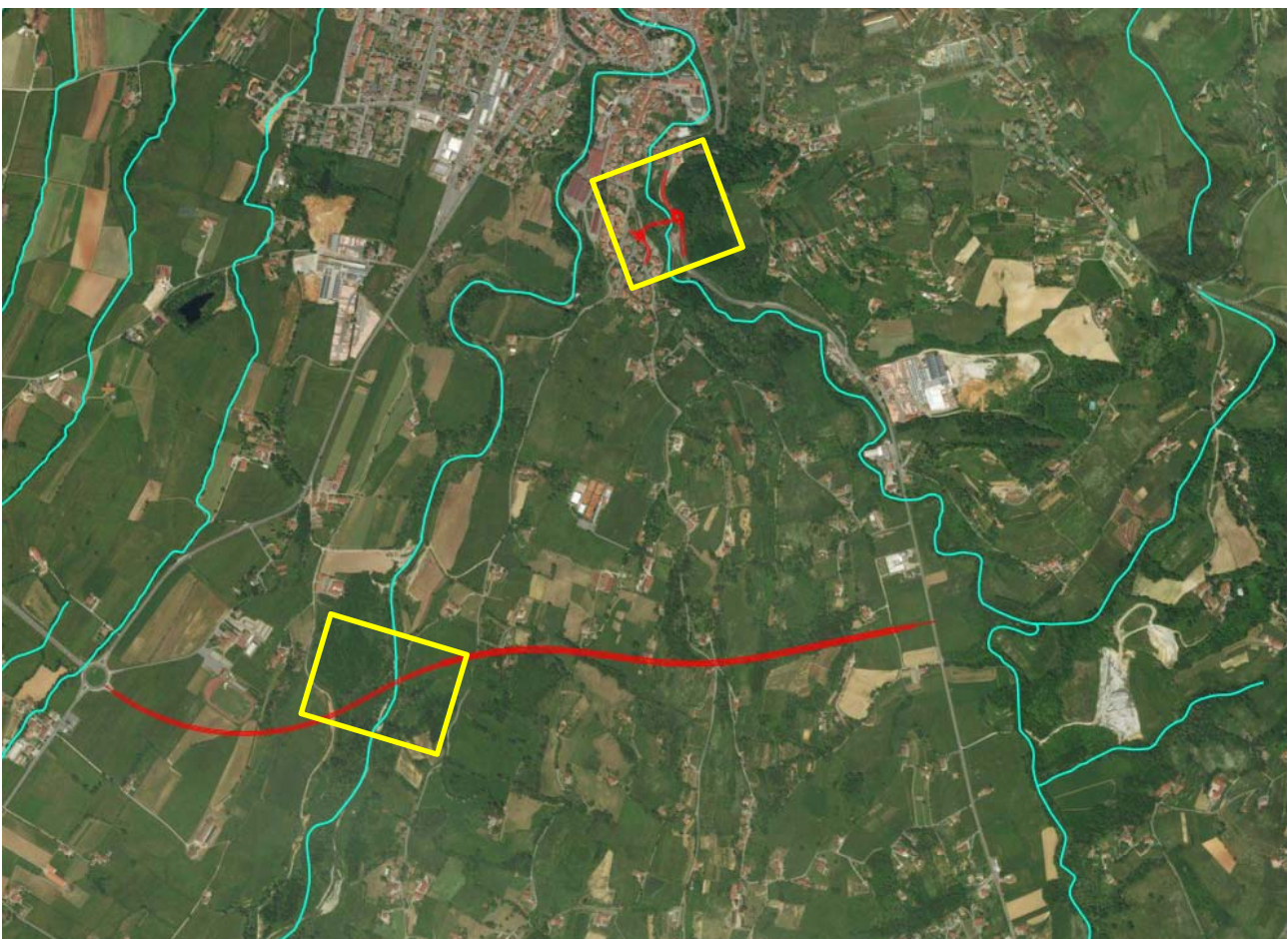


Figura 3.6 Inquadramento della posizione degli attraversamento con messa in evidenza dell'opera prevista di progetto.

Le figure seguenti evidenziano le sezioni del viadotto sull'Ellero e del ponte sull'Ermena.

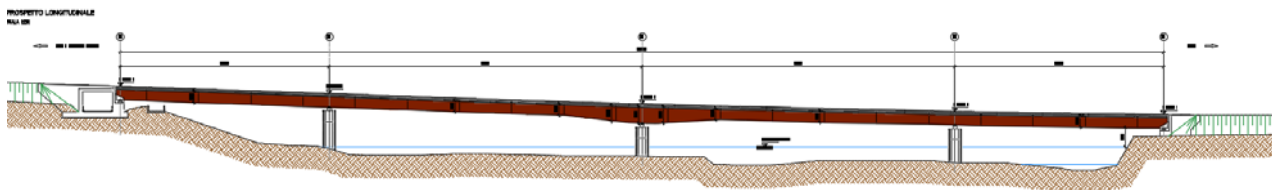


Figura 3.7 Sezione longitudinale viadotto sull'Ellero (Estratto dalla tavola di progetto P00VI01STRPF01_A)

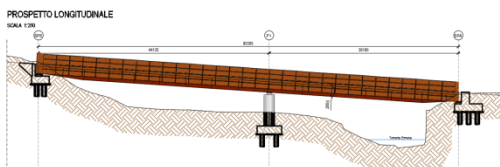


Figura 3.8 Sezione longitudinale ponte sull' Ermena (Estratto dalla tavola di progetto P00VI02STRPF01_A)

Le interferenze della messa in esercizio della tangenziale risulteranno riconducibili principalmente ai seguenti fattori:

- Presenza delle pile in alveo.
- Pavimentazione e quindi impermeabilizzazione dei tratti iniziali e finali del tracciato più l'area del ponte del Rione Borgato per una superficie complessiva pari a circa 16.000 m² distinti come evidenziato nella tabella seguente:

Area Ovest	Area Est	Rione Borgato
10.868 m ²	1.796 m ²	1.906 m ²

- Sussistenza di tratti in rilevato e tratti in trincea possono determinare uno sbarramento o comunque un'interferenza sui deflussi superficiali sul suolo secondo le pendenze naturali attuali. In tal senso i tratti in rilevato hanno uno sviluppo planimetrico complessivo pari a solamente 450 m ed tratti in trincea a soli 350 m come indicato nella tabella seguente:

TRATTI IN RILEVATO	TRATTI INTRINCEA
~450 m	~350 m (esclusa la trincea artificiale)

Interferenza pile in alveo

In merito alla presenza delle pile in alveo si rileva che il progetto ha eseguito le modellazioni idrauliche di cui si riporta di seguito una sintesi tratta dalla relazione idraulica di progetto.

La modellazione del **fiume Ellero** ha permesso di identificare il livello idrico che una portata con tempo di ritorno di 200 anni, calcolata pari a **711 m³/s**, assumerebbe in alveo considerando, il caso *ante operam* ed il caso con la presenza di più pile nel letto del fiume. Ciò premesso, dalla modellazione risulta che il profilo idraulico che si instaura prima del viadotto sia principalmente di corrente veloce. Solo per brevi tratti il profilo instaura profili di corrente lenta dovuti all'allagamento di possibili aree golenali presenti ai lati che fanno modificare la scabrezza del fondo.

Dopo il viadotto il profilo idraulico diventa invece di tipo lento dovuto al fatto che l'alveo riduce la sua pendenza e aumenta l'area esondabile laterale. Infatti non sono da ritenere responsabili le pile del ponte in quanto, anche modellando lo stato di fatto, il passaggio da corrente veloce a corrente è comunque presente.

Nella sezione dove è presente l'attraversamento con viadotto, il tirante idrico raggiunge una quota pari a 433,04 m slm con portata duentecentennale. Se si considera che la quota più bassa dell'intradosso del viadotto sopra il fiume risulta essere di 439 m slm, si ottiene un franco di sicurezza pari a 5,96 m.

Si riporta a tal proposito un'immagine estratta dalla relazione idraulica di progetto.

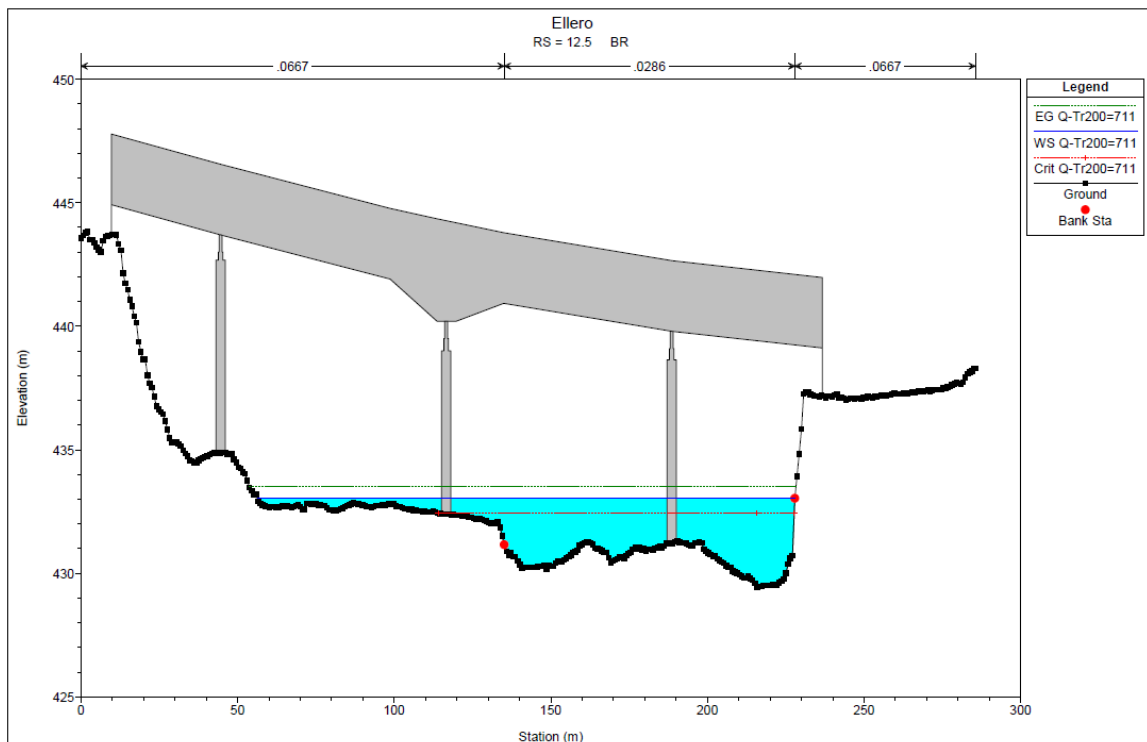


Figura 3.9: Livello idrico nella sezione del viadotto pari a 433,04 m slm con $Q_{Tr200}=711 \text{ m}^3/\text{s}$.

(dalla relazione idraulica di progetto)

Per quanto riguarda il rischio da esondazione, **il fiume Ellero** con portata corrispondente ad un tempo di ritorno 200 anni, vede allagare aree limitrofe al corso d'acqua nonché le sue golene laterali.

L'intera zona interessata all'esondazione risulta per la maggior parte aree incolta. Solo nell'ultima parte vede l'allagamento di una parte di un campo coltivato. Modellando senza l'opera, l'area esondata risulta identica e quindi coincidente in quanto nella sezione sul ponte la pila occupa 3 metri rispetto ai 100 metri di allargamento laterale occupato del fiume..



Figura 3.10: Area di esondazione del fiume Ellero con Q_{T200} . Lo stato di fatto coincide con l'area di esondazione post operam

Nella figura alla pagina precedente viene indicata anche l'area esondabile come da Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po per il Rischio Alluvioni. In questo caso, l'AdBD fa coincidere le aree che si riferiscono ai tre gradi di pericolosità (P1-Frequente, P2-Poco frequente, P3-Rara) con un'unica identica area rappresentata in figura. Per P1-Frequente è da escludere l'area così rappresentata perché il fiume occupa una piccola parte centrale e sarà difficile per portate con Tr20-50 anni occupare le intere aree golenali laterali. Mentre per P3-Rara il Tempo di ritorno è di 500 anni quindi più basso rispetto a quello di progetto Tr200.

Se si confronta l'area esondata risultante dalla modellazione con l'area indicata dall'AdBD, si nota come quest'ultima area sia nettamente più grande rispetto a quella modellata. Studiando attentamente il rilievo effettuato nella zona di interesse e la realistica possibilità di occupare l'area come da AdBD, si evince che i risultati derivati dalla modellazione di questo progetto, sono da ritenersi veritieri.

Infine, il progetto prevede anche interventi di protezione spondale, realizzata con scogliere opportunamente estese sia a monte, sia a valle delle strutture in progetto ed interventi protezione delle pile sempre con massi ciclopici. In tal senso i calcoli di progetto evidenziano che il d_{50} dei massi che si dovrà assumere per la protezione delle pile del ponte è di 103 cm. Inoltre è stato calcolata una profondità di scalzamento sotto la pila P3 compresa fra 3,55 e 3.60 m. Questo significa che l'estradosso del plinto dovrà essere posizionato al di sotto di questo valore ottenuto di scalzamento massimo.

Come per il fiume Ellero, è stata eseguita anche la modellazione del **torrente Ermena** che ha permesso di identificare il livello idrico che una portata con tempo ritorno di 200 anni assumerebbe in alveo. In tal caso la portata di progetto è risultata pari a **104 m³/s**.

Dalla modellazione del torrente Ermena, risulta che il profilo idraulico sia principalmente di corrente veloce. Nei cambi di pendenza del fondo, invece, il profilo della corrente diventa di tipo lenta. Essendo il fiume con un alveo molto inciso, non ha molte possibilità di espandersi nelle are golenali che saltuariamente presenta ai lati. Poco prima del ponte di progetto, è presente un'area limitata dove, secondo il modello digitale del terreno, il fiume trova una piccola espansione laterale. In questo zona è presente un'abitazione che risulta essere molto vicina al fiume in questione. Tuttavia il ponte previsto nel progetto non peggiora la situazione attuale in quanto l'unica pila prevista nell'attraversamento risulta poggiare in un'area non interessata dalla corrente con una portata duecentennale.

Sempre nella sezione riportata in figura seguente si può notare che il tirante idrico raggiunge una quota pari a 413,20 m slm con portata duentecennale. Se si considera che la quota più bassa dell'intradosso del ponte sopra il fiume risulta essere di 420,66 m slm, si ottiene un franco di sicurezza pari a 7,46 m.

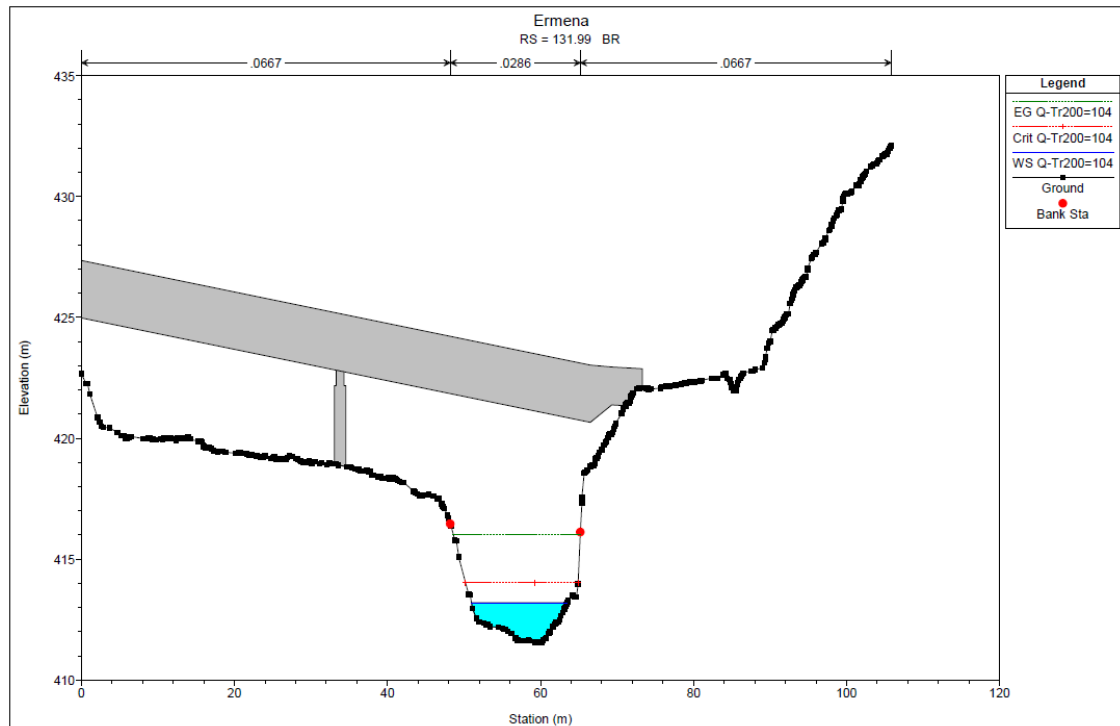


Figura 3.11 Livello idrico nella sezione del viadotto pari a 413,20m slm con Q_{Tr200} .
(dalla relazione idraulica di progetto)

Per quanto riguarda l'area di esondazione, il torrente Ermena con portata con tempo di ritorno 200 anni, vede allagare limitate aree limitrofe al corso d'acqua presso le quali sono presenti poche abitazioni che si affacciano sulla sponda del torrente con appezzamenti terrieri o corti private. Queste aree potrebbe già presentare sul confine del torrente delle piccole opere, come muretti privati, per arginare il livello idrico che varia da un minimo di 0,10m a 1,50m.

In ogni caso, l'attraversamento di progetto non peggiora la situazione attuale in quanto la pila del ponte non viene interessata dalla corrente.



Figura 3.12: Area di esondazione modellata del torrente Ermena con $Q_{T200}=104 \text{ m}^3/\text{s}$. Si evince l'assenza di mappatura inerente all'area di esondazione del AdBD del Po (dalla relazione idraulica di progetto)

Anche se nessuna pila è interessata dal passaggio di una piena con portata bicentenaria, si consiglia la protezione spondale del torrente Ermena per evitare cedimenti spondali specialmente per la spalla in destra idrografica mediante al realizzazione di un muro di sponda in massi cementati.

Si riportano di seguito le conclusioni della relazione idraulica di progetto:

Entrambe le modellazioni danno esito positivo per l'interazione tra l'opera di progetto e la rete idrica intercettata. Infatti in tutte e due le modellazioni risulta rispettato un franco di sicurezza di gran lunga maggiore a 1,5 m con una portata duecentennale.

Per il fiume Ellero, le pile dei ponti non provocano effetti peggiorativi sull'area di esondazione e, quest'ultime, rientrano nei limiti delle aree golenali del fiume stesso senza invadere aree sensibili o residenziali. La quota idrica sotto il viadotto risulta essere di 433,04 m slm portando così un franco effettivo dal pelo libero al intradosso dell'opera viadotto pari a 5,96 m.

Il torrente Ermena, presentando un alveo molto inciso, non invade le aree golenali laterali, tranne in un'area limitata molto vicino ad un'abitazione la quale si torva a fronte del fiume. L'opera di attraversamento posta a circa 60 metri più a valle non influenza in alcun modo il profilo idraulico in quanto la pila del ponte non viene mai raggiunta dal livello idrico massimo. In questo caso il franco idraulico garantito è pari a 7,46 m.

Aumento delle superfici impermeabili

In merito alle impermeabilizzazioni indotte dalla realizzazione dell'opera rispetto allo stato attuale, il progetto prevede una rete di raccolta volta ad intercettare e portare a recapito le acque meteoriche ricadenti nella piattaforma stradale. La rete è costituita da opere di intercettazione dei deflussi costituiti da griglie carrabili e da tubazioni interrato di diametro variabile che convogliano le acque nel sistema di raccolta per poi essere scaricate nel corpo idrico ricettore.

In tal senso, ai fini del rispetto dell'invarianza idraulica, dal momento che l'incremento idrico dovuto alle opere stradali ed alle altre opere in progetto è di notevole entità, si rendono necessarie misure compensative per non alterare l'attuale equilibrio idraulico che regimenta i flussi alla rete idrica superficiale.

Le misure compensative che si intendono adottare per mantenere invariato l'equilibrio idraulico dell'area consistono sostanzialmente nella realizzazione di n. 1 vasca di laminazione (area drenata di 1 ha), per l'accumulo temporaneo degli eccessi meteorici con progressivo rilascio nel corpo idrico ricettore, previo trattamento.

3.3.2 Contaminazione delle Acque Superficiali

Sulla base delle soluzioni progettuali previste e sulla base della fruizione dell'opera, nella fase di esercizio i possibili accadimenti che possono determinare il contatto tra inquinanti e acque superficiali sono potenzialmente collegati ai seguenti aspetti:

- spandimento accidentali diretti di inquinanti (es. incidente di automezzi con sversamento di sostanze liquide);
- danneggiamento delle strutture impiantistiche per il trattamento delle acque meteoriche di piattaforma.

Ciò premesso si evidenzia che il progetto prevede la raccolta ed il trattamento delle acque meteoriche di piattaforma mediante un **disoleatore** posizionato nell'ultima parte della rete di raccolta delle acque di piattaforma prima dello scarico nel corpo idrico ricettore superficiale

3.4 PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

Ai fini del rispetto della tutela della risorsa idrica il progetto prevede già una serie di sistemi per i quali in fase di esercizio dovrà essere assicurata la manutenzione e l'efficienza:

- interventi di protezione spondale, realizzata con scogliere opportunamente estese sia a monte, sia a valle delle strutture in progetto ed interventi a protezione delle pile sempre con massi ciclopici.
- vasche di laminazione, per mantenere invariato l'equilibrio idraulico dell'area e che permetteranno l'accumulo temporaneo degli eccessi meteorici con progressivo rilascio nel corpo idrico ricettore, previo trattamento;
- trincee drenanti e sistemi drenati per l'allontanamento delle acque sotterranee che verranno intercettate dagli scavi per la realizzazione dell'opera che, qualora non gestite potrebbero raggiungere il piano campagna determinando ristagni, allagamenti ed instabilità.
- trattamento delle acque meteoriche di piattaforma mediante disoleatori con trattamento in continuo delle acque di piattaforma posizionati prima dello scarico nel fiume Ellero e prima dello scarico nel torrente Ermena.

Di seguito si riportano i risultati della valutazione effettuata rispetto ai potenziali impatti indotti sulla matrice, valutati tenendo in considerazione le misure di prevenzione e mitigazione previste.

Alterazione dei Regime idraulico delle Acque Superficiali nelle fasi di esercizio

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa all'Alterazione dei Regime idraulico delle Acque Superficiali nelle fasi di esercizio

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata dell'impatto è connessa alla permanenza delle opere nel sito, la cui durata è sicuramente superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità si considera Elevata in quanto ricade in avverrà in aree con probabilità di alluvioni Elevata (tr 20/50 anni)	1,00
Estensione (E)	L'impatto, alla luce delle modellazioni idrauliche eseguite, avrà un'estensione interna all'area di progetto.	0,25
Pericolosità (H)	Alla luce delle modellazioni idrauliche eseguite l'impatto presenta una pericolosità bassa (intesa a mitigazione ambientale avvenuta)	0,25
<i>Danno (D = L + V + E + H)</i>		2,50
Probabilità (P)	Poiché l'impatto è connesso alla realizzazione dell'opera, la probabilità è certa.	1,00
<i>Rischio (R = P x D)</i>		2,50
Peso Ponderato (K = N _i x K ₀)	Impatto Negativo, a Lungo Termine, Irreversibile, di Bassa Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta), ed interessa una risorsa Strategica.	-16
Impatto Ambientale (I _A =R x K)	Poco SIGNIFICATIVO (-54 < I_A ≤ -24)	-40,0

Contaminazione delle Acque Superficiali nella fase di esercizio

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa alla Contaminazione delle Acque Superficiali nella fase di esercizio.

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	E' stata considerata una durata di esercizio dell'impianto sicuramente superiore ad 1 anno	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità dell'acquifero risulta elevata in quanto sono previsti scarichi in corpo idrico superficiale	1,00
Estensione (E)	Si considerato un'estensione nell'intorno dell'area di progetto (<0,1 km)	0,50
Pericolosità (H)	Le sostanze usate dai mezzi in transito possono essere pericolose (oli e carburanti) (intesa a mitigazione ambientale avvenuta)	1,00
Danno (D = L + V + E + H)		3,50
Probabilità (P)	Fenomeni di sversamento accidentale risultano poco probabili. Tutte le aree di fruizione sono impermeabilizzate, è previsto il trattamento della acque di prima pioggia per i piazzali. Elevato tempo di fruizione.	0,25
Rischio (R = P x D)		0,875
Peso Ponderato (K = N _i x K ₀)	Tale Impatto è a Lungo termine, comunque Reversibile, di Bassa Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta), ed interessa una risorsa Strategica. Natura dell'impatto: Negativa.	- 8
Impatto Ambientale (I _A =R x K)	TRASCURABILE (I_A > -24)	-7,0

4 SUOLO E SOTTOSUOLO

Si prendono qui in considerazione gli impatti che l'opera può avere sulla componente "suolo e sottosuolo" inteso come "uso del suolo", "Sottosuolo" e "Acque sotterranee". In tal senso, preliminarmente alla valutazione degli impatti si precisa quanto segue:

- Dal punto di vista stratigrafico sulla base del modello geologico di riferimento assunto per la progettazione e basato sull'esame e confronto della documentazione bibliografica disponibile, sugli esiti dei rilievi geologici di superficie ed infine sulle risultanze delle indagini geognostiche eseguite nelle diverse fasi progettuali e reperite nell'intorno dell'asse di progetto si evidenzia, con specifico riferimento al tratto attraversato dalla nuova tangenziale si evidenzia che il tracciato interesserà le seguenti litologie:

Le tratte di inizio e fine intervento sono impostate nei depositi alluvionali rispettivamente dell'Ellero e dell'Ermena poggianti sul Cassano Spinola, sulle Argille grigie o sulle Marne di S. Agata.

Lungo la collina di S Lorenzo si ha una copertura di sabbie limose attribuite alla Formazioni di Cassano – Spinola che verso il basso passa ad un terreno prevalentemente marnoso con subordinate intercalazioni arenaceo sabbiose attribuito all'unità di S. Agata Fossili. L'unità inferiore prevalentemente arenacea riconosciuta dai sondaggi più profondi può essere ricondotta alla Formazione di Lequio.

Nella zona del previsto ponte di Rione Borgato sul fondovalle del torrente Ermena affiorano depositi alluvionali attuali e recenti grossolani con abbondanti massi (e depositi alluvionali granulari terrazzati più antichi, sabbioso limoso ghiaioso con piccoli ciottoli lungo i versanti Il sottostante substrato, messo in luce dai sondaggi ma non affiorante, è ancora rappresentato dalle Marne di S Agata Fossili.

- Dal punto di vista idrogeologico i piezometri installati nelle diverse fasi progettuali (progetto preliminare e definitivo) hanno spesso riscontrato condizioni di falda a modesta profondità. In particolare nel tratto di inizio intervento, in sinistra idrografica dell'Ellero, la falda si attesta nei depositi alluvionali fra 4-5 m da p.c.. Affiora lungo l'alveo dell'Ellero, che costituisce un asse di drenaggio, ed è da subaffiorante ad affiorante anche in sponda destra, zona d'imbocco della galleria dove specialmente in primavera e a seguito degli eventi meteorici più intensi, affiora spontaneamente sui piezometri installati. Anche lungo la galleria S Lorenzo la falda è stata riscontrata nei piezometri rimanendo 20-40m al di sopra della calotta. Infine all'imbocco est la falda si attesta nelle coperture sabbioso limose a circa 4 m da p.c.. Lungo il ponte sul Rione Borgato è stata riscontrata a circa 3-4 m da p.c. rapidamente drenata dall'incisione del corso d'acqua. In sponda destra laddove è censita una perimetrazione di frana la presenza di una sorgente, di alcune trincee drenanti (dedotte da riferimenti bibliografici), unitamente all'instabilità del pendio suggeriscono condizioni di falda a modesta profondità anche nel tratto a monte della S.S.28.
- La permeabilità dei depositi alluvionali antichi e terrazzati e dell'unità di Cassano Spinola è da media a medio bassa per la presenza di una diffusa frazione limosa; è invece elevata nelle più grossolane alluvioni recenti ed attuali in zona d'alveo. Nelle marne intercettate in galleria prove Lugeon eseguite in foro di sondaggio hanno restituito una permeabilità bassa, che diventa da bassa a medio bassa nelle sottostanti arenarie, probabilmente limitata dalla frazione fine che intasa le fessure.

Dal punto di vista geomorfologico il tracciato ha uno sviluppo circa Est Ovest e si caratterizza per la presenza della dorsale di San Lorenzo, avente forma allungata circa nord sud, che divide la piana alluvionale del Fiume Ellero ad ovest da quella del torrente Ermena ad Est. La piana dell'Ellero si contraddistingue per la presenza di terrazzi aventi andamento parallelo al corso d'acqua (nord sud) che raccordano l'antica piana alluvionale a quota più elevata con l'alveo inciso attuale. Sul lato opposto il fine intervento si colloca in prossimità del punto di raccordo, per la verità poco evidente e sfumato, fra l'estrema piana dell'Ellero e il piede della collina.

Lungo la collina di San Lorenzo la documentazione bibliografica consultata ed i rilievi di campo condotti in fase progettuale hanno evidenziato diffuse condizioni di pericolosità geomorfologica imputabili ad una serie di cause quali la giacitura degli strati, la presenza di coltri superficiali su substrato roccioso, rete di drenaggio poco sviluppata e pendenze blande spesso in contropendenza.

Il progetto prevede le seguenti azioni potenzialmente impattanti sui comparti in esame:

- Occupazione di suolo agricolo e forestale per la fase di cantiere e trasformazione definitiva dell'uso del suolo per le aree interessate dalla futura opera.
- Scavi di sbancamento con escavatore per la realizzazione per la realizzazione della galleria artificiale, per gli imbocchi della galleria naturale e per le fondazioni superficiali.
- Scavi per la realizzazione della galleria mediante martellone ed escavatore;
- Perforazioni per la realizzazione di pali a grande diametro perforazioni per pile degli attraversamenti fluviali.
- Perforazione per la realizzazione di paratie con la funzione di opere di sostegno (nelle zone di imbocco);
- Dispersione delle acque meteoriche delle aree cantierate ed in fase di esercizio di quelle di piattaforma.
- Transito dei mezzi nella fase di fruizione delle opere.

Al fine di attenuare e contenere i potenziali impatti il progetto prevede alcuni interventi di prevenzione e mitigazione che riguardano la gestione ordinaria del cantiere, le misure da adottare nel caso di eventi emergenziali come ad esempio sversamenti accidentali di sostanze pericolose nonché la gestione della fase di fruizione dell'opera. Ne deriva che gli impatti potenziali a carico dei comparti analizzati sono i seguenti:

- Sottrazione di Suolo;
- Sottrazione di Sottosuolo;
- Contaminazione del Suolo, del Sottosuolo e Acque sotterranee;
- Alterazione delle condizioni morfologiche dei versanti.

4.1 IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

4.1.1 Sottrazione di suolo

Con riferimento alla carta della copertura del suolo (Corine Land Cover 2010) relativamente all'ambito di progetto ed al suo intorno si evidenzia che il tracciato interessa per lo più Superfici agricole utilizzate, Corpi idrici e subordinatamente Aree boscate.

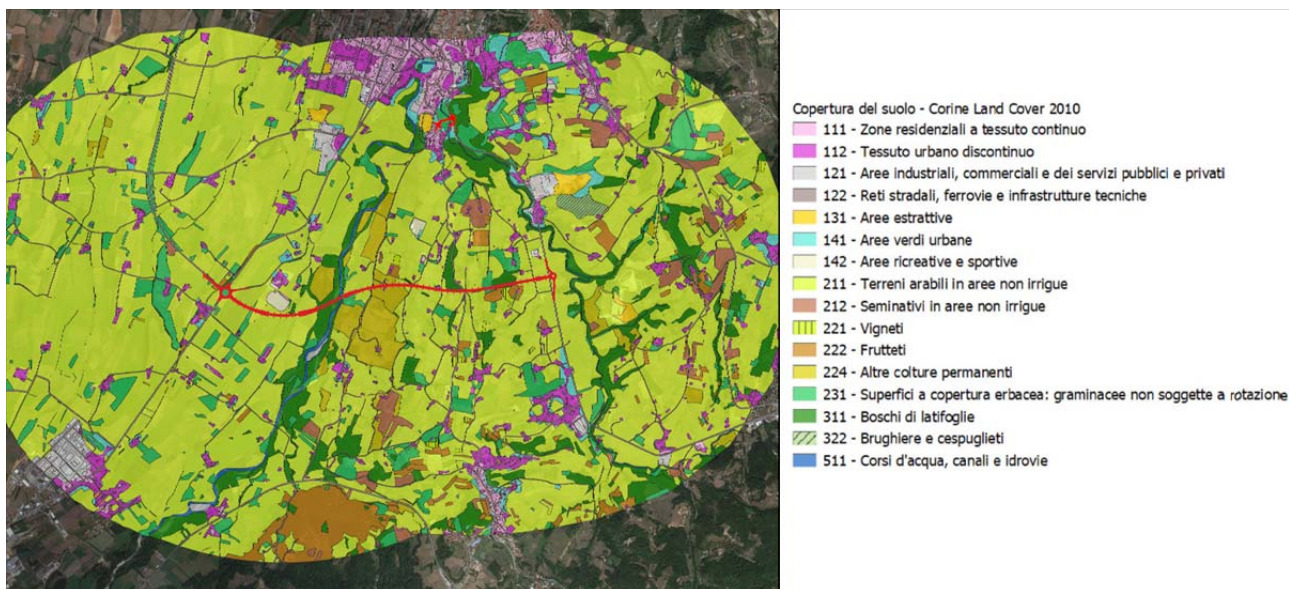


Figura 4.1 Uso del suolo (Corine Land Cover 2010)

Considerando sia la superficie occupata dal tracciato che le aree cantierate (cantiere base e cantieri operativi) si evince che si avrà una occupazione di suolo di superficie pari a circa **150.000 m²** di cui circa **100.000 m²** saranno poi restituito all'uso agricolo e/o forestale una volta completata l'opera pertanto il consumo di suolo sarà di circa **50.000 m²**. Per il ripristino dei luoghi il terreno vegetale scoticato verrà accumulato per poi essere riutilizzato.

4.1.2 Sottrazione di sottosuolo

Per la realizzazione degli interventi di progetto si prevedono scavi con produzione di materiale di risulta proveniente principalmente dai tratti a cielo aperto per la realizzazione del cassonetto stradale e per la galleria artificiale, dagli scavi in galleria e nelle zone di imbocco, dalla perforazione dei pali per le fondazioni delle opere di attraversamento fluviali. Si riporta di seguito una descrizione sintetica dei principali interventi di scavo.

Per i tratti a cielo aperto in rilevato gli scavi riguarderanno solo la realizzazione della scotico (20 cm) e della bonifica (80 cm) mentre per i tratti in trincea gli scavi dovranno spingersi a varie profondità. La figura seguente rappresenta la sezione tipo dei tratti in trincea. In particolare, nella parte iniziale del tracciato principale, è previsto un tratto di circa 235 m con **scavi in trincea** che avranno profondità massima di circa 5 m. Un altro tratto in trincea si avrà poi anche in corrispondenza della parte finale del tracciato.

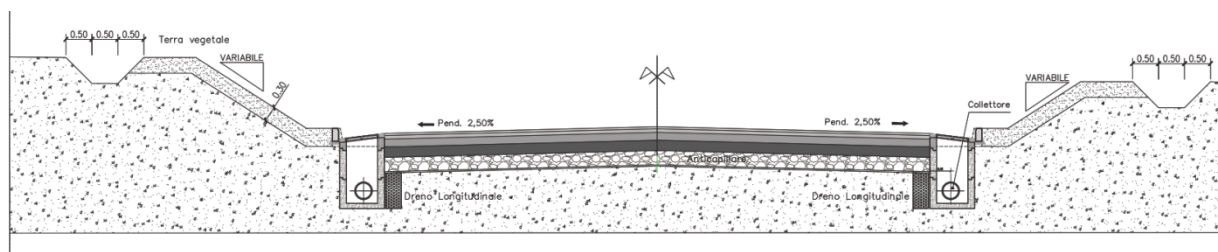


Figura 4-2 Sezione tipo tratti in trincea

Sempre in prossimità della parte iniziale del tracciato principale è previsto un tratto di **galleria artificiale** che avrà uno sviluppo di circa 150 m e sarà costituita da un manufatto gettato in opera a sezione rettangolare avente dimensione interne di 13,15m x 7,34m. Si prevedono scavi con angoli di circa 34° che raggiungeranno un'altezza massima complessiva di 10 m dal piano campagna. La figura seguente illustra lo sviluppo planimetrico del tratto della trincea artificiale nonché le sezioni di scavo e di rinterro.

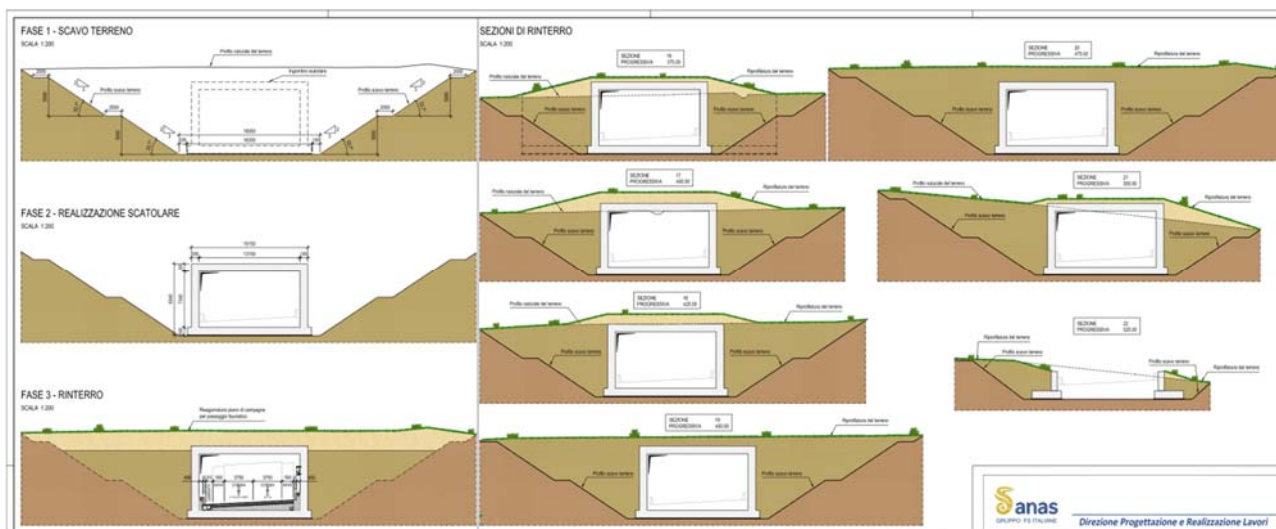


Figura 4-3 sezioni di scavo e di rinterro tratto galleria artificiale

Per quanto riguarda il **viadotto sul fiume Ellero ed il ponte sul torrente Ermena** gli scavi riguarderanno principalmente la realizzazione delle fondazioni delle spalle e delle pile le quali poggeranno su pali a grande diametro. Le figure seguenti evidenziano gli scavi previsti per la realizzazione delle due opere.

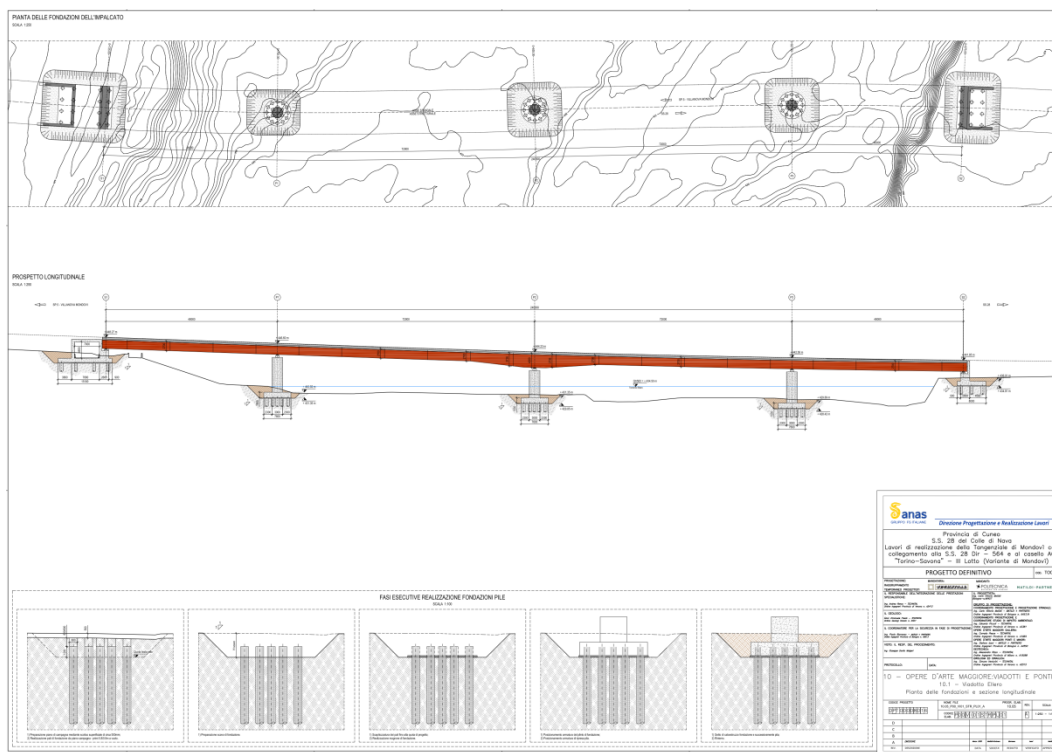


Figura 4-4 scavi per la realizzazione delle fondazioni sul fiume Ellero

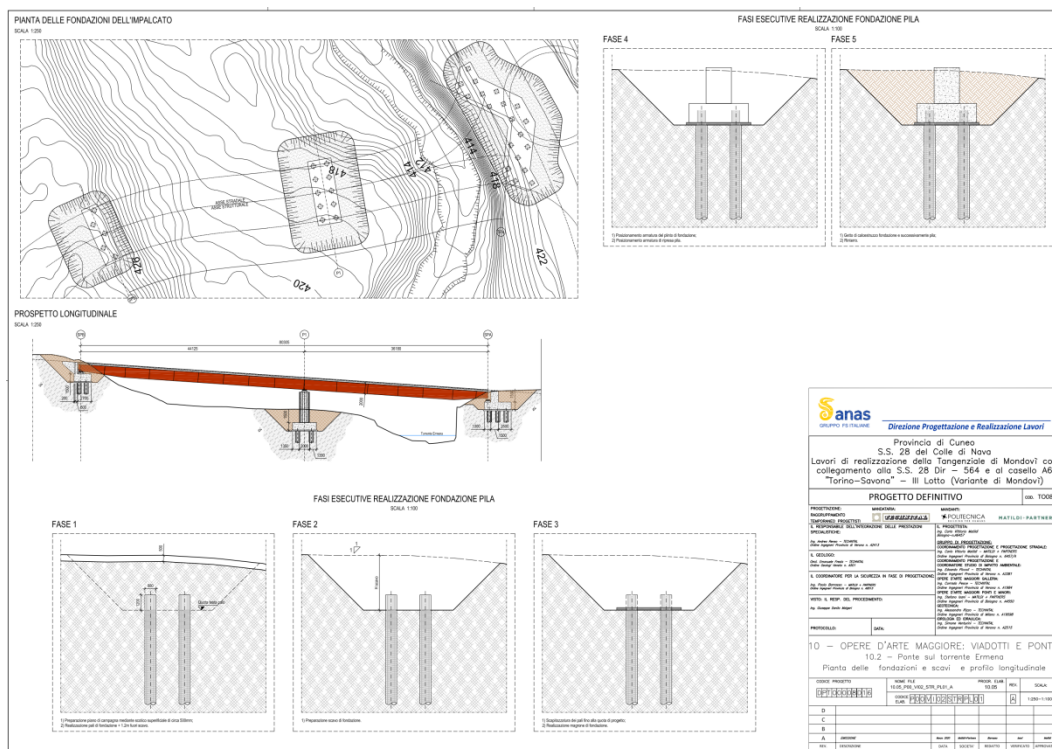


Figura 4-5 scavi per la realizzazione delle fondazioni sul torrente Ermena

Per la galleria naturale oltre allo scavo per l'attraversamento della collina di Monte San Lorenzo sono previsti scavi nelle zone degli imbocchi per la stabilizzazione dei versanti e per la realizzazione dei tratti in galleria artificiale pari a 60 m all'imbocco Ovest e 55 all'imbocco Est. In particolare, gli imbocchi vengono realizzati con l'ausilio di paratie tirantate caratterizzate da pali di diametro 900 mm ed interasse di 1,10 m e saranno poi, in esercizio, parzialmente tombate. Le figure seguenti illustrano lo sviluppo planimetrico delle paratie e degli scavi previsti agli imbocchi.

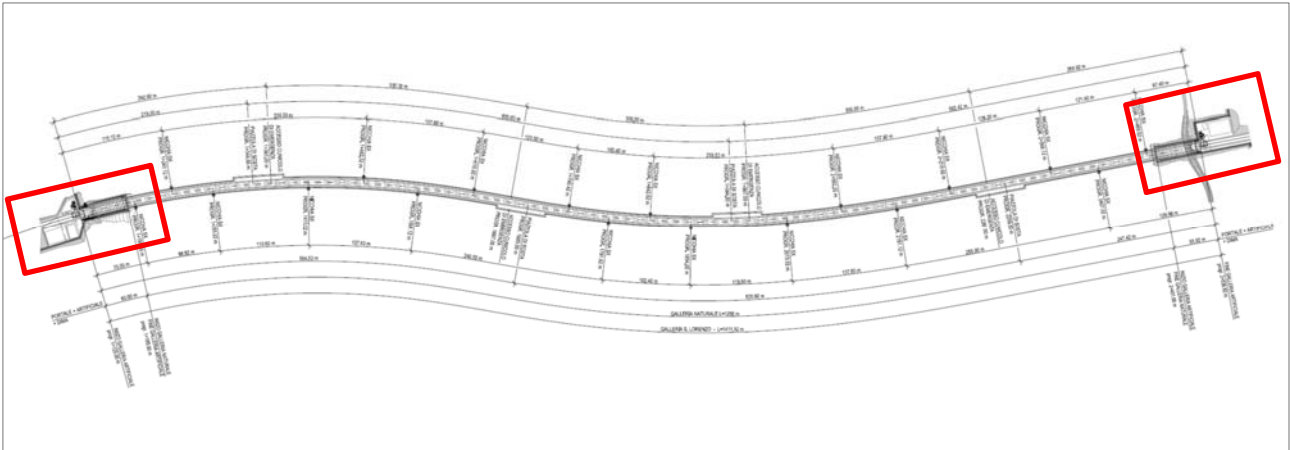


Figura 4-6 Planimetria della galleria naturale con evidenziate in rosso i tratti delle gallerie artificiali

La galleria sarà a canna unica, caratterizzata, nella sezione corrente, da un raggio interno di 6,45 e larghezza complessiva di 10,50 m. E' prevista inoltre la realizzazione di piazzole di sosta ogni 600 m per ciascun senso di marcia, poste sfalsate nelle due direzioni, e di un cunicolo di emergenza al di sotto del piano stradale con accessi diretti in corrispondenza di ciascuna piazzola di sosta e quindi ad un interasse di 300 m, come previsto dalla Linee Guida ANAS. La figura seguente riporta la sezione tipo prevista per la galleria

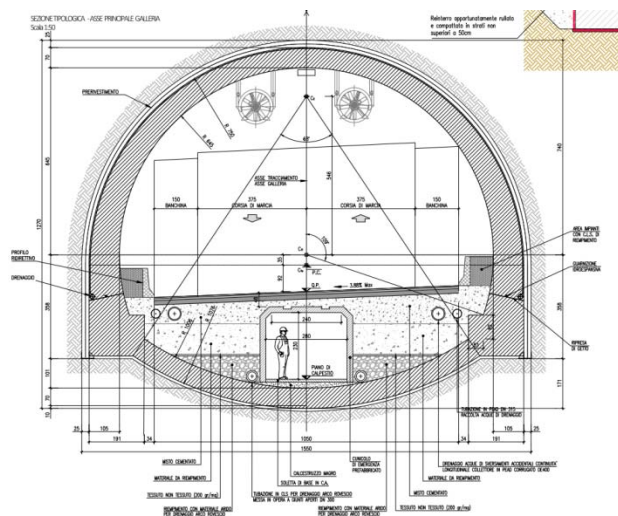


Figura 4-7 Sezione tipo galleria

Alla luce di quanto computato in fase di progetto, il volume totale di scavo sarà di **circa 500.000 m³** che sarà ripartito fra le seguenti litologie

MATERIALE
Terreno vegetale (scotico + strato di bonifica)
Materiali alluvionali prevalentemente ghiaiosi
Limi e sabbie (Formazione di Cassano Spinola)
Marne con intercalazioni arenacee (Formazione di Sant'Agata)
Arenarie, marne, calcari, quarziti (Formazione di Lequio)
Marne con orizzonti sabbiosi (Formazione delle Marne Grigio Azzurre)

Sulla base del fabbisogno di materiali inerti da cava per la realizzazione di rilevati, riempimento, riconfigurazione imbocchi, ritombamenti e tenuto conto delle caratteristiche prestazionali dei materiali di risulta che non permettono l'integrale riutilizzo si prevede il riutilizzo in situ, nell'ambito del progetto medesimo, di circa **200.000 m³** ed un esubero di **oltre 300.000 m³** di terre e rocce da scavo.

In tal senso, il "Piano di utilizzo" redatto ai sensi del D.P.R. 120/2017 prevede la gestione delle diverse tipologie di materiali di risulta degli scavi secondo le seguenti modalità: nell'ambito del cantiere medesimo, all'esterno in qualità di "sottoprodotto" o secondo il regime dei "rifiuti" così come evidenziato nelle tabelle sottostanti:

MATERIALE	IN CANTIERE	EXTRA CANTIERE (sottoprodotto o rifiuto)
Terreno vegetale (scotico + strato di bonifica)	100 %	-
Materiali alluvionali prevalentemente ghiaiosi	100 %	-
Limi e sabbie (Formazione di Cassano Spinola)	-	100 %
Marne con intercalazioni arenacee (Formazione di Sant'Agata)	-	100 %
Arenarie, marne, calcari, quarziti (Formazione di Lequio)	50 %	50 %
Marne con orizzonti sabbiosi (Formazione delle Marne Grigio Azzurre)	-	100 %

4.1.3 Contaminazione di suolo, sottosuolo e acque di falda

L'utilizzo di metodi di scavo che possono rilasciare sostanze potenzialmente pericolose, così come la perdita accidentale di grassi, oli o carburanti da parte dei mezzi d'opera utilizzati, che opereranno su di un'area priva del terreno vegetale di copertura, nel corso delle operazioni di scavo comporta una possibile contaminazione diretta del suolo e sottosuolo. Inoltre, attraverso le acque d'infiltrazione, di origine meteorica, la contaminazione si potrebbe quindi propagare, anche in maniera indiretta, alle acque sotterranee soprattutto in un contesto come quello in esame dove la falda si trova a debole profondità.

In tal senso va considerato che la falda risulta poco profonda e sarà intercettata dagli scavi. Infatti il sistema idrogeologico locale è costituito da terreni permeabili su substrato impermeabile che favoriscono l'instaurazione di una falda superficiale posta a debole profondità. In tal senso, sebbene il substrato poco permeabile costituisca una naturale protezione agli orizzonti più profondi, ne deriva, in ogni caso, un sistema complesso, e vulnerabile soprattutto in ragione della bassa profondità della falda rispetto al piano campagna.

Dal punto di vista probabilistico, gli eventi di contaminazione legati ad evenienze fortuite ed accidentali, sono legati all'uso di mezzi in cattive condizioni, alla mancanza di un regolare ed adeguato programma di manutenzione, all'assenza di formazione del personale addetto alle azioni da intraprendere in caso di sversamento accidentale di sostanze pericolose dai mezzi meccanici.

Ciò detto, Il guasto di un macchinario utile alle attività di lavorazione con conseguente sversamenti di sostanze contaminanti è da considerarsi del tutto accidentale e poco probabile. Inoltre, essendo possibile predisporre adeguati piani di manutenzione sui mezzi d'opera per prevenire questo tipo di incidenti, che contemplino apposite procedure di intervento di emergenza, si ritiene che questo aspetto ambientale possa essere facilmente regolamentato ed adeguatamente controllato.

In merito alle operazioni scavo, si ritiene opportuno che, visto il contesto idrogeologico locale, non vengano adottati sistemi di scavo che contemplino l'impiego di sostanze potenzialmente pericolose tipo fanghi di circolazione non certificati. In tal senso, peraltro il progetto prevede, anche l'esecuzione delle fondazioni profonde l'impiego di rivestimenti metallici anziché fanghi per il sostegno degli scavi sebbene in commercio anche fanghi biodegradabili e che non rilasciano sostanze potenzialmente inquinanti. In ogni caso in questo modo si possono evitare anche solo fenomeni di intorbidimento e di temporaneo peggioramento delle fisiche qualità dell'acqua.

In merito alle aree cantierate esternamente alle aree di scavo, si ritiene che una corretta gestione dei mezzi, delle aree di deposito dei materiali di cantiere, delle acque meteoriche e degli scarichi nonché la scelta di materiali certificati sotto il profilo ambientale, possano escludere l'eventualità di contaminazione delle matrici in esame.

In conclusione, dagli elaborati di progetto si evince che verranno adottate misure idonee per la tutela ambientale dei terreni e delle acque sia per quanto riguarda le modalità esecutive sia per quanto riguarda la gestione delle aree di cantiere. In tal senso, come già detto, le aree cantierate adibite alle lavorazioni saranno pavimentate e dotate di sistemi di raccolta e trattamento delle acque meteoriche e di dilavazione mentre per le perforazioni profonde non verranno utilizzati fanghi per il sostegno degli scavi utilizzando invece rivestimenti di tipo metallico.

Ciò premesso, si può ritenere che, viste le misure di tutela previste dal progetto, per quanto concerne il rischio di contaminazione del terreno e delle acque sotterranee in fase di cantiere si possa essere riferire solo ad eventi accidentali.

4.1.4 *Alterazione delle condizioni morfologiche dei versanti*

Il tracciato della Tangenziale di Mondovì prevede anche l'attraversamento della collina di Monte San Lorenzo mediante la realizzazione di una galleria. La collina di Monte San Lorenzo presenta una condizione di pericolosità geomorfologica soprattutto in corrispondenza del versante occidentale connessa con una potenziale instabilità delle coltri limoso sabbioso argillose (Cassano Spinola) poggianti sul substrato marnoso competente. Tale instabilità è imputabile alle mediocri caratteristiche dei terreni, ad una orientazione sfavorevole (franapoggio) della giacitura del substrato.

Il riconoscimento di condizioni di elevata pericolosità geomorfologica con perimetrazioni di frana gravanti in particolar modo sull'imbocco ovest della galleria S Lorenzo ha portato il progetto definitivo ad una variante planoaltimetrica che, fra le altre cose, sposta il tracciato di preliminare verso nord evitando le perimetrazioni di frane riportate in bibliografia e riconosciute sul terreno. Tale soluzione permette inoltre di imboccare la galleria con minori spessori delle coperture (10 m nel definitivo contro i 20 m di preliminare). Nel contempo la richiesta del Comune di Mondovì di un nuovo ponte sul Rione Borgato ha reso possibile l'eliminazione dello svincolo interposto fra viadotto Ellero e galleria S. Lorenzo, che per buona parte gravava su aree potenzialmente instabili appesantendole con opere in rilevato. Una frana potenzialmente attiva è cartografata anche in sponda destra del torrente Ermena all'altezza del Ponte sul Rione Borgato. Tale perimetrazione, evidenziata anche da recente documentazione bibliografica (sistema informativo frane della Regione Piemonte) è delimitata al piede da un muro tirantato realizzato a seguito dell'allargamento verso monte della S.S.28. Il ponte non interessa direttamente il perimetro di frana che viene però parzialmente intercettato dalla rotatoria di innesto fra le nuove opere e la SS28.

Premesso quanto sopra, posto che la soluzione progettuale adottata risulta essere quella che presenta la minor interferenza possibile con la pericolosità geomorfologiche documentate, in un approccio prudenziale il progetto ha considerato potenzialmente instabile l'intero spessore della coltre limoso sabbiosa poggianti sul sottostante substrato marnoso in corrispondenza del versante destro. In tal senso il progetto ha previsto la messa in opera di alcuni punti di monitoraggio inclinometrico che proseguirà anche nella fasi successive in modo che potrà fornire dati maggiormente approfonditi da utilizzare per la progettazione esecutiva dell'opera.

Si rileva tuttavia che il reale impatto della galleria sul versante si potrà avere solo in corrispondenza degli imbocchi ove peraltro il progetto prevede modalità di intervento atte a garantire che le lavorazioni avvengano in sicurezza nonché a stabilizzare il versante (paratie, consolidamenti, muri di sostegno, drenaggi, ecc). Per il resto la galleria

passa ad una profondità tale da non interferire con le coltre superficiale ove si possono verificare i fenomeni franosi.

4.2 PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

Ai fini della tutela delle matrici ambientali del suolo, sottosuolo e delle acque il progetto stesso prevede tutta una serie di misure inerenti la gestione ordinaria del cantiere nonché per la gestione degli eventi accidentali.

Gestione dei materiali e liquidi di risulta

È prevista una corretta gestione dei materiali e dei liquidi di risulta attraverso la raccolta, il trattamento e lo smaltimento che avverranno in linea con le vigenti normative. In particolare:

- i fluidi ricchi di idrocarburi ed olii oltre che di sedimenti terrigeni, derivanti da lavaggio dei mezzi meccanici o dai piazzali delle aree operative, prima di essere immessi nell'impianto di trattamento generale, dovranno essere sottoposti ad un ciclo di disoleazione; i residui del processo di disoleazione dovranno essere smaltiti come rifiuti speciali in discarica autorizzata;
- le acque nere, provenienti dagli scarichi di tipo civile, dovranno essere trattate a norma di legge in impianti di depurazioni, oppure immessi in fosse settiche a tenuta, spurgate periodicamente.

Stoccaggio dei rifiuti

Sarà effettuato un corretto stoccaggio dei rifiuti, in particolare, nelle aree di deposito temporaneo dovranno essere organizzati lo stoccaggio e l'allontanamento dei detriti, delle macerie e dei rifiuti prodotti:

- differenziando il deposito per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle relative norme tecniche, nonché, per i rifiuti pericolosi, nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute;
- garantendo adeguate modalità di trattamento e smaltimento, al fine del recupero o dello smaltimento dei materiali;
- ubicando le aree destinate a deposito di rifiuti lontano dai baraccamenti di cantiere e in apposite aree recintate e protette, in funzione della tipologia dei rifiuti, in modo da evitare la dispersione di odori o polveri.

Utilizzo di sistema di impermeabilizzazione dei cantieri operativi

È prevista l'impermeabilizzazione provvisoria mediante superficie asfaltata o guaine in PVC, delle piattaforme dei cantieri operativi e dei siti di stoccaggio temporaneo al fine di prevenire dispersioni nel suolo e nelle acque sotterranee di fluidi potenzialmente inquinanti.

Utilizzo di idoneo sistema di canalizzazione delle acque

È previsto un idoneo sistema di canalizzazione delle acque, in corrispondenza del Cantiere Base, dei cantieri operativi e dei siti di stoccaggio temporaneo.

Installazione di presidi idraulici per il trattamento delle acque

È prevista la predisposizione di presidi idraulici per la gestione delle acque di dilavamento della piattaforma di cantiere e per la gestione della raccolta di acque derivanti da sversamenti accidentali, in corrispondenza dei cantieri

Utilizzo di metodi di scavo senza fluidi di perforazione

Gli scavi per la realizzazione delle trincee in asse stradale, per la galleria artificiale e in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie naturali saranno eseguiti prevalentemente mediante escavatore munito di benna. In corrispondenza del viadotto sul fiume Ellero e del ponte sull'Ermena, così come per la galleria sarà richiesto anche un martello demolitore di elevata potenza.

Le fondazioni del viadotto Ellero, così come quelle del ponte sull'Ermena, sono rappresentate da pali trivellati realizzati mediante impiego di un "bucket" (secchione).

Il rivestimento delle pareti di scavo è necessario nei terreni superficiali mentre in seno alle argille consistenti ed alle marne le pareti di perforazione possono generalmente ritenersi, nel breve termine, stabili. In tal senso, si evidenzia che, ai fini della tutela delle componenti ambientali, per sostenere gli scavi non verranno impiegati fanghi bentonitico o polimerico benché in commercio esistono prodotti dalle ottime caratteristiche e biodegradabili. In alternativa e volendo evitare l'impiego di fanghi e una potenziale interferenza con la falda (spesso molto superficiale) si dovrà impiegare un rivestimento metallico provvisorio da estrarre progressivamente in fase di getto.

Sversamenti accidentali di sostanze contaminanti

Nel caso si verificano degli sversamenti accidentali in cantiere le azioni da intraprendere sono le seguenti:

- Circoscrivere il materiale ed effettuare la comunicazione di cui all'art. 242 del D.Lgs. n. 152/2006;
- Avvisare immediatamente il Responsabile del cantiere/Direttore di Cantiere, il Responsabile Ambiente, il RSGA e il referente in campo della Direzione Lavori per successive comunicazioni;
- Individuare la sorgente/causa del rilascio;
- Utilizzando gli appositi DPI, arrestare la fuoriuscita del rilascio, avvalendosi di qualsiasi mezzo/materiale si ritenga utile a tale scopo e/o intervenendo sulla chiusura di valvole e riparazione o sostituzione del tratto danneggiato;
- Sospendere le attività lavorative, programmate nei dintorni dell'area interessata dall'emergenza, che possono provocare un "effetto domino" dell'incidente o complicare le operazioni necessarie al contenimento e alla pulizia;
- Deviare o, ove ciò non sia possibile, sospendere il traffico veicolare non strettamente correlato con la gestione dell'emergenza;

- Identificare la tipologia e le caratteristiche del prodotto/sostanza sversata;
- Individuare i punti di sensibilità (corsi d'acqua superficiali, acquifero superficiale, ecc) prossimi al rilascio;
- Delimitare lo spandimento tramite la realizzazione di trincee, recupero dell'eventuale surnatante e messa in aspirazione delle acque da inviare a unità di trattamento;
- Posizionare panni oleoassorbenti superficiali, in caso di spandimento di sostanze oleose;
- Laddove si sia verificato un rilascio in area non pavimentata, occorre subito arginare la fuoriuscita con sabbia e/o granuli assorbenti;
- Recuperare il prodotto sversato mediante aspirazione;
- Rimuovere i materiali assorbenti sfusi intrisi di prodotto;
- Nell'area maggiormente interessata dallo sversamento, scoticare lo strato di terreno impregnato finché non sia raggiunto uno strato non interessato dalla contaminazione;
- Posizionare il terreno scavato e i materiali assorbenti utilizzati all'interno di sacchi e/o bidoni;
- Trasferire i materiali/rifiuti raccolti all'area di stoccaggio dei rifiuti o, qualora ciò non fosse possibile, posizionarli in un'area delimitata e contraddistinta.
- Smaltire i materiali/rifiuti in base alla istruzione operativa Gestione dei rifiuti e degli scarichi idrici.

Accantonamento e recupero del terreno vegetale di scotico per la realizzazione delle opere a verde

La rimozione del cotico erboso è un'operazione preliminare che dovrà essere effettuata al fine di un riutilizzo dei materiali asportati, limitando quindi il riporto di materiali alloctoni per la ricostituzione del soprassuolo, limitando inoltre l'utilizzo di stabilizzanti mediante il riutilizzo del materiale di detrito asportato.

La rimozione dei diversi orizzonti che costituiscono il profilo del suolo unitamente al soprassuolo, deve avvenire solo dopo aver osservato alcuni importanti accorgimenti. La prima fase dovrà prevedere l'individuazione e la preparazione delle aree atte allo stoccaggio del materiale rimosso. È importante prestare particolare attenzione alle modalità di conservazione del materiale: i cumuli dovranno essere messi al riparo da eventuali movimenti franosi, da fenomeni erosivi in atto, dal contatto con possibili sostanze inquinanti (oli esauriti, gasolio, ecc.). Le aree individuate devono avere una superficie adeguata alla movimentazione del materiale al fine di evitare il calpestio del materiale stesso da parte dei mezzi. I materiali più delicati, in particolare il soprassuolo, rappresentato dal cotico erboso e gli orizzonti con scarso scheletro, non dovrà essere spostato dall'area di stoccaggio se non nella fase di reimpiego.

Si dovrà prestare attenzione alle condizioni climatiche in cui si opera evitando quindi periodi eccessivamente umidi o eccessivamente aridi, al fine di ridurre al minimo le possibili alterazioni del materiale asportato. Quindi è necessario che il materiale derivante dallo scotico sia reimpiegato nel minor tempo possibile. A questo proposito, nel caso in cui i tempi di reimpiego dei materiali asportati fossero più lunghi del previsto, è necessario operare attraverso interventi di pacciamatura con fiorume tardivo, che dovrà essere posizionato sopra il materiale di scotico.

Il prelievo e la successiva fase di stoccaggio dovranno essere effettuate nello stesso momento, predisponendo il materiale alla conservazione nel sito di stoccaggio precedentemente individuato (Area di stoccaggio).

Dovrà essere prestata particolare attenzione a disporre il materiale asportato in modo tale da evitare calpestio dello stesso da parte delle macchine operatrici ed inoltre occorre evitare movimentazioni ripetute del cotico asportato. Per evitare fenomeni di riscaldamento e conseguente fermentazione, che potrebbero portare ad uno scadimento della qualità della banca semi contenuta nel terreno l'accantonamento del materiale di scotico, non dovrà essere realizzato in cumuli troppo grandi (max 2m di altezza). Il materiale dovrà essere mantenuto con un giusto grado di umidità.

Di seguito si riportano i risultati delle valutazioni effettuate nei confronti dei suddetti impatti, valutati considerando le misure di mitigazione e prevenzione previste.

Sottrazione di Suolo nelle fasi di cantiere

Applicazione del metodo di Valutazione, relativo alla Sottrazione di Suolo nelle fasi di cantiere.

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata del cantiere è superiore ad 1 anno	1,00
Vulnerabilità (V)	Trattandosi il suolo è una risorsa pregiata per cui si considera una vulnerabilità elevata	1,00
Estensione (E)	Gli scavi e la cantierizzazione riguarda una superficie di circa 100.000 m ² estesa alle aree limitrofe al tracciato.	0,50
Pericolosità (H)	Trattandosi di una risorsa pregiata si considera una pericolosità elevata.	1,00
Danno (D = L + V + E + H)		3,50
Probabilità (P)	L'evento si verificherà pertanto è certo	1,00
Rischio (R = P x D)		3,50
Peso Ponderato (K = N _i x K ₀)	Impatto a Breve termine, Reversibile, di Media Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta), interessa una risorsa Strategica. Natura dell'impatto: Negativa.	- 5
Impatto Ambientale (I _A = R x K)	TRASCURABILE (I_A > -24)	- 17,50

Sottrazione di Sottosuolo nelle fasi di cantiere

Applicazione del metodo di Valutazione, relativo alla Sottrazione di Sottosuolo nelle fasi di cantiere.

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata del cantiere è superiore ad 1 anno	1,00
Vulnerabilità (V)	Trattandosi di scavi anche su versanti con pericolosità geomorfologica si considera una vulnerabilità Medio-Elevata	0,75
Estensione (E)	Gli scavi saranno dislocati all'interno delle aree di pertinenza che in sviluppo lineare risulta superiore ad 1 km per cui si considera un impatto su area vasta.	1,00
Pericolosità (H)	Pur trattandosi di un materiale poco pregiato, vista la percentuale gestita come rifiuto si considera una pericolosità elevata.	1,00
Danno ($D = L + V + E + H$)		3,75
Probabilità (P)	L'evento si verificherà pertanto è certo	1,00
Rischio ($R = P \times D$)		3,75
Peso Ponderato ($K = N_i \times K_0$)	Impatto a Lungo termine, Irreversibile, di Elevata Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta), interessa una risorsa Comune. Natura dell'impatto: Negativa.	- 12
Impatto Ambientale ($I_A = R \times K$)	POCO SIGNIFICATIVO ($- 54 < I_A \leq - 24$)	- 45,00

Contaminazione di Suolo, Sottosuolo ed Acque Sotterranee nelle fasi di cantiere

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa alla Contaminazione di Suolo e Sottosuolo nelle fasi di cantiere.

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata del cantiere è superiore ad un anno	1,00
Vulnerabilità (V)	Sono previsti importanti operazioni di scavo su terreno anche ad elevata permeabilità.	1,00
Estensione (E)	In caso di interventi occasionali l'estensione si può contenere all'ambito del ed alle aree cantierate quindi di considera entro 0,1 km.	0,50
Pericolosità (H)	Le sostanze usate dai mezzi d'opera possono essere pericolose (oli e carburanti) (intesa a mitigazione ambientale avvenuta)	1,00
Danno ($D = L + V + E + H$)		3,50
Probabilità (P)	Eventuali sversamenti accidentali sono poco probabili. Ma si prevedono importanti interventi di scavo che aumentano le possibilità.	0,50
Rischio ($R = P \times D$)		1,75
Peso Ponderato ($K = N_i \times K_0$)	Tale Impatto risulterebbe a Breve termine, Reversibile, di Bassa Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta), ed interessa una risorsa Comune. Natura dell'impatto: Negativa.	- 2
Impatto Ambientale ($I_A = R \times K$)	TRASCURABILE ($I_A > -24$)	- 3,5

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa alla Contaminazione delle Acque Sotterranee nelle fasi di cantiere.

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata del cantiere è superiore ad un anno	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità dell'acquifero risulta elevata in quanto la soggiacenza è bassa	1,00
Estensione (E)	In caso di interventi occasionali l'estensione si può contenere all'ambito dell'area di progetto e delle aree cantierate (entro 0,1 km)	0,50
Pericolosità (H)	Le sostanze usate dai mezzi d'opera possono essere pericolose (oli e carburanti) (intesa a mitigazione ambientale avvenuta)	1,00
Danno ($D = L + V + E + H$)		3,50
Probabilità (P)	Eventuali sversamenti accidentali con conseguente contaminazione delle acqua sono poco probabilità ma nell'eventualità si scavi sottofalda la probabilità aumenta.	0,50
Rischio ($R = P \times D$)		1,75
Peso Ponderato ($K = N_i \times K_0$)	Tale Impatto risulterebbe a Lungo termine, Reversibile, di Bassa Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta), ed interessa una risorsa Strategica. Natura dell'impatto: Negativa.	- 8
Impatto Ambientale ($I_A = R \times K$)	TRASCURABILE ($I_A > -24$)	- 14,00

Alterazione delle condizioni morfologiche dei versanti nella fase di cantiere

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa alla Alterazione delle condizioni morfologiche dei versanti nella fase di cantiere.

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata del cantiere è superiore ad 1 anno	1,00
Vulnerabilità (V)	Per la vulnerabilità del versante si considera cautelativamente il massimo per la presenza di una pericolosità geologica	1,00
Estensione (E)	Si considera un'area limitrofa al tracciato ($< 0,1$ km)	0,50
Pericolosità (H)	Si considerato cautelativamente il valore massimo anche se sarà definita solo a seguito dei riscontri dei monitoraggi sui sondaggi attrezzati con inclinometri.	1,00
Danno ($D = L + V + E + H$)		3,50
Probabilità (P)	La probabilità è certa in quanto connessa con la realizzazione dell'opera	1,0
Rischio ($R = P \times D$)		3,50
Peso Ponderato ($K = N_i \times K_0$)	Tale Impatto è a Lungo termine, Irreversibile, di Media Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta), ed interessa una risorsa Comune. Natura dell'impatto: Negativa.	- 8,0
Impatto Ambientale ($I_A = R \times K$)	POCO SIGNIFICATIVO ($- 54 < I_A \leq - 24$)	- 28,0

4.3 IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

4.3.1 Contaminazione di suolo e sottosuolo e acque sotterranee

Nella fase di esercizio la fruizione dell'opera stradale costituirà una potenziale fonte di contaminazione sia nel caso del normale utilizzo che nel caso di incidenti con spandimento di inquinanti (es. incidente di automezzi con sversamento di sostanze liquide o nel caso di malfunzionamento dei sistemi di trattamento). Tuttavia, a fronte di un'adeguata progettazione del sistema di gestione delle acque meteoriche di piattaforma e del sistema di drenaggio e allontanamento delle acque sotterranee, il rischio di contaminazione del suolo e sottosuolo e acque sotterranee potrà risultare estremamente basso. Va considerato, peraltro, che in corrispondenza di alcuni tratti del tracciato ed in particolare del tratto occidentale la falda risulta poco profonda e sarà intercettata dall'intervento. Infatti il sistema idrogeologico locale è costituito da terreni permeabili su substrato impermeabile che favoriscono l'instaurazione di acquiferi superficiali il cui spessore è determinato dalla potenza del complesso alluvionale e che, nel caso specifico, presentano una bassa soggiacenza dal piano campagna. In tal senso, sebbene il substrato poco permeabile costituisca una naturale protezione agli orizzonti più profondi, ne deriva, in ogni caso, un sistema complesso, e vulnerabile soprattutto in ragione della bassa soggiacenza della falda più superficiale.

Ciò premesso, in fase di esercizio dovrà essere riservata particolare attenzione sia alla manutenzione dei sistemi di raccolta e delle acque di piattaforma sia a quelli di drenaggio e allontanamento delle acque sotterranee dall'opera stradale previste dal progetto. In tal senso, infatti, come già descritto al capitolo precedente:

- Il progetto prevede la raccolta delle acque di origine meteorica ed il trattamento in continuo delle acque prima del convogliamento al recapito finale in corpo idrico superficiale.
- Il progetto prevede sistemi (tipo trincee drenanti e teli anticapillari) per l'allontanamento delle acque sotterranee dall'opera stradale.
- lo smaltimento delle acque meteoriche di piattaforma non avverrà comporterà la dispersione su suolo.

Ciò detto, si ritiene che la potenziale contaminazione di suolo, sottosuolo e acque sotterranee possa essere riferita principalmente ad eventi accidentali o a malfunzionamento dei sistemi di trattamento e di dispersione. Tali ipotesi risultano abbastanza remote, soprattutto se affiancate da un adeguato programma di manutenzione e controllo.

4.4 PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

Ai fini della tutela della risorsa idrica e della stabilità dell'area il progetto prevede già una serie di sistemi per i quali in fase di esercizio dovrà essere assicurata la manutenzione e l'efficienza:

- interventi di protezione spondale, realizzata con scogliere opportunamente estese sia a monte, sia a valle delle strutture in progetto ed intervento a protezione delle pile sempre con massi ciclopici.

- vasche di laminazione, per mantenere invariato l'equilibrio idraulico dell'area e che permetteranno l'accumulo temporaneo degli eccessi meteorici con progressivo rilascio nel corpo idrico ricettore, previo trattamento;
- sistemi di drenaggio per l'allontanamento delle acque sotterranee che verranno intercettate dagli scavi per la realizzazione dell'opera che, qualora non gestite potrebbero raggiungere il piano campagna determinando ristagni ed allagamenti e soprattutto instabilità alle scarpate ed agli interventi in corrispondenza dei imbocchi della galleria naturale nonché in corrispondenza della galleria artificiale ;
- trattamento delle acque meteoriche di piattaforma mediante un disoleatori per il trattamento in continuo delle acque di piattaforma posizionati prima dello scarico nel fiume Ellero e prima dello scarico nel torrente Ermena.

Nella tabella seguente si riportano i risultati della valutazione effettuata rispetto alla contaminazione della matrice, tenendo in considerazione le misure di prevenzione e mitigazione previste.

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa alla Contaminazione di Suolo, Sottosuolo nella fase di esercizio.

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	E' stata considerata una durata di esercizio dell'impianto sicuramente superiore ad 1 anno	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità è bassa, il suolo ed il sottosuolo sono protetti dalla pavimentazione stradale e dai sistemi di raccolta e allontanamento delle acque meteoriche afferenti la piattaforma stradale.	0,25
Estensione (E)	Si considerato un'estensione nelle aree limitrofe esterne all'area di progetto (0,1 km)	0,50
Pericolosità (H)	Eventuali sversamenti accidentali possono contenere sostanze pericolose (oli e idrocarburi). (intesa a mitigazione ambientale avvenuta)	1,00
Danno (D = L + V + E + H)		1,375
Probabilità (P)	Fenomeni di sversamento accidentale risultano poco probabili. Tutte le aree di fruizione sono impermeabilizzate ed è previsto il trattamento delle acque prima del recapito in corso d'acqua. Elevato tempo di fruizione.	0,50
Rischio (R = P x D)		0,6875
Peso Ponderato (K = N _i x K ₀)	Tale Impatto è a Lungo termine, comunque Reversibile, di Media Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta), ed interessa una risorsa Comune. Natura dell'impatto: Negativa.	- 4
Impatto Ambientale (I _A =R x K)	TRASCURABILE (I_A > -24)	- 2,75

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa alla Contaminazione di acque sotterranee nella fase di esercizio.

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	E' stata considerata una durata di esercizio dell'impianto sicuramente superiore ad 1 anno	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità è bassa, il suolo ed il sottosuolo sono protetti dalla pavimentazione stradale e dai sistemi di raccolta e allontanamento delle acque meteoriche afferenti la piattaforma stradale.	0,25
Estensione (E)	Si considerato un'estensione nelle aree limitrofe esterne all'area di progetto (0,1 km)	0,50
Pericolosità (H)	Eventuali sversamenti accidentali possono contenere sostanze pericolose (oli e idrocarburi) (intesa a mitigazione ambientale avvenuta).	1,00
Danno ($D = L + V + E + H$)		1,375
Probabilità (P)	Fenomeni di sversamento accidentale risultano poco probabili. Tutte le aree di fruizione sono impermeabilizzate ed è previsto il trattamento della acque prima del recapito in corso d'acqua. Elevato tempo di fruizione.	0,50
Rischio ($R = P \times D$)		0,6875
Peso Ponderato ($K = N_i \times K_0$)	Tale Impatto è a Lungo termine, comunque Reversibile, di Media Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta), ed interessa una risorsa Strategica. Natura dell'impatto: Negativa.	- 10
Impatto Ambientale ($I_A = R \times K$)	TRASCURABILE ($I_A > -24$)	- 7

5 PATRIMONIO AGROALIMENTARE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI

Prima di valutare dettagliatamente gli impatti previsti o potenziali a carico della componente "Flora, fauna ed ecosistemi", si considera quanto segue:

- Le caratteristiche ecologiche dell'area di studio, come dimostrato nello Scenario di Base, sono riconducibili a quelle comunemente riscontrabili negli ambiti agrari ed antropici in cui gli assetti floristici sono estremamente semplificati, con complessità ecosistemica ridotta, per buona parte dell'area di intervento.
- Nei pressi del fiume Ellero sono presenti aree boscate classificabili come formazioni riparie. Tali zone presentano abbondanti specie aliene infestanti che ne stanno minando lo stato di conservazione.
- Nell'area d'intervento non sono presenti specie vegetali elencate nelle liste di protezione (repertorio CNR 1979, Convenzione di Berna 1979, Libro Rosso 1992, Direttiva Habitat 1992, Lista Rossa Regionale).
- Non sono presenti nell'area di studio habitat di interesse comunitario (individuati ai sensi della direttiva CEE 92/43 e successive modifiche ed integrazioni), né tantomeno risultano presenti nell'area d'intervento.
- I mammiferi presenti nell'area vasta di studio non presentano in generale né singolarità rilevanti, né elementi di tutela specifica; nessuna delle specie censite e inserite nelle normative di tutela faunistico-ambientale comunitarie (Direttiva 92/43/CEE - "Habitat").
- Delle specie di uccelli potenzialmente presenti nell'area di studio inserite nell'Allegato I della Direttiva "Uccelli" (409/79/CEE e successive modifiche ed integrazioni) non è stata rilevata nessuna nidificazione passata o in corso nell'area di progetto.

Ciò premesso gli impatti riferibili alla vegetazione esistente all'interno dell'area di progetto e su quella esistente nel territorio ad essa limitrofo sono principalmente riferibili a:

- produzione di polveri e la dispersione di frazione leggera per effetto del vento; infatti, qualora il deposito di materiale fine sull'apparato fogliare fosse significativo, ciò si potrebbe tradurre in condizioni di sofferenza per la vegetazione esterna all'area di progetto, dovuta alle ridotte capacità di fotosintesi e respirazione e nei casi più gravi, riduzione delle capacità riproduttive.
- emissione di gas inquinanti, connessa al traffico indotto, potrebbe potenzialmente esercitare effetti negativi sulla vegetazione, principalmente sull'attività fotosintetica ed il ricambio idrico, con possibili alterazioni nello sviluppo vegetativo.

Ancora, gli impatti indotti sulla fauna sono individuabili in:

- emissione di rumore, gas e polveri conseguenti alla coltivazione ed alla movimentazione dei mezzi meccanici e di trasporto. Riguardo a questo punto si segnala che gli elementi più sensibili all'emissione di polveri e gas combustibili risultano essere gli anfibi, per quanto scarsamente presenti, perché dotati di un sottile rivestimento epidermico che utilizzano anche come organo respiratorio. Ancora si evidenzia la possibilità di perdita di soggetti per investimento, in riferimento soprattutto agli esemplari della fauna terricola presenti. Il rumore può invece interferire principalmente con l'avifauna, in particolare causando il possibile e momentaneo allontanamento delle specie nidificanti durante il periodo riproduttivo.

- perdita di habitat dovuta alla possibile eliminazione di potenziali rifugi e siti idonei per la riproduzione per le numerose specie ornitiche presenti, oltre che a rettili e mammiferi.
- alterazione dello stato di conservazione dell'ittiofauna in funzione di interventi di modifica dei deflussi nell'alveo.

Non sono previste comunque perdite di habitat inseriti nell'allegato I della Direttiva 92/43/CEE.

Ciò premesso, di seguito saranno valutati gli impatti indotti dall'intervento in progetto. La zona in esame non presenta caratteri particolari di comunicazione con sistemi naturali presenti ed è dunque prevedibile che non vi saranno effetti diretti e indiretti significativi sulla flora e sulla fauna presenti dovuti al progetto in esame.

Non si andrà a ledere un sistema complesso o, comunque, interconnesso ad altri sistemi attraverso la rete di vie naturali di contatto tra ecosistemi diversi; non si causerà, altresì, danno significativo alla vegetazione, alla flora (non si elimineranno specie arboree, arbustive ed erbacee importanti) e alla fauna (non andando a distruggere siti di riproduzione o di passaggio o di alimentazione).

L'ecosistema individuato nel territorio analizzato viene interessato in maniera non significativa dalle attività previste dal progetto in esame e comunque in modo difficilmente distinguibile dai disturbi delle attività antropiche attualmente presenti e operanti nell'area.

Alla luce delle precedenti considerazioni, gli elementi d'impatto sono riconducibili alla fase di realizzazione dell'intervento ed all'utilizzo dell'arteria stradale in fase di esercizio, che comportano l'emissione di rumore, la produzione di polveri e particolato e la dispersione di frazione leggera per effetto del vento.

Anche l'emissione di gas inquinanti, connessa all'attività dei mezzi di lavoro e trasporto, potrebbe potenzialmente esercitare effetti negativi sulla vegetazione, principalmente sull'attività fotosintetica ed il ricambio idrico, con alterazioni nello sviluppo.

Le medesime operazioni possono potenzialmente rappresentare una perturbazione acustica negativa per la fauna presente. Gli effetti di tale perturbazione, che in ogni caso dovranno essere sommati a quelli già esistenti nell'area, già antropizzata, potrebbero essere l'allontanamento temporaneo delle specie più sensibili.

La sottrazione di vegetazione è legata principalmente all'occupazione di suolo che le attività necessarie per la costruzione del nuovo asse viario comportano sulle componenti biotiche dell'ambiente. Sia la fase di costruzione dell'opera che quella di esercizio, infatti, implicano l'eliminazione di ampie porzioni delle tipologie vegetazionali presenti nell'area di progetto. Occorre inoltre considerare che la perdita di vegetazione strettamente legata all'inserimento dell'infrastruttura nell'ambiente e quindi all'esercizio della stessa è ovviamente irreversibile, a differenza di quella inerente la fase di cantiere che può, almeno in parte, essere recuperata una volta concluse le attività di costruzione.

A seconda del tipo di copertura vegetale compromessa dalla realizzazione del tracciato si comprende la necessità di prevedere degli interventi di mitigazione e/o compensazione adeguati, volti a contenere l'impatto derivante dalla sottrazione di vegetazione.

È da prevedere, peraltro, che le comunità animali, per l'acquisito adattamento alla presenza nelle aree limitrofe d'importanti attività antropiche, non subiranno sostanziali ripercussioni negative.

Per quanto riguarda gli ossidi di azoto i valori sia in fase pre che post operam rientrano ampiamente nei limiti di legge e gli incrementi sui valori massimi risultano trascurabili. Nel recettore sensibile a Rione Borgato si osserva un lieve miglioramento. I valori per gli NOx valutati al recettore Torrente Ermena (eco sistemico) seppur non rientrante in aree SIC o ZPS, risultano anch'essi in lieve miglioramento.

Andando quindi a sintetizzare e schematizzare gli impatti precedentemente descritti con il metodo di valutazione proposto nel presente S.I.A., questi possono essere valutati complessivamente come TRASCURABILI o POCO SIGNIFICATIVI, in merito alle matrici flora, fauna ed ecosistemi.

5.1 IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

Gli impatti in fase di cantiere a carico delle matrici flora, fauna ed ecosistemi sono riconducibili principalmente alla riduzione di terreno agricolo e boscato, ed alla produzione di polveri e rumori da parte dei mezzi e macchinari di cantiere.

La sottrazione di vegetazione in fase di costruzione dell'opera è reversibile per quanto riguarda le aree di cantiere che saranno ripristinate una volta concluse le operazioni edili. Invece risulta irreversibile dal momento che le aree adibite alla realizzazione della nuova infrastruttura viaria non saranno ripristinabili. Si ribadisce che la maggior parte del tracciato si localizza su terreni agricoli adibiti a seminativi, ampiamente presenti nel territorio circostante. La vegetazione presente, così come descritta nello Scenario di Base, è classificata principalmente come vegetazione di scarso interesse naturalistico, principalmente riconducibile a formazioni antropiche e agricole, tipiche della pianura Piemontese.

A carico della componente faunistica, in fase di cantiere, le perturbazioni sono riconducibili principalmente alla produzione di rumori e di polveri legata all'utilizzo di macchinari e mezzi operanti per la realizzazione dell'opera. L'entità di tali perturbazioni è stata analizzata nel dettaglio nei paragrafi 1 e 7 del presente documento. Come analizzato nello Scenario di Base, la fauna potenzialmente gravitante nell'area di indagine è riconducibile a specie legate principalmente ai territori agricoli ed alle fasce boscate presenti lungo il fiume Ellero. Si ricorda che l'intervento interesserà solo in parte tali formazioni dal momento che si prevede la sola rimozione per la posa dei sostegni del viadotto. In ogni caso si ritiene che non verranno alterate le condizioni di deflusso delle acque del corpo idrico, motivo per cui le perturbazioni a carico dell'ittiofauna vengono considerate nulle. Per quanto riguarda l'avifauna la principale perturbazione sarà legata alle emissioni rumorose prodotte in fase di cantiere e di esercizio.

Relativamente alla mammalofauna ed alla fauna terricola (anfibi e rettili) non si prevedono perturbazioni significative derivanti dalla frammentazione del territorio dal momento che la maggior parte delle opere sarà interrata. Per le parti fuori terra in ogni caso si ritiene che, vista la lunghezza dei tratti in rilevato ed in trincea, non siano possibili effetti significativi derivanti dalla realizzazione di barriere antropiche che possano compromettere la mobilità delle specie. In ogni caso è prevista la realizzazione di un tratto di strada interrato con la realizzazione di un passaggio faunistico al di sopra di esso.

5.2 PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

In generale, hanno effetti mitigativi sulla vegetazione e sulla fauna tutte le misure previste per l'abbattimento delle emissioni acustiche, in atmosfera, nelle acque e nel suolo, in grado cioè di prevenire l'alterazione o sottrazione di vegetazione e di habitat.

Durante la cantierizzazione per la realizzazione dell'intervento gli interventi di mitigazione per la componente florofaunistica sono riconducibili, infatti, agli interventi previsti per la mitigazione delle perturbazioni acustiche ed atmosferiche. Come esplicitato nello studio di impatto ambientale le principali perturbazioni a carico della matrice in

esame sono infatti riconducibili all'utilizzo di mezzi e macchinari di cantiere responsabili di emissioni polverose e rumorose.

Specifiche misure organizzative e gestionali del cantiere

Per quanto concerne le misure organizzative e gestionali del cantiere, al fine della tutela della componente fauna, nell'eseguire le lavorazioni si dovrà prestare la massima cautela e, in particolare, si raccomanda dove possibile di modulare le attività di cantiere più rumorose. In particolare, "tenuto conto che le attività vitali di molti animali si svolgono prevalentemente durante le ore crepuscolari e notturne e che pertanto l'arco temporale compreso tra un'ora prima del tramonto e un'ora dopo l'alba può essere individuato quale periodo più sensibile, si raccomanda di sospendere le lavorazioni più rumorose durante le ore crepuscolari".

La cantierizzazione in ogni caso richiede il temporaneo utilizzo di suolo agricolo per la realizzazione delle aree di deposito di cantiere, della viabilità e dei siti di lavorazione. Tali aree saranno ripristinate alla conclusione degli interventi di realizzazione dell'opera.

Nella tabella seguente si riportano i risultati della valutazione degli impatti indotti rispetto alle matrici, tenendo in considerazione le misure di prevenzione e mitigazione previste.

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa alla matrice vegetazione nella fase di cantiere

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di emissione (ovvero la fase di cantiere) ha una durata stimata superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	L'area presenta una medio-bassa vulnerabilità in quanto si inserisce in un ambito principalmente agroindustriale.	0,50
Estensione (E)	Concentrazioni significative di polveri sottili ed emissioni gassose sono localizzate in un'area inferiore ad 1 km e superiore a 100 m (anche se si tratta di concentrazioni irrilevanti)	0,75
Pericolosità (H)	L'emissione di polveri sottili ed alcune emissioni gassose (ad esempio gli NO _x) sono considerate un fattore potenzialmente dannoso per la fotosintesi (intesa a mitigazione ambientale avvenuta)	0,75
<i>Danno (D = L + V + E + H)</i>		3,00
Probabilità (P)	Se il progetto viene autorizzato, la probabilità di accadimento è certa	1,00
<i>Rischio (R = P x D)</i>		3,00
Peso Ponderato (K = N _i x K ₀)	Impatto a Lungo Termine, Reversibile, di Bassa Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta) ed interessa una risorsa Strategica, intesa come la conservazione del territorio ed il raggiungimento o il mantenimento di uno stato di conservazione favorevole e di preservazione delle specie floristiche presenti.	-8,00
Impatto Ambientale	POCO SIGNIFICATIVO (- 54 < I_A ≤ - 24)	-24,00

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
($I_A = R \times K$)		

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa alla matrice fauna nella fase di cantiere

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di emissione (ovvero la fase di cantiere) ha una durata stimata superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	L'area presenta una medio-bassa vulnerabilità in quanto si inserisce in un ambito principalmente agroindustriale in cui sono presenti principalmente specie ubiquitarie.	0,50
Estensione (E)	Le emissioni rumorose provenienti dalla cantierizzazione interessano l'ambito Locale compreso tra 100 m e 1 km di distanza dall'area di intervento.	0,75
Pericolosità (H)	Le emissioni rumorose provenienti dalla cantierizzazione possono produrre perturbazioni elevate a carico della componente faunistica. (intesa a mitigazione ambientale avvenuta)	1,00
<i>Danno ($D = L + V + E + H$)</i>		3,25
Probabilità (P)	Se il progetto viene autorizzato, la probabilità di accadimento è certa	1,00
<i>Rischio ($R = P \times D$)</i>		3,25
Peso Ponderato ($K = N_i \times K_0$)	Impatto a Lungo Termine, Reversibile, di Media Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta) ed interessa una risorsa Strategica, intesa come la conservazione del territorio ed il raggiungimento o il mantenimento di uno stato di conservazione favorevole e di preservazione delle specie faunistiche presenti.	-10,00
Impatto Ambientale ($I_A = R \times K$)	POCO SIGNIFICATIVO ($- 54 < I_A \leq - 24$)	-32,50

5.3 IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

Le perturbazioni riconducibili alla fase di esercizio dell'opera sono legate al traffico indotto e quindi alle emissioni polverose e rumorose ad esso connesse. In considerazione delle caratteristiche floro-faunistiche dell'area di indagine si ritiene che tali perturbazioni interesseranno elementi comuni e solitamente rilevabili nella pianura Piemontese. Non sono state infatti rilevate tracce di nidificazione e/o di presenza di specie inserite nella direttiva Habitat e Uccelli, tantomeno nelle Liste Rosse Regionali e provinciali. L'intensità delle perturbazioni viene considerata Media dal momento che, come ribadito negli appositi paragrafi, le emissioni non saranno tali da alterare significativamente le condizioni di base.

Per quanto riguarda la componente floristica si ribadisce che la rimozione di vegetazione prevista non interessa specie e associazioni vegetazionali di particolare interesse naturalistico essendo localizzata principalmente su terreni agricoli ed in un alveo le cui formazioni riparie sono attualmente minacciate dalla presenza di specie aliene

infestanti. Relativamente alla componente faunistica si ribadisce quanto precedentemente detto, ovvero che le specie potenzialmente gravitanti nell'area di intervento sono legate ad ambienti agricoli e urbanizzati, solitamente abituate a perturbazioni antropiche, e considerate ubiquitarie rispetto alle tipologie di uso del suolo presenti attualmente ed in post operam.

5.4 PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

In generale, hanno effetti mitigativi sulla vegetazione e sulla fauna tutte le misure previste per l'abbattimento delle emissioni acustiche, in atmosfera, nelle acque e nel suolo, in grado cioè di prevenire l'alterazione o sottrazione di vegetazione e di habitat.

Hanno inoltre effetti mitigativi sulla vegetazione e sulla fauna tutte le opere a verde mediante le quali è realizzato o favorito:

- ripristino o re innesco della naturalità delle comunità vegetali autoctone preesistenti
- ripristino della struttura dell'ecosistema, ovvero recupero della continuità delle formazioni vegetazionali autoctone presenti.

Ripristino delle aree di cantiere

La cantierizzazione in ogni caso richiede il temporaneo utilizzo di suolo agricolo per la realizzazione delle aree di deposito di cantiere, della viabilità e dei siti di lavorazione. Tali aree saranno ripristinate alla conclusione degli interventi di realizzazione dell'opera.

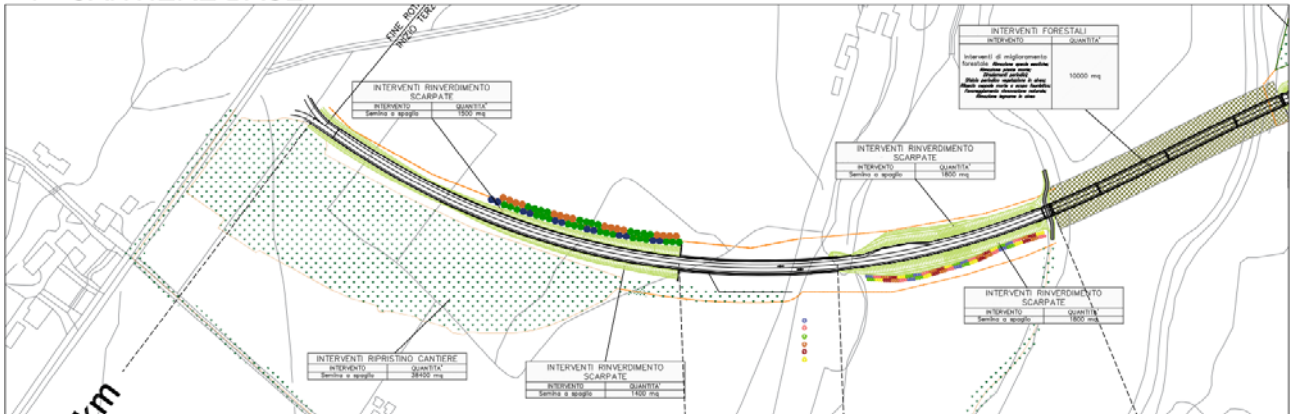
Gli interventi di ripristino delle aree di cantiere prevedono quindi le lavorazioni necessarie a restituire all'uso agricolo le aree in esame, individuabili nella planimetria di seguito.

È prevista la semina a spaglio di miscugli contenenti indicativamente le seguenti specie: *Poa alpina*, *Lolium perenne*, *Festuca rubra*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, *Poa pratensis*, *Achillea millefolium*, *Trifolium pratense*, *Medicago lupulina*, *Phleum pratense*, *Sanguisorba minor*, *Anthyllis vulneraria*, *Lathyrus pratense*, in quantità dai 35 ai 45 g/mq.

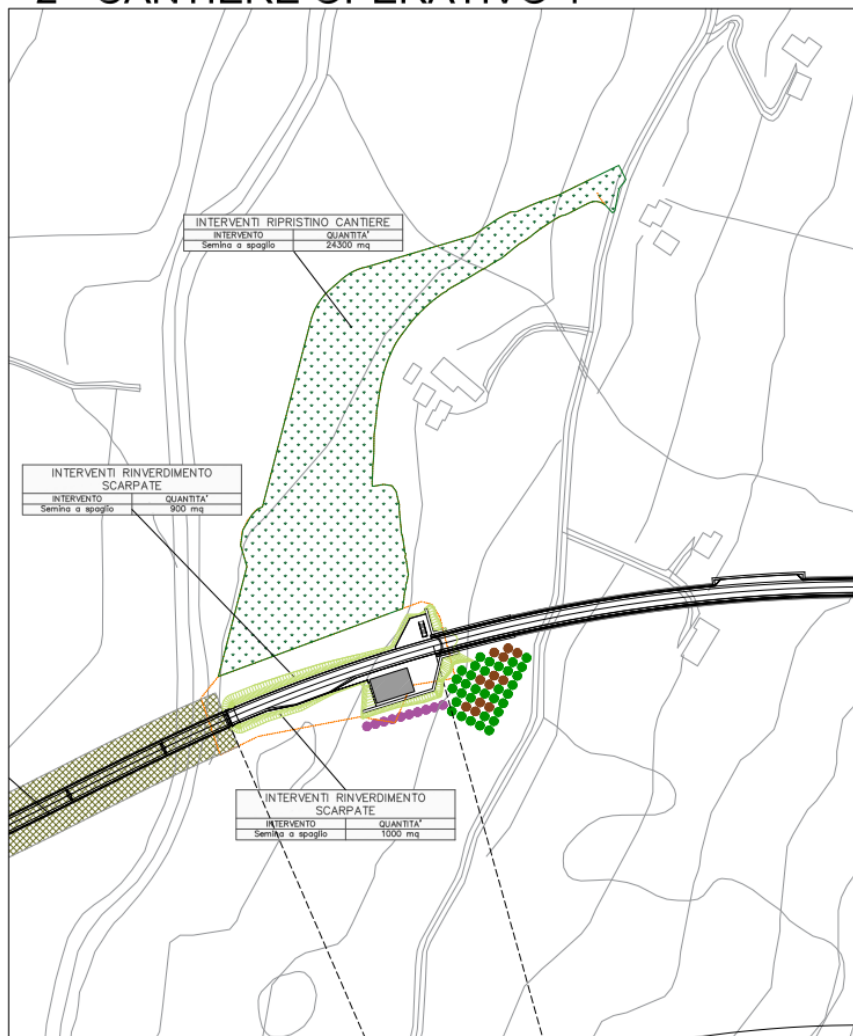
Si riporta di seguito la tabella con le distribuzioni percentuali delle specie da utilizzare nella miscela di sementi. Le percentuali e il numero di specie, possono variare all'interno delle miscele di semi presenti in commercio; è tuttavia importante mantenere i rapporti percentuali tra le specie.

Specie	%
<i>Festuca rubra</i>	32
<i>Poa alpina</i>	20
<i>Trifolium repens</i>	10
<i>Lotus corniculatus</i>	8
<i>Poa pratensis</i>	7
<i>Lolium perenne</i>	5
<i>Dactylis glomerata</i>	4
<i>Achillea millefolium</i>	3
<i>Medicago lupulina</i>	3
<i>Phleum pratense</i>	2
<i>Sanguisorba minor</i>	2
<i>Trifolium pratense</i>	2
<i>Anthyllis vulneraria</i>	1
<i>Lathyrus pratense</i>	1

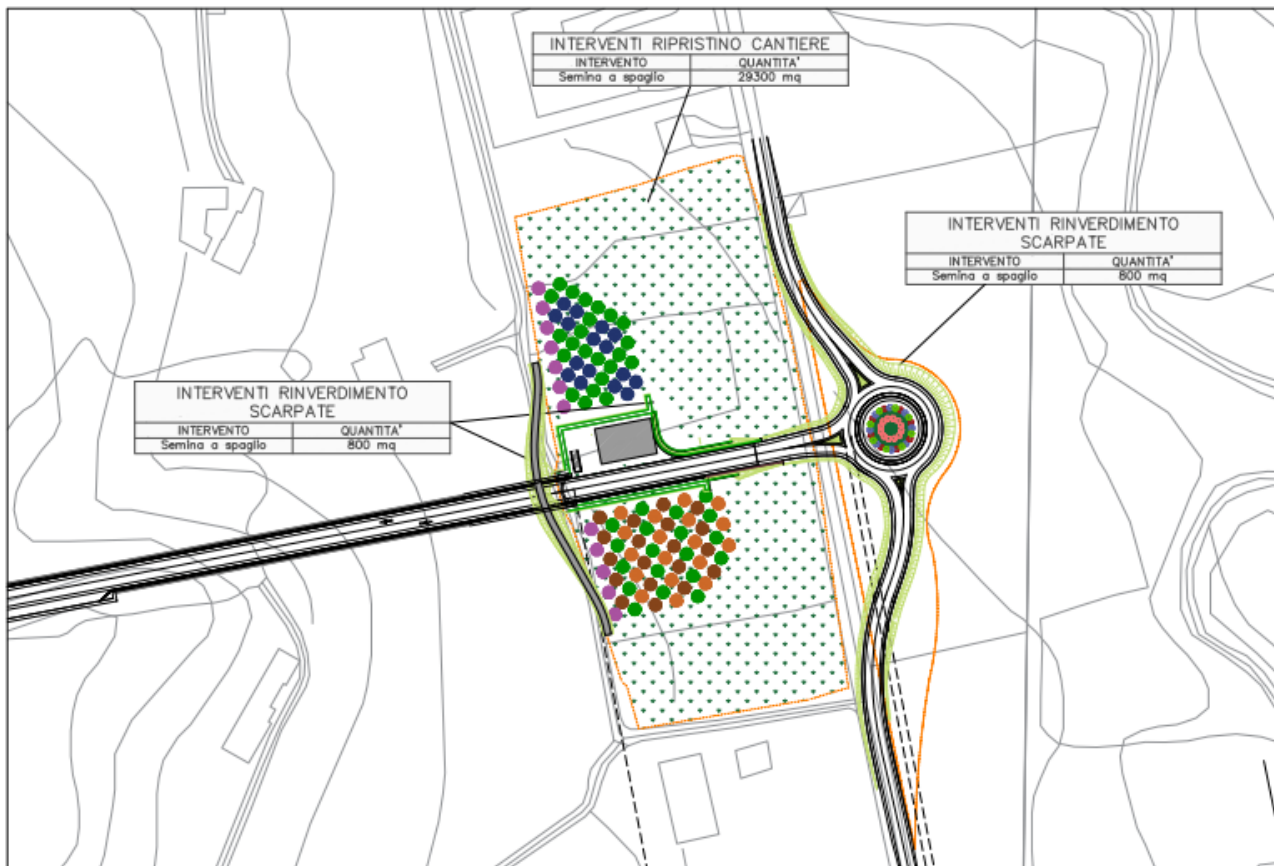
1 - CANTIERE BASE



2 - CANTIERE OPERATIVO 1



3 - CANTIERE OPERATIVO 2



4 - CANTIERE OPERATIVO 3





LEGENDA


 Recinzione temporanea di cantiere

 Piste di cantiere


 Sistemazione a verde

 Interventi di miglioramento forestale

 Chiodatura con barre L=3.00 mt, maglia 2.00 m longitudinale x 1.50 m trasversale

 Chiodatura con barre L=6.00 mt, maglia 2.00 m longitudinale x 1.50 m trasversale


 *Carpinus betulus* (Carpino bianco)


 *Quercus petraea* (Rovere)

 *Acer campestre* (Acero campestre)

 *Populus alba* (Pioppo bianco)


 *Alnus glutinosa* (Ontano nero)

 *Edera helix* (Edera)

 *Crataegus monogyna* (Biancospino)

 *Euonymus europaeus* (Euonimo)

 *Ligustrum vulgare* (Ligustro)

 *Prunus spinosa* (Prugnolo selvatico)

 *Rosa canina* (Rosa canina)

 *Sambucus nigra* (Sambuco)

 *Salix purpurea* (Salice rosso)

Figura 5.4-1 Estratti Elaborato P00_IA00_AMB_LF02 Planimetria di sistemazione delle aree di cantiere e deposito

Interventi di miglioramento forestale

Tra gli interventi di mitigazione previsti si andranno ad effettuare degli interventi di miglioria forestale finalizzati al miglioramento della situazione boschiva e delle condizioni fitosanitarie delle formazioni presenti nelle aree che presentano formazioni boschive classificate come Formazioni riparie.

La superficie interessata è pari a 20000 mq ed ubicata in corrispondenza dei viadotti sui torrenti Ellero ed Ermena.

Gli interventi prevedono le seguenti lavorazioni:

- Rimozione piante alloctone ed infestanti
- Rimozione piante morte che pregiudicano la crescita degli altri individui
- Selezione delle piante di grandi dimensioni di pregio naturalistico presenti
- Diradamenti periodici
- Sfalcio periodico della vegetazione in alveo
- Rilascio ceppaie morte a scopo faunistico
- Favoreggiamento rinnovazione naturale
- Rimozione legname in alveo

Piantumazione di elementi vegetazionali lineari (siepi e filari)

In fase progettuale si è cercato di posizionare i cantieri in modo da minimizzare la rimozione degli elementi lineari quali siepi e filari.

In ogni caso a seguito della rimozione di parte di questi elementi durante l'allestimento dei cantieri e la realizzazione dell'opera, è stata prevista la piantumazione di nuove siepi e filari.

Per il ripristino di siepi, le specie da utilizzare sono: *Sambucus nigra*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*, *Rosa canina*, *Prunus spinosa*, *Euonymus europaeus* e *Salix purpurea*; mentre per il ripristino dei filari alberati le specie da utilizzare sono: *Acer campestre*, *Alnus glutinosa*, *Carpinus betulus*, *Populus alba* e *Quercus petraea*.

Per il rinverdimento dei muri presenti in corrispondenza dell'imbocco est della galleria naturale è prevista la messa a dimora di *Edera helix*.

Le piantumazioni arboree saranno collocate in corrispondenza degli ingressi delle gallerie artificiale e naturale e prevedono la piantumazione di ca. 220 esemplari in siepi a filari, quadrati e quinconce.

Le piantumazioni arbustive saranno collocate in corrispondenza rotonde e scarpate e prevedono la piantumazione di ca. 391 esemplari in filari singoli e doppi.

Sesti di impianto

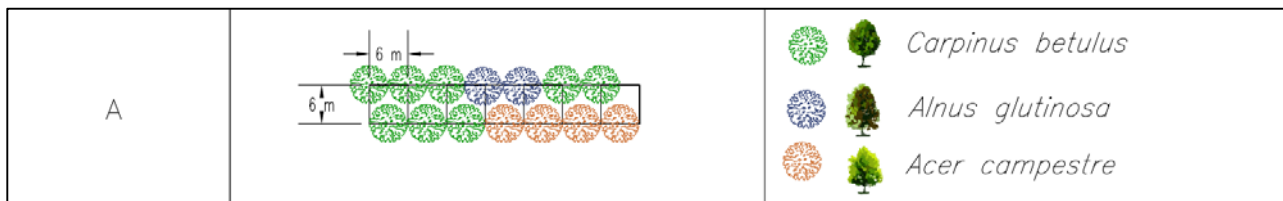
Come anticipato, il progetto prevede la piantumazione di essenze arboree ed arbustive in sesti filari, quadrati ed a quinquonce.

- Sesto a file: le piante sono disposte in fila e si vengono a creare dei filari;
- Sesto a file sfalsate: le piante sono disposte in file sfalsate e si vengono a creare dei filari arborei o delle macchie arbustive, a seconda delle specie messe a dimora;
- Sesto in quadrato: le piante sono disposte a intervalli regolari secondo un reticolo a maglie quadrate, con interdistanze uguali tra le file e lungo le file. Con questa disposizione si perde la distinzione tra filari.
- Sesto a quinquonce: le piante sono disposte a intervalli regolari secondo un reticolo a maglie triangolari. La disposizione delle piante è sfasata in modo che ogni pianta si trovi al vertice di un triangolo isoscele rispetto alle due piante contrapposte del filare adiacente. Questa disposizione riduce la competizione intraspecifica rispetto alla disposizione a rettangolo e permette perciò un leggero incremento dell'investimento.

Di seguito si riporta una descrizione dei sesti impiegati in progetto.

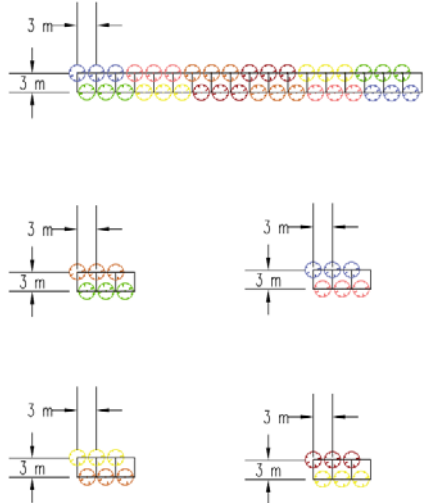






Tipo A

Sesto a file sfalsate costituito da specie arboree quali *Carpinus betulus*, *Alnus glutinosa* ed *Acer campestre* con filari sfalsati distanti 6 m e con distanze interfilari di 6 m.



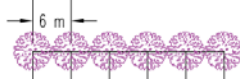


Tipo B

Sesto a file sfalsate costituito da specie arbustive quali *Sambucus nigra*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum volgare*, *Rosa canina*, *Prunus spinosa* ed *Euonymus europaeus* con filari sfalsati distanti 3 m e con distanze interfilari di 3 m.

B		<ul style="list-style-type: none">  <i>Crataegus monogyna</i>  <i>Euonymus europaeus</i>  <i>Ligustrum vulgare</i>  <i>Prunus spinosa</i>  <i>Rosa canina</i>  <i>Sambucus nigra</i>
---	---	--




Tipo C

Sesto a fila lineare costituito da essenze arboree di *Populus alba* collocate con passo di 6 m.

C		  <i>Populus alba</i>
---	---	--

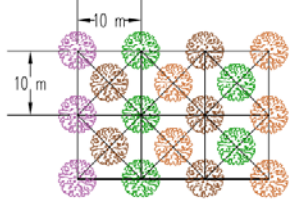








Tipo D

Sesto in quadrato con essenze arboree di *Carpinus betulus* e *Quercus petraea* con interdistanze di 6 m.

D		<ul style="list-style-type: none">   <i>Carpinus betulus</i>   <i>Quercus petraea</i>
---	---	---

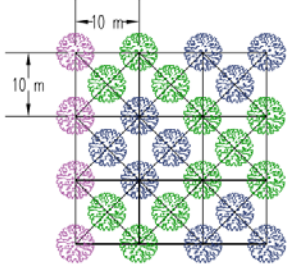






Tipo E

Sesto a quinquonce con distanze 10 x 10 m composto da essenze arboree quali *Carpinus betulus*, *Quercus petraea*, *Acer campestre* e *Populus alba*.

E		<ul style="list-style-type: none">   <i>Carpinus betulus</i>   <i>Quercus petraea</i>   <i>Acer campestre</i>   <i>Populus alba</i>
---	---	---

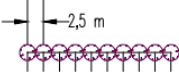
Tipo F

Sesto a quinquonce con distanze 10 x 10 m composto da essenze arboree quali *Carpinus betulus*, *Alnus glutinosa* e *Populus alba*.

F		<ul style="list-style-type: none">   <i>Carpinus betulus</i>   <i>Alnus glutinosa</i>   <i>Populus alba</i>
---	--	---

Tipo G

Sesto a fila lineare costituito da essenze arbustive di *Salix purpurea* collocate con passo di 2,5 m.

G		<ul style="list-style-type: none">  <i>Salix purpurea</i>
---	---	---

Le specie che si andranno ad utilizzare sono quelle tipiche della pianura Piemontese e delle zone riparie presenti nell'area. Le specie sono state selezionate e posizionate in considerazione dei futuri accrescimenti previsti, al fine di non creare intralcio alla viabilità.

Un ulteriore effetto dovuto alle opere di mitigazione è il cosiddetto "**Sequestro di anidride carbonica**" effettuato dalle nuove alberature messe a dimora. L'effetto di tale azione è stato quantificato di seguito.

Il sequestro di anidride carbonica fa riferimento all'ammontare annuale di CO₂ accumulata nella massa epigea ed ipogea della pianta. Durante la fotosintesi la CO₂ atmosferica entra attraverso i pori delle foglie, si combina con l'acqua, ed è trasformata in cellulosa, zuccheri, ed altri prodotti, mediante reazioni chimiche catalizzate dalla luce solare. Molti di questi prodotti vengono fissati nei tessuti legnosi della pianta anche se una parte viene respirata o usata per costituire, ad esempio, foglie che saranno poi perse dalla pianta (Larcher, 1980).

Il protocollo di Kyoto, che recepisce la *Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici*, adottata il 9 maggio 1992 e ratificata dall'Italia con legge 15 gennaio 1994, n. 65, sancisce che " ***...l'impianto di alberi deve essere promosso come metodo per ridurre la CO₂ in atmosfera perché gli alberi sequestrano CO₂ ed accumulano carbonio nella loro biomassa attraverso il processo di assimilazione....***"

Le foreste urbane possono quindi ridurre la CO₂ atmosferica. Finché le piante crescono, l'assorbimento di CO₂ attraverso la fotosintesi è maggiore della quantità rilasciata mediante la respirazione, ottenendo quindi una riduzione netta di CO₂.

La quantità sequestrata dipende dalla crescita e dalla mortalità, che a loro volta dipendono dalla specie, dall'età, dalla struttura e dal grado di salute della foresta. Foreste giovani accumulano CO₂ rapidamente per diversi decenni, prima che l'incremento annuale di CO₂ decresca (Harmon et al., 1990), mentre le cosiddette "old growth forests", cioè le foreste di "vecchia" crescita o vergini possono rilasciare una quantità di CO₂ derivante dalla decomposizione di biomassa morta, pari alla quantità fissata con la nuova crescita; inoltre le piante sottoposte a vari stress come stagioni aride e secche possono perdere la normale capacità di fissare CO₂ chiudendo gli stomi per evitare la disidratazione.

E' da rilevare inoltre che, le piantagioni in ambiente rurale, grazie alla loro maggiore densità accumulano una quantità di CO₂ per unità di superficie circa doppia (4-8 t/ha) rispetto a quelle in ambito urbano (Birdsey, 1992), in ogni caso però la crescita riferita al singolo albero, è maggiore in ambito urbano dato che ogni pianta dispone di ampia superficie.

Per calcolare le diverse quantità di CO₂ sequestrate sono stati usati dati riguardanti le crescite diametriche (Jo & McPherson, 1995; Nowak, 1994).

L'accumulo può variare da 16Kg/yr per piccoli alberi (8-15cm) a lenta crescita, fino a circa 360Kg/yr per alberi più grandi ed al loro ritmo massimo di accrescimento.

Anche se gli alberi a rapido accrescimento inizialmente accumulano più CO₂ rispetto agli altri questo vantaggio può essere perso se la morte avviene in giovane età. La figura seguente con la relativa didascalia è una chiara dimostrazione di tale fatto.

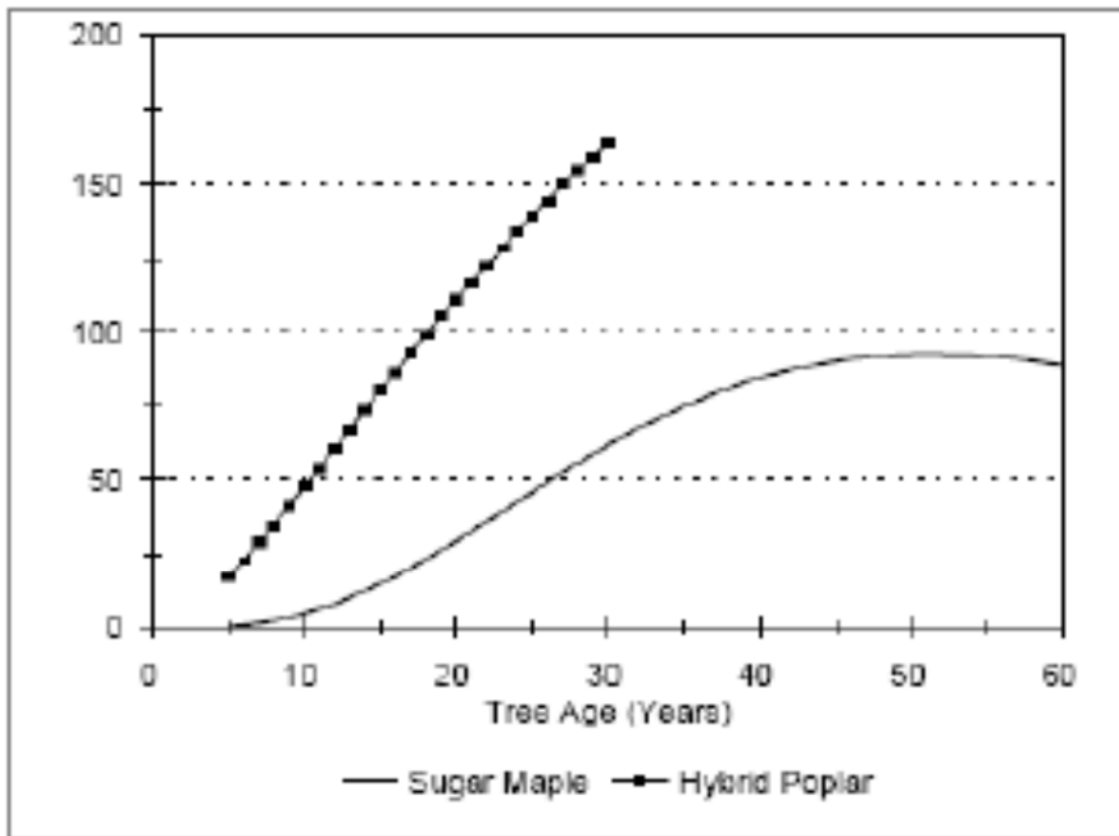


Figura 5-2: Growth rate and life span influence CO₂ sequestration. In this example, the total amount of CO₂ sequestered over 60 years by the slower growing maple (3,225 kg) is greater than the amount sequestered by the faster growing but shorter-lived poplar (2,460 kg). Growth curves and biomass equations used to derive these estimates are based on data from urban trees (Frelich 1992, Pillsbury and Thompson, 1995).

Si evidenzia inoltre che per un tipico albero utilizzato per rimboscamento, anche in aree urbane, le frazioni di CO₂ accumulate sono collocate per il 51% nel tronco, 30% rami, e 3% in foglie (Birdsey, 1992). Le radici grosse ($\phi > 2\text{mm}$) accumulano circa il 15-20% del carbonio totale, mentre nelle radici fine vi è una quantità di carbonio comparabile a quella delle foglie (Hendrick and Pregitzer, 1993).

L'ammontare totale di CO₂ accumulata negli alberi in una "foresta di origine antropica" dipende comunque da diverse variabili come la densità di copertura già esistente, lo schema e la densità d'impianto.

Nel caso specifico in **esame è prevista la piantumazione di circa 600 essenze arboree ed arbustive**, appartenenti alle latifoglie tipiche della zona in esame.

Per il calcolo della biomassa (peso secco) attualmente presente nell'area di progetto (per i dettagli su numero e tipologia di piante e diametro delle medesime si rimanda al rilievo floristico riportato nel capitolo 3.4.4 del Quadro di riferimento Ambientale - Caratterizzazione) e la stima della quantità di biomassa futura (calcolata in uno stadio di sviluppo vegetativo compatibile con quello attuale – quindi a circa 35 anni dall'impianto) si sono utilizzate le equazioni prese da Jenkins et al. "Comprehensive Database of Diameter-based Biomass Regressions for North American Tree Species".

Le equazioni usate si presentano sotto forma esponenziale, in particolare la formulazione generale è la seguente:

$$bm = \text{Exp}(\beta_0 + \beta_1 \ln dbh)$$

dove:

- bm = biomassa totale sopraterza (kg) per piante di 2.5 cm o più di d.b.h
- dbh = diametro a petto d'uomo (cm)
- β_i = coefficienti di calibratura in funzione delle specie.

Per le *hardwood* (corrispondenti alle nostre latifoglie) l'equazione utilizzata è stata quindi:

$$bm = \text{Exp}(-2.4800 + 2.4835 \ln dbh)$$

In generale poi, per alcune specie sono disponibili solo equazioni sviluppate in ambito forestale; l'uso di tali equazioni potrebbe sottostimare secondo Jo e McPherson (Jo e McPherson, 1995), la biomassa degli alberi oggetto di studio.

Per quanto riguarda la componente radicale, nel peso della pianta poi si sono considerate le radici influenti per un 25% (Maggs, 1960; Whittaker, 1962; Bray, 1963).

Per trovare la componente di carbonio stoccata in prima approssimazione è sufficiente moltiplicare il peso secco per un fattore di 0.5; per risalire dal carbonio alla CO₂ si moltiplica il dato per il coefficiente stechiometrico 3.667 pari al rapporto tra il peso molecolare della CO₂ e quello del carbonio.

Altri dati che si sono stimati sono l'area d'incidenza delle chiome sommando le aree dei cerchi delle chiome e confrontando il risultato con l'area totale per poterne ricavare la percentuale.

Ancora, altri calcoli, di minor interesse ai fini di questo lavoro, sono stati effettuati coi dati a disposizione, sono stati effettuati per ottenere la relazione lineare intercorrente fra diametro del fusto ed altezza delle piante; relazione provata e verificata solo per le specie più numerose del censimento effettuato.

Per quanto concerne invece i dati di biomassa dall'applicazione delle equazioni e dei calcoli di cui al paragrafo precedente, si sono ottenuti i seguenti risultati in termini di "Sequestro di CO₂":

FASE ADULTA	
Numero piante arboree previste	220
Numero piante arbustive previste	391
DIAMETRI MEDI (cm)	
Diametro medio a maturità – specie arboree	35
Diametro medio a maturità – specie arbustive	10
PRODUZIONE BIOMASSA SECCA (kg)	
Specie arboree	572,34
Specie arbustive	25,49
SEQUESTRO DI CO₂ (kg)	
Specie arboree	1049,38
Specie arbustive	46,73

Dall'analisi quindi dei risultati ottenuti si evince che le essenze arboree ed arbustive porteranno, nel momento della loro fase adulta (diametri medi di circa 35 cm e altezze medie di 10-12 m) ad un sequestro complessivo di circa **250 tonnellate di CO₂/anno**.

Nella tabella seguente si riportano quindi i risultati della valutazione degli impatti indotti rispetto alle matrici, tenendo in considerazione le misure di prevenzione e mitigazione previste.

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa alla matrice vegetazione nella fase di esercizio

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di emissione (ovvero la fase di esercizio) ha una durata stimata superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	L'area presenta una medio-bassa vulnerabilità in quanto si inserisce in un ambito principalmente agroindustriale.	0,50
Estensione (E)	Concentrazioni significative di polveri sottili ed emissioni gassose sono localizzate in un'area inferiore ad 1 km e superiore a 100 m (anche se si tratta di concentrazioni irrilevanti)	0,75
Pericolosità (H)	L'emissione di polveri sottili ed alcune emissioni gassose (ad esempio gli NO _x) sono considerate un fattore potenzialmente dannoso per la fotosintesi (intesa a mitigazione ambientale avvenuta)	0,75
<i>Danno (D = L + V + E + H)</i>		3,00
Probabilità (P)	Se il progetto viene autorizzato, la probabilità di accadimento è certa	1,00
<i>Rischio (R = P x D)</i>		3,00
Peso Ponderato (K = N _i x K ₀)	Impatto a Lungo Termine, Irreversibile, di Bassa Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta) ed interessa una risorsa Strategica, intesa come la conservazione del territorio ed il raggiungimento o il mantenimento di uno stato di conservazione favorevole e di preservazione delle specie floristiche presenti.	-16,00
Impatto Ambientale (I _A = R x K)	POCO SIGNIFICATIVO (- 54 < I_A ≤ - 24)	-48,00

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa alla matrice fauna nella fase di esercizio

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di emissione (ovvero la fase di esercizio) ha una durata stimata superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	L'area presenta una medio-bassa vulnerabilità in quanto si inserisce in un ambito principalmente agroindustriale in cui sono presenti principalmente specie ubiquitarie.	0,50
Estensione (E)	Le emissioni rumorose provenienti dalla cantierizzazione interessano l'ambito Locale compreso tra 100 m e 1 km di distanza dall'area di intervento.	0,75
Pericolosità (H)	Le emissioni rumorose provenienti dalla cantierizzazione possono produrre perturbazioni elevate a carico della componente faunistica. (intesa a mitigazione ambientale avvenuta)	1,00
<i>Danno (D = L + V + E + H)</i>		3,25
Probabilità (P)	Se il progetto viene autorizzato, la probabilità di accadimento è certa	1,00
<i>Rischio (R = P x D)</i>		3,25
Peso Ponderato (K = N _i x K ₀)	Impatto a Lungo Termine, Irreversibile, di Bassa Intensità (intesa a mitigazione ambientale avvenuta) ed interessa una risorsa Strategica, intesa come la conservazione del territorio ed il raggiungimento o il mantenimento di uno stato di conservazione favorevole e di preservazione delle specie faunistiche presenti.	-16,00
Impatto Ambientale (I _A =R x K)	POCO SIGNIFICATIVO (- 54 < I_A ≤ - 24)	-52,00

6 RUMORE E VIBRAZIONI

Nel presente capitolo è riportato un sunto di quanto analizzato e valutato nello specifico elaborato *Studio acustico* (08.01_T00_IA03_AMB_RE02_B), cui si rimanda per approfondimenti.

6.1 IMPATTI RUMORE IN FASE DI CANTIERE

Durante la fase di cantierizzazione verranno costituite n.4 aree operative, all'interno delle quali si opererà con mezzi ed attrezzature come riportato nel relativo capitolo descrittivo. Tramite il modello previsionale sono stati calcolati i livelli di pressione sonora in facciata ai ricettori. Eventuali criticità sono evidenziate in arancione e saranno oggetto di approfondimento nei successivi paragrafi.

Lo scenario di studio ed i calcoli della propagazione del rumore, nonché il posizionamento e la quantificazione delle sorgenti sonore, sono afferenti allo stato d'avanzamento del progetto al momento dell'elaborazione delle informazioni messe a disposizione dal progettista. L'analisi di scenari differenti e successivamente proposti e che abbiano rilevanza per la componente acustica dovranno essere oggetto di integrazione.

Il confronto con i limiti di Zona evidenzia il diffuso ed ampio superamento come normalmente accade nel caso dei cantieri edili e stradali. Già il legislatore ha previsto che questi debbano seguire un diverso iter amministrativo e debbano essere regolamentati mediante gli strumenti definiti dalla Legge 447/95 come competenza dei Comuni.

Durante le fasi di cantiere si dovranno attuare pertanto misure preventive, organizzative e di mitigazione. Le imprese costruttrici ovvero il committente dovrà provvedere alla richiesta di autorizzazione in deroga ai limiti acustici per le attività temporanee, in aderenza con quanto disposto dall'attuale Regolamento per le attività rumorose del Comune di Mondovì.

Alla data di estensione dello studio non sono previste attività lavorative nel periodo notturno.

Il traffico atteso sulla viabilità pubblica in termini di mezzi/giorno è stato calcolato considerando che il volume totale (in approvvigionamento da allontanare) del materiale da movimentare è circa pari a 600.000 m³ e che la capienza di ogni mezzo è di circa 17 m³. Considerando anche che la maggior parte del materiale (400.000 m³ circa) verrà movimentato dai cantieri operativi 1 e 2 nella fase di scavo della galleria naturale in 570 giorni (400 giorni lavorativi) considerando anche la realizzazione degli imbocchi, si ottiene per ciascun cantiere un TGM pari a 60 veicoli/giorno.

Come si può facilmente intuire, questi valori sono del tutto trascurabili rispetto al traffico che attualmente insiste sulle strade coinvolte. Ogni ulteriore approfondimento per la componente rumore correlata al traffico indotto è da ritenersi superflua.

6.2 PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI RUMORE IN FASE DI CANTIERE

Di seguito sono riportati in sintesi le azioni necessarie al contenimento del rumore durante la realizzazione delle opere. Per tutti i cantieri sarà necessaria l'autorizzazione in deroga e che prevedono limiti ai ricettori pari a 70 dB(A) inteso come livello equivalente.

- Area di cantiere di base: nessuna ulteriore misura; non si prevedono superamenti dei limiti richiesti in deroga presso i ricettori (70 dBA).
- Cantiere operativo 1: si prevede l'installazione di barriere acustiche in direzione del ricettore R019 poiché secondo i calcoli previsionali risulta non rispettato il limite concesso in deroga. Le barriere consistono in pannelli aventi una certificazione acustica con valori di R_w adeguati (massa sufficiente per garantire una attenuazione sonora efficace, proprietà superficiali di fono assorbimento). A tal fine si propone un pannello di tipo multistrato in plastica di altezza 3 metri, come da capitolato ANAS (G.05.029.A "Barriera antirumore composta da pannelli in plastica – Fornitura e posa in opera del solo pannello").
- Cantiere operativo 2: viste le dimensioni delle aree di cantiere, l'altezza ai piani dei ricettori e la posizione reciproca delle sorgenti mobili, la predisposizione di barriere ai confini dell'area di lavoro non sortirebbe un sufficiente effetto mitigativo. Ai fini di garantire il rispetto del limite di 70 dB normalmente concesso in deroga dal Comune, verrà caratterizzato l'impianto di frantumazione con pannelli come da specifiche del costruttore, in direzione del ricettore R026. L'impianto avrà un funzionamento intermittente, con interruzione delle attività dalle 6 alle 9, dalle 12 alle 15 e dalle 18 alle 22.
- Cantiere operativo 3: nessuna ulteriore misura; non si prevedono superamenti dei limiti richiesti in deroga presso i ricettori (70dBA).

Presso tutte le aree operative si dovrà predisporre un crono-programma giornaliero al fine di concentrare le attività caratterizzate da maggiori emissioni acustiche all'interno di periodi della giornata già di per sé rumorosi, cercando di assecondare l'andamento temporale dei livelli sonori. Le attività maggiormente rumorose potranno essere concentrate durante i periodi in cui si hanno i maggiori flussi di traffico veicolare nelle fasce orarie dalle 11.00 alle 13.00 e dalle 17.00 alle 18.00. Saranno utilizzate attrezzature e macchinari aventi specifiche costruttive che rispettino e superino in senso migliorativo i requisiti di emissione acustica delle normative nazionali e comunitarie vigenti, inoltre resteranno in funzione nel periodo strettamente necessario al loro utilizzo.

L'applicazione degli interventi mitigativi e preventivi porterà prevedibilmente al rispetto del valore di 70 dBA concesso in deroga ai limiti acustici per le attività temporanee.

Infine per garantire livelli certi di impatto acustico si prevede di utilizzare attrezzature e macchinari con marcatura CE e aventi specifiche costruttive atte al contenimento del rumore.

L'applicazione degli interventi mitigativi e preventivi riconduce i livelli in facciata entro il limite di 70 dBA concesso in deroga ai limiti acustici per le attività temporanee, ai sensi dell'art. 9 della L.R 25/10/2000, n.52.

Nella tabella seguente si riportano i risultati della valutazione degli impatti indotti rispetto alle matrici, tenendo in considerazione le misure di prevenzione e mitigazione previste.

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa all'alterazione del clima acustico, nelle fasi di cantiere

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di emissione ha una durata superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	L'area presenta all'attualità una vulnerabilità media	0,5
Estensione (E)	Percezione del rumore generato dal comparto potrà essere $E > 1,0$ km	1,00
Pericolosità (H)	Le emissioni rumorose provenienti dalla cantierizzazione possono produrre perturbazioni elevate (intesa a mitigazione ambientale avvenuta)	1,00
<i>Danno ($D = L + V + E + H$)</i>		3,5
Probabilità (P)	Poiché l'impatto è connesso alla realizzazione dell'opera, la probabilità è certa.	1,00
<i>Rischio ($R = P \times D$)</i>		3,5
Peso Ponderato ($K = N_i \times K_0$)	Impatto Negativo, a Lungo Termine, Reversibile, di Elevata Intensità (intesa a mitigazione avvenuta), ed interessa una risorsa Strategica.	-12,00
Impatto Ambientale ($I_A = R \times K$)	Poco SIGNIFICATIVO (- 54 < I_A ≤ -24)	-42,00

6.3 IMPATTI RUMORE IN FASE DI ESERCIZIO

La valutazione di impatto acustico ha considerato, come richiesto dal capitolato, uno scenario Post Operam all'anno 2025 e uno scenario di lungo periodo al 2045. La valutazione ha considerato anche la cosiddetta "opzione zero" cioè sono stati calcolati i valori di pressione sonora ai ricettori senza che venga realizzata l'opera ma proiettando lo scenario al 2025. Il confronto tra i due scenari al 2025 (con l'opera e senza opera) permette di avere un quadro di riferimento ed esprimere il giudizio sull'entità degli impatti relativamente alla componente rumore.

È opportuno premettere come, la realizzazione di una nuova infrastruttura stradale, produca di norma l'incremento progressivo dei volumi di traffico ancorché diversamente distribuiti nel territorio, di conseguenza l'impatto acustico per un progetto di questo tipo sarà tipicamente negativo. I fenomeni di riduzione della congestione sulle infrastrutture esistenti non hanno, per l'aspetto acustico, un peso rilevante, anche in relazione al fatto che il rumore emesso ha una proporzionalità diretta con la velocità dei veicoli.

L'intento del progetto, confermato dallo studio del traffico, consiste nel realizzare una struttura viabilistica che permetta di assorbire i crescenti volumi di traffico, permettendo di mantenere, al 2025, i medesimi livelli di servizio dello stato attuale anche nello scenario futuro. In perfetta sintonia con le risultanze dello studio del traffico, anche la presente relazione conferma livelli di pressione sonora sostanzialmente invariati tra lo stato attuale e lo stato futuro al 2025 grazie all'effetto positivo che le nuove infrastrutture determineranno sui flussi (ridistribuzione).

I risultati della simulazione dello stato Post Operam mostrano, ad esempio, che presso i ricettori R002, R009, R010 e R011 vi sono eccedenze rispetto ai limiti, previste già nell'Ante Operam, mentre nel Post Operam al 2025 si riscontra un lieve miglioramento al ricettore R010, determinato dallo sgravio del volume di traffico lungo la SS28.

Nel lungo periodo (2045), invece, si osserva (ancora in aderenza con gli scenari trasportistici) un incremento dei livelli di pressione sonora anche se di modesta entità.

In ogni caso, le simulazioni e le analisi di dettaglio, indicano come le emissioni di rumore direttamente imputabili alle nuove infrastrutture, non producano in nessuno scenario (2025 o 2045) rilevanti contributi ai ricettori e che gli incrementi nel lungo periodo siano generati dalla crescita dei volumi di traffico sulle infrastrutture esistenti.

6.4 PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI RUMORE IN FASE DI ESERCIZIO

L'analisi degli incrementi generati dal riassetto dei volumi di traffico sulle facciate dei ricettori nello scenario post operam 2045 mostra incrementi significativi sugli edifici di Rione Borgato a filo strada o a distanze minime dalle sedi stradali. Per questo si ritiene sia adeguato prevedere quale misura mitigativa l'uso di asfalto fonoassorbente.

E' sufficiente infatti che un'automobile raggiunga anche solo la velocità di trenta chilometri orari per far sì che il rumore del rotolamento delle ruote sull'asfalto sovrasti quello del motore, per questo, la scelta dell'utilizzo di un materiale con la proprietà di abbassare l'inquinamento fonico potrà permettere anche un recupero di alcuni punti sui valori di rumore emessi dalle sorgenti stradali. Il più generale degli asfalti fonoassorbenti è il conglomerato drenante-fonoassorbente, un materiale molto poroso, prodotto grazie all'inserimento di particolari polimeri all'interno dell'impasto del bitume.

Grazie alla sua caratteristica porosità è in grado di assorbire sia l'acqua piovana che le vibrazioni sonore. Un esempio di asfalto fonoassorbente è il Pavprene, un elastomero termoplastico a base di SSB (Stirene-Butadiene-Stirene).

Alcuni studi proverebbero che la riduzione del rumore possa arrivare a 3dB.

L'uso dell'asfalto fonoassorbente per tutti i tratti nuovi e ricostruiti presso l'area di Rione Borgato, determinerà un beneficio immediato e, successivamente nel lungo periodo, permetterà una efficace mitigazione delle emissioni da rotolamento.

Per quel che concerne lo stralcio di tangenziale invece non si rileva la necessità di misure mitigative.

Nella tabella seguente si riportano i risultati della valutazione degli impatti indotti rispetto alle matrici, tenendo in considerazione le misure di prevenzione e mitigazione previste.

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa all'alterazione del clima acustico nelle fasi di esercizio

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata di esercizio è superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità si considera media	0,50
Estensione (E)	Percezione del rumore generato dal comparto potrà essere in area vasta (E > 1,0 km)	1,00

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Pericolosità (H)	Le emissioni rumorose provenienti dalla cantierizzazione possono produrre perturbazioni medio/elevate (intesa a mitigazione ambientale avvenuta)	0,75
<i>Danno (D = L + V + E + H)</i>		3,25
Probabilità (P)	Poiché l'impatto è connesso alla realizzazione dell'opera, la probabilità è certa.	1,00
<i>Rischio (R = P x D)</i>		3,25
Peso Ponderato (K = N _i x K ₀)	Impatto Negativo, a Lungo Termine, Reversibile, di Media Intensità (intesa a mitigazione avvenuta), ed interessa una risorsa Strategica.	-10
Impatto Ambientale (I _A = R x K)	POCO SIGNIFICATIVO (- 54 < I_A ≤ -24)	-32,50

6.5 VIBRAZIONI

Il problema delle vibrazioni trasmesse alla popolazione e agli edifici assume una crescente importanza sia in relazione alla diversa tipologia strutturale delle moderne costruzioni, sia per il continuo aumento delle sorgenti vibratorie, nonché per la maggiore sensibilità dell'uomo all'impatto ambientale.

Le vibrazioni possono arrecare disturbo alle persone, danneggiamento delle apparecchiature utilizzate, riduzione dell'efficienza operativa delle strutture e, nei casi più gravi, possono anche costituire dei rischi per la stessa integrità strutturale o architettonica degli edifici.

Gli effetti delle vibrazioni sulle strutture sono particolarmente critici in corrispondenza di determinate frequenze, infatti, possono generarsi dei fenomeni di amplificazione della risposta strutturale anche a fronte di "piccole" sollecitazioni; ciò è ancora più critico quando la struttura (o il terreno di sottofondazione) versa in uno stato tensionale gravoso e oltre il limite elastico.

Per ridurre le vibrazioni indotte dal traffico veicolare e ferroviario possono essere attuate diverse azioni, come ad esempio il miglioramento della sovrastruttura stradale, la realizzazione di schermi e barriere nel terreno, interventi che, nel post operam, possono risultare economicamente molto onerosi. Proprio per questo motivo si dà molta importanza alla fase di studio previsionale che possa consentire, in fase di progettazione e di realizzazione, di prendere in considerazione i giusti accorgimenti tecnici.

Per determinare correttamente i livelli di vibrazione, è necessario condurre uno studio di caratterizzazione dinamica della sorgente (contenuto spettrale, e livelli di eccitazione, energia, ecc.) nonché uno studio di propagazione delle onde vibratorie in superficie e nel sottosuolo; è quest'ultimo un aspetto di notevole complessità, infatti la conoscenza delle caratteristiche e della conformazione geologica del terreno possono risultare di difficile determinazione.

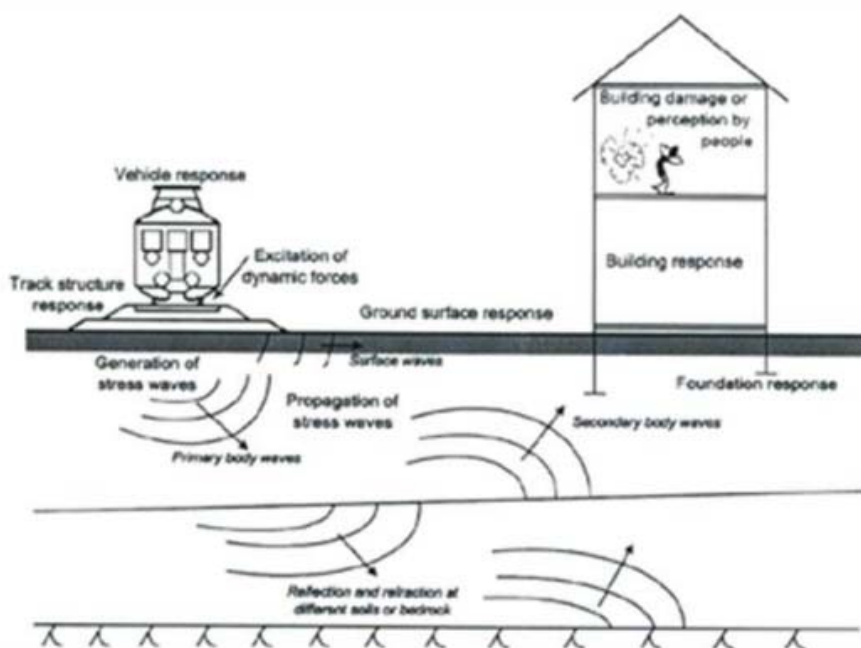


Figura 6.1 Esempio di propagazione delle vibrazioni nel terreno

Le norme principali che regolano l'analisi e la misura dell'emissione di vibrazioni presso i ricettori e la conseguente analisi degli effetti prodotti dalle stesse sull'uomo e sulle strutture sono:

- Norma UNI 9614: Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo;
- Norma UNI 9916: Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici;
- Norma UNI 11048: Vibrazioni meccaniche ed urti - Metodo di misura delle vibrazioni negli edifici al fine della valutazione del disturbo.

La caratterizzazione delle emissioni di vibrazioni non è soggetta alle stringenti normative e disposizioni legislative che regolamentano invece l'emissione del rumore, non si hanno nemmeno valori limite da rispettare per quanto riguarda i livelli di accelerazione presso i ricettori. Resta pertanto, quale unico riferimento, l'art. 844 c.c. riguardante la normale tollerabilità. Tale criterio resta ancorato alla sfera privatistica e risarcitoria.

Le norme tecniche presentano esclusivamente dei livelli di qualità che, se sono rispettati, garantiscono emissioni di vibrazioni non disturbanti per la popolazione e non lesive per gli edifici.

Le norme tecniche costituiscono comunque la buona norma costruttiva e possono essere rese vincolanti al fine di contenere gli impatti ambientali conseguenti alla realizzazione (o all'esercizio) di un'opera.

6.5.1 Sorgenti di vibrazioni già presenti

Le opere di progetto si articolano in due interventi inserite in contesti del tutto differenti:

- il nuovo tratto di tangenziale
- il ponte su Rione Borgato.

La tangenziale attraverserà un territorio poco antropizzato e privo di sorgenti degne di nota. Si possono annoverare le saltuarie attività agricole con movimento terra, infissione di pali o funzionali alle opere idrauliche.

Presso Rione Borgato si ha un'elevata densità abitativa tipica di un quartiere urbanizzato, l'area relativa al dominio di interesse è priva di attività industriali. Lo stabilimento S.I.C.M.A. si colloca a circa 250 metri, distanza sufficiente per assumere ragionevolmente che non abbia rilevanza rispetto ai ricettori censiti.

La Strada Provinciale n.5 ad Ovest e la Strada Statale n.28 ad Est sono dunque le uniche sorgenti di vibrazione che possano generare livelli percepibili all'interno dei ricettori posti nelle immediate vicinanze.

6.5.2 Ricettori potenzialmente coinvolti

Il censimento dei ricettori è stato condotto a partire dalla base cartografica e dall'analisi del tracciato stradale previsto allo stato d'avanzamento del progetto.

Sono stati eseguiti sopralluoghi nelle aree di progetto per verificare sul campo le condizioni e le caratteristiche degli edifici riconducibili a ricettori.

Non sono stati individuati ricettori cosiddetti "sensibili" entro una distanza di 150 metri dal progetto di ponte sull'Ermena (rione Borgato) e 500 metri lungo il tracciato denominato Tangenziale Sud di Mondovì 3° lotto.

Si riportano di seguito immagini qualitative circa l'ubicazione dei ricettori potenzialmente coinvolti dalle opere in progetto.

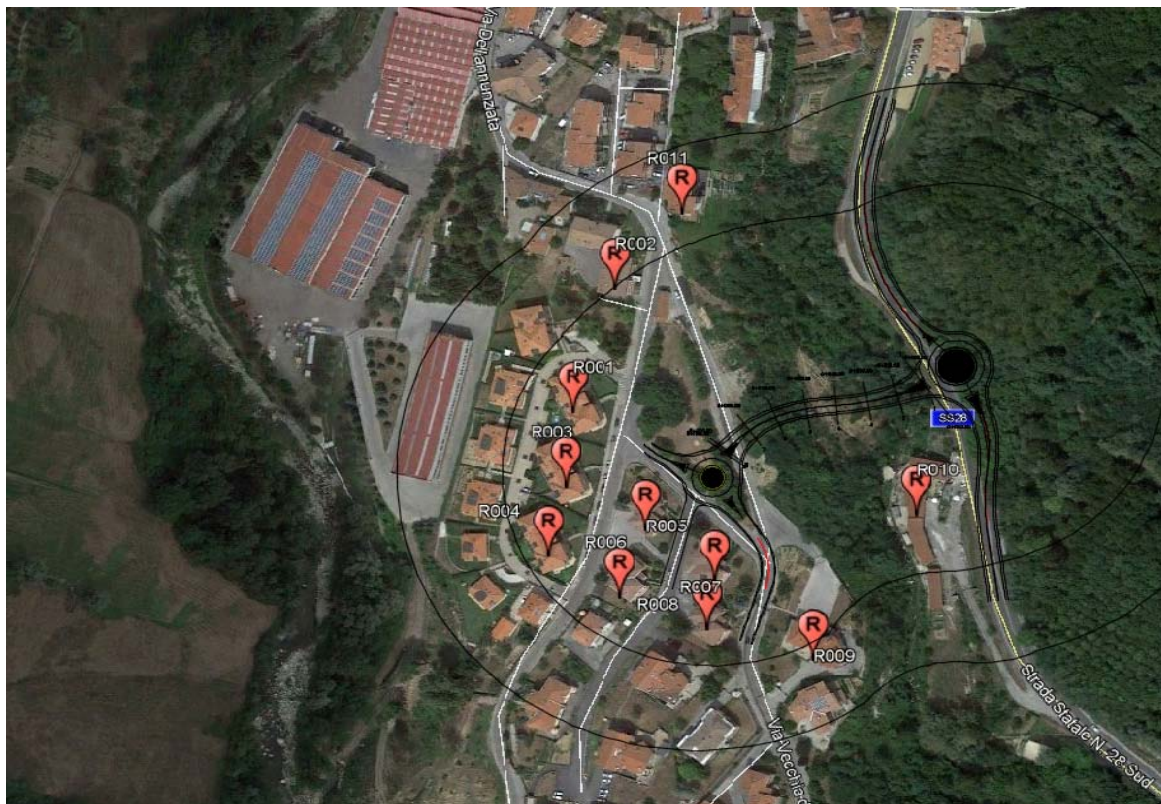


Figura 6.2 Area ponte sull'Ermena – Rione Borgato

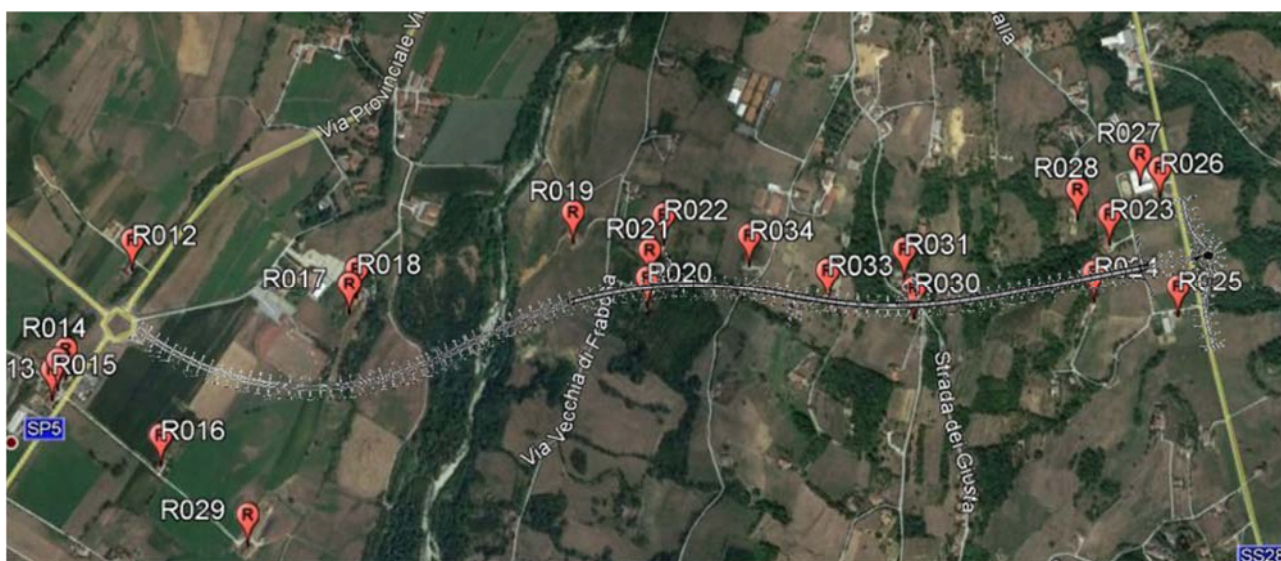


Figura 6.3 Inquadramento R029 (fase di cantiere)

Il Ricettore R029, individuato a sud dell'innesto Ovest della nuova tangenziale, si trova a distanza considerevole dall'infrastruttura in progetto poiché dista circa 300 metri in linea d'aria. Verrà considerato ai fini dello studio dell'impatto da vibrazioni in fase di cantiere, infatti la viabilità per la fase di costruzione delle opere prevederà probabilmente il passaggio di mezzi di lavoro a poche decine di metri dall'edificio.

6.5.3 Impatti vibrazioni in fase di cantiere

In fase di cantiere saranno prodotte vibrazioni dai macchinari impiegati e dalle attività svolte sull'ambiente circostante ed i ricettori potenzialmente coinvolti.

Alla stesura del presente studio, non erano conosciuti i dettagli delle macchine che verranno impiegate per la realizzazione dell'opera e non si disponeva di un crono programma di dettaglio delle lavorazioni previste.

La distanza dei ricettori dalle sorgenti di vibrazioni è tale da poter ragionevolmente ipotizzare che i fenomeni di naturale attenuazione per effetto della divergenza delle onde permetta il rispetto dei valori raccomandati dalla norma tecnica presso tutti i ricettori.

6.5.4 Prevenzione e mitigazioni vibrazioni in fase di cantiere

Le criticità per le fasi di cantiere possono di norma essere mitigate attraverso accorgimenti esecutivi legati alla scelta delle macchine e soprattutto alle modalità di condotta delle stesse da parte del personale addetto nonché alla migliore programmazione delle singole fasi operative.

Trattandosi inoltre di impatti a carattere completamente reversibile e temporaneo, si ritiene legittimo invocare il ricorso ad un sistema strumentale di monitoraggio, da effettuarsi durante le lavorazioni, al fine di verificare l'entità del fenomeno durante le attività più critiche (perforazione) e procedere di conseguenza all'adozione di eventuali misure mitigative di tipo tecnico o organizzativo.

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa alle vibrazioni nelle fasi di cantiere

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata del cantiere è superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità si considera elevata	1,00
Estensione (E)	Percezione delle vibrazioni generate dal comparto potrà essere in ambito locale ($0,1 < E < 1,0$ km)	0,75
Pericolosità (H)	Le vibrazioni provenienti dalla cantierizzazione possono produrre perturbazioni elevate (intesa a mitigazione ambientale avvenuta)	1,00
<i>Danno ($D = L + V + E + H$)</i>		3,75
Probabilità (P)	Poiché l'impatto è connesso alla realizzazione dell'opera, la probabilità è certa.	1,00
<i>Rischio ($R = P \times D$)</i>		3,75
Peso Ponderato ($K = N_i \times K_0$)	Impatto Negativo, a Lungo Termine (considerata a lungo termine data la durata della fase di cantiere), Reversibile, di Elevata Intensità (intesa a mitigazione avvenuta), ed interessa una risorsa Strategica.	-12
Impatto Ambientale ($I_A = R \times K$)	POCO SIGNIFICATIVO ($- 54 < I_A \leq 24$)	-45,00

6.5.5 Impatti vibrazioni in fase di esercizio

Si intende ora valutare gli effetti delle vibrazioni comportate dalle infrastrutture di progetto in fase di esercizio.

Il tipo di traffico circolante sarà veicolare su gomma sia leggero che pesante.

Le vibrazioni dipendono dalla tipologia della sorgente, dalla distanza sorgente-edificio, dalle caratteristiche del terreno (e delle superfici di transito) e dalla struttura degli edifici stessi.

I mezzi di trasporto gommati rientrano nella categoria meno influente dal punto di vista della produzione di vibrazioni per merito del contatto elastico tra asfalto e pneumatici in grado di attenuare in maniera considerevole la produzione di vibrazioni. Se confrontati per esempio con il trasporto su rotaia, che implica un'interazione molto meno elastica (tra ruote in acciaio e rotaia), la comparazione non lascia spazio a dubbi.

In questo studio l'ampia distanza dei ricettori dall'infrastruttura, inoltre, permette di asserire con ragionevole certezza che l'incidenza delle vibrazioni generate dalle opere in progetto nell'ambiente circostante sarà pressoché irrilevante. Durante la fase di esercizio è pertanto lecito supporre che non emergeranno problemi/criticità né per gli edifici residenziali né per gli edifici particolarmente sensibili, sia in periodo diurno che notturno.

6.5.6 Prevenzione e mitigazioni vibrazioni in fase di esercizio

Alcune potenziali problematiche potrebbero nascere nel corso degli anni per effetto del degrado del manto stradale. Il formarsi di irregolarità, buche e affossamenti produce eventi di tipo impulsivo con propagazione dell'energia di compressione in forma di vibrazione. Questi fenomeni sono accompagnati anche da un'emissione acustica che può essere percepita a grande distanza e particolarmente fastidiosa. La soluzione a questo tipo di impatto è ovviamente la regolare e tempestiva manutenzione e ripristino della regolarità stradale.

Anche i giunti elastici sul ponte Rione Borgato e sul viadotto Ellero generano inevitabilmente il medesimo fenomeno impulsivo ma in questo caso la propagazione delle vibrazioni diviene significativa solo al fine dell'integrità delle opere e non ha influenza dal punto di vista degli impatti se non quello acustico. La corretta posa in opera dei giunti la loro periodica verifica e l'inserimento di membrane elastiche permette l'eliminazione pressoché completa del problema.

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa alle vibrazioni nelle fasi di esercizio

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata di esercizio è superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità si considera elevata	1,00
Estensione (E)	Percezione delle vibrazioni da traffico veicolare in aree limitrofe ($E < 0,1$ km)	0,50
Pericolosità (H)	Le vibrazioni provenienti dalla cantierizzazione possono produrre perturbazioni basse	0,25
<i>Danno ($D = L + V + E + H$)</i>		2,75
Probabilità (P)	Certo	1,00
<i>Rischio ($R = P \times D$)</i>		2,75
Peso Ponderato ($K = N_i \times K_0$)	Impatto Negativo, a Lungo Termine, Reversibile, di Bassa Intensità (intesa a mitigazione avvenuta), ed interessa una risorsa Strategica.	-8
Impatto Ambientale ($I_A = R \times K$)	TRASCURABILE ($- 24 < I_A \leq 0$)	-22,00

7 PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE

7.1 ANALISI DELLA QUALITÀ PERCETTIVA

7.1.1 Metodologia di analisi

L'analisi delle caratteristiche percettive e degli ambiti visivi è stata effettuata allo scopo di determinare la qualità percettiva del contesto paesaggistico di riferimento, le condizioni e gli elementi di intervisibilità ed, eventualmente, del potenziale impatto visivo indotto dalla realizzazione dell'infrastruttura stradale di progetto.

Quando si attuano tali condizioni di intervisibilità, è possibile individuare luoghi che possono essere, contemporaneamente, "oggetto" dell'osservazione dalla strada e "punti di osservazione" della strada.

Particolare attenzione, pertanto, è stata riservata tanto al punto di vista che alla meta visiva: l'intervento progettato è stato controllato, cioè, sia in relazione all'eventualità che esso interferisca con le visuali godibili dal sito in cui deve essere realizzato sia in relazione alle visuali che al sito medesimo convergono dal circostante territorio, e dunque in relazione all'eventualità che, inserendosi in un ambito percepibile da altre località, comprometta il "quadro panoramico" (o scenico) da esse godibile.

7.1.2 Percezione visiva ed intervisibilità

L'analisi percettiva è stata sviluppata nell'elaborato cartografico "Percezione visiva ed intervisibilità" (T00IA00AMBCT10) attraverso una lettura "dall'esterno" dell'incidenza della visibilità dell'opera sul territorio circostante.

In primo luogo è stato definito il bacino di intervisibilità ovvero l'ambito che presenta una potenziale sensibilità visiva all'inserimento dell'infrastruttura in progetto. Le caratteristiche del territorio e le tipologie progettuali previste hanno determinato la profondità massima della percettibilità visiva, in base alla quale è stato possibile definire il limite del bacino visuale, inteso come luogo di tutti i punti del territorio che entrano in corrispondenza visuale biunivoca (intervisibilità), vale a dire il perimetro entro il quale le aree e gli elementi progettuali risultano visibili.

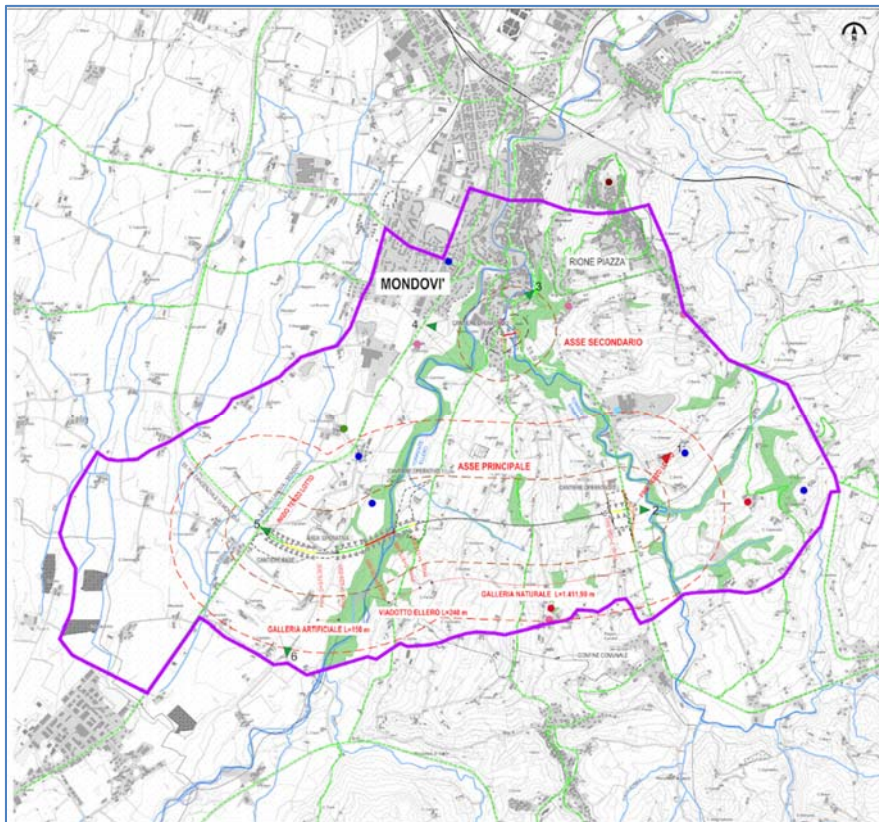


Figura 7.1 – Percezione visiva ed interservisibilità



Il bacino visuale di "prima fascia" è inteso come l'ambito in cui si distinguono gli elementi singoli e si percepiscono fattori multisensoriali quali suoni e odori; il bacino visuale di "seconda fascia" è quello in cui sono avvertibili i cambiamenti di struttura e gli elementi singoli rispetto ad uno sfondo. L'ampiezza di tali bacini è stata definita considerando le diverse caratteristiche dei due interventi progettuali; l'asse principale con sviluppo lineare si pone

in aree prevalentemente pianeggianti ed a destinazione agricola mentre l'asse secondario con sviluppo puntuale insiste in un'area abitata. L'estensione delle fasce visuali è stata dimensionata, pertanto, in maniera differente. Nel caso dell'asse principale il bacino di intervisibilità comprende un bacino di "prima fascia" di ampiezza pari a 300 metri a cavallo del tracciato e di "seconda fascia" di ampiezza pari a 700 metri sempre a cavallo del tracciato.

Per l'asse secondario, in considerazione dello stato dei luoghi, il bacino di intervisibilità è di dimensioni più contenute con un bacino di "prima fascia" di ampiezza pari a 100 metri ed uno di "seconda fascia" di ampiezza pari a 300 metri.

All'interno degli ambiti visuali sono stati individuati i fattori di detrazione visiva, ovvero quegli elementi che determinano un disturbo percettivo alla visibilità e leggibilità e/o alterano negativamente lo stato dell'assetto scenico-percettivo del paesaggio circostante. Nel presente caso si rileva un fattore di criticità areale, rappresentato dalle aree a destinazione prevalentemente urbana/abitativa, che di fatto per la loro estensione o caratteristiche rappresentano un elemento di ostruzione alla possibilità di percezione visiva. Si individua, inoltre, un fattore di criticità lineare che viene rappresentato dalla viabilità di livello principale.

Sono stati considerati anche gli elementi che valorizzano il contesto - come le aree boscate- che, pur valorizzando il carattere scenico degli ambiti, possono costituire al contempo un elemento di ostruzione visiva e, di conseguenza, di mascheramento degli interventi progettuali oggetto di analisi.

E' stata condotta una campagna di rilievo fotografico con il fine di constatare l'effettiva presenza di punti di vista da porre in correlazione percettiva con gli interventi in progetto. A tal fine sono stati identificati i "luoghi di osservazione", suddivisi in punti di vista statici e dinamici:

- con punto di vista statico si intende un luogo di osservazione, accessibile al pubblico, che può offrire una visione panoramica del paesaggio a cui si correlano le infrastrutture oggetto della presente analisi;
- con punto di vista dinamico si intendono i luoghi di osservazione "In movimento" (mobilità automobilistica), ovvero quei luoghi di osservazione fruibili dalla viabilità dove l'osservatore si pone in rapporto con il paesaggio e con i tracciati stradali in maniera "fluida". Sono i punti di fruizione di un utente/visitatore che si muove soprattutto in automobile.

E' possibile suddividere virtualmente l'ambito di intervisibilità in tre zone distinte. La prima area visuale riguarda il tratto compreso tra l'inizio del progetto del tracciato principale (connessione alla rotatoria esistente sulla SP5) fino all'imbocco della galleria naturale S. Lorenzo. La possibilità di percezione del tracciato è limitata alla viabilità, non si individuano punti di vista statici. Essa è caratterizzata prevalentemente dal paesaggio agrario, con la presenza di case sparse e dall'avvallamento determinato dal torrente Ellero, caratterizzato dalla presenza di formazioni legnose riparie che ne occultano la visuale. L'intervisibilità è ampia nel tratto allo scoperto compreso tra la connessione con la rotatoria e l'inizio del viadotto Ellero; limitata nel tratto di attraversamento del fiume Ellero e nel breve tratto allo scoperto di approccio all'imbocco della galleria, essendo i punti di vista più elevati troppo distanti per avere una percezione chiara della zona. In particolare le opere in progetto saranno percepibili quasi esclusivamente dalle strade a bassa frequentazione poste ad est del viadotto.

La seconda zona visuale riguarda l'imbocco della galleria nei pressi del torrente Ermena, che si sviluppa a ridosso della SS28. Questo ambito è caratterizzato dalla presenza della strada stessa che rappresenta il principale percorso percettivo. Per il resto il paesaggio è sempre prevalentemente agricolo con aree a dispersione insediativa. La profondità percettiva è limitata dai crinali dei rilievi collinari circostanti e dalle strade a bassa frequentazione che insistono su di essi.

La terza zona visuale riguarda il viadotto da realizzare per l'attraversamento del torrente Ermena a Rione Borgato. In quest'area il bacino visuale è fortemente caratterizzato dalla zona urbanizzata circostante che ne limita fortemente la percezione visiva alle immediate vicinanze. In particolare dal lato di Rione Borgato si può annotare la presenza di una formazione boscata che verrà parzialmente occupata dalla rotonda e dalla presenza di una folta vegetazione riparia all'interno dell'alveo del torrente. Sull'altra sponda del corso d'acqua l'elemento di principale analisi è sicuramente la vicinanza del Rione Piazza (il quale è anch'esso oggetto di vincolo paesaggistico). Qui infatti oltre alla presenza della SS28 e del torrente, quello che caratterizza maggiormente il territorio sono le aree boscate che occupano i crinali che risalenti verso il Rione. Dalla ricognizione sul campo tuttavia non sono stati riscontrati dei punti di vista da cui fosse presente un rapporto di intervisibilità tra il Rione Piazza e l'area di intervento.

In particolare non vi è nessun rapporto di intervisibilità tra il viadotto Ermena e l'area vincolata del Rione Piazza, tra i quali si frappone un'ampia aria boschiva che per la fitta vegetazione e per l'andamento altimetrico non permette lo scorcio panoramico sul percorso del torrente Ermena

Relativamente ai punti di vista dinamici si osserva quanto esposto nelle note seguenti.

Viabilità ad alta frequentazione

Relativamente alla viabilità ad alta frequentazione costituita dalla SP5 si osserva che si avrà un rapporto percettivo con il primo tratto allo scoperto del tracciato. Non sarà possibile apprezzare visivamente l'area del viadotto sul torrente Ellero in considerazione della distanza del manufatto dalla SP5 e della morfologia del terreno che non permette di apprezzare l'area di progetto.



Figura 7.2 – Tratto compreso tra la rotonda di connessione con la SP 5 e l'inizio viadotto Ellero: intervisibilità limitata alle zone di pertinenza delle aree agricole

Relativamente alla zona di imbocco della galleria S. Lorenzo ed alla contigua rotatoria sulla SS28 l'intervisibilità (punti di vista dinamici) è relativa alla viabilità esistente ed ai tratti viari afferenti alla rotatoria. L'intervisibilità è limitata alle immediate vicinanze delle aree di progetto.



Figura 7.3 - Rotatoria di connessione con la SS28 ed imbocco della galleria S Lorenzo: intervisibilità relativ alle zone immediatamente adiacenti l'area di intervento

Viabilità a media frequentazione

Relativamente alla viabilità a media frequentazione il bacino interessato è la zona di Rione Borgato dove il manufatto è percettibile solamente una volta arrivati in corrispondenza del manufatto.



Figura 7.4 Viadotto Ermeno: intervisibilità limitata all'area strettamente adiacente l'intervento

Viabilità a bassa frequentazione

Sono stati individuati alcuni punti di vista sulle strade secondarie. Questi sono riferiti all'asse principale, sono in numero assai esiguo e non si pongono in rapporto visivo significativo con il tracciato stradale.



Figura 7.5 Intervisibilità scarsamente significativa, il rapporto visivo con il tracciato è limitato, se non del tutto assente

Rione Piazza

Vista la presenza dell'emergenza fisica determinata dal Rione Piazza si è andato ad indagare nel dettaglio se vi fossero dei punti visuali diretti da questo verso le aree di progetto. Non sono stati riscontrati punti di osservazione panoramici specifici. Non vi è alcun rapporto di intervisibilità tra il viadotto di Rione Borgato e l'area vincolata del Rione Piazza, tra i quali si frappone un'ampia aria boschiva che per la fitta vegetazione e per l'andamento altimetrico non permette lo scorcio panoramico sul percorso del torrente Ermena.



Figura 7.6 Intervisibilità assente

7.1.3 Analisi percettiva dall'interno dell'infrastruttura

Nell'elaborato cartografico "Analisi percettiva all'interno dell'infrastruttura" (T00IA00AMBCT11) si propone la lettura dall'asse stradale del contesto paesaggistico di intervento, ovvero si ipotizza la percorrenza delle opere in progetto da parte dell'utente automobilistico. Lo sguardo dall'interno è rappresentato da un'immagine di percezione dinamica in cui simulando il percorrere dell'infrastruttura si colgono le immagini che generano una percezione spaziale e che possono restare impresse per la loro significatività. Si tratta, ovviamente, di una percezione di carattere soggettiva poiché è relazionata al singolo utente e, pertanto, variabile in funzione della sensibilità dell'utente stesso.

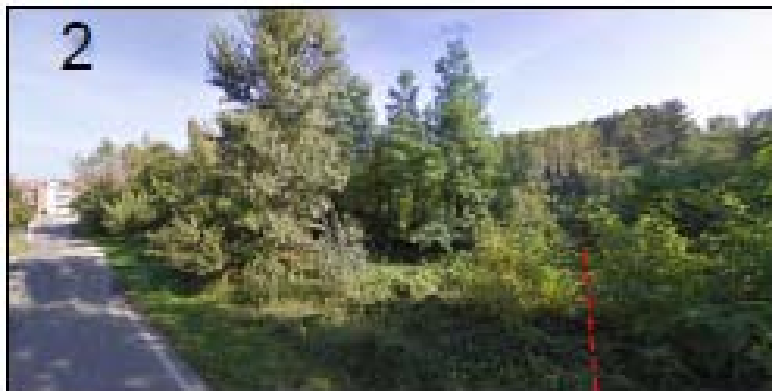
In funzione dei caratteri del contesto paesaggistico analizzato e delle tipologie d'opera previste si individuano alcune sequenze percettive relazionate sia all'asse principale sia all'asse secondario.

Nell'area del viadotto del torrente Ermena si individuano sostanzialmente due punti di fruizione dinamica posti lungo il viadotto ed in prossimità delle rotatorie di progetto:

- il tratto di opera riferito alla connessione con la SS28 attraversa un ambito con vegetazione ripariale; si tratta pertanto di vista chiusa dalla presenza della vegetazione.

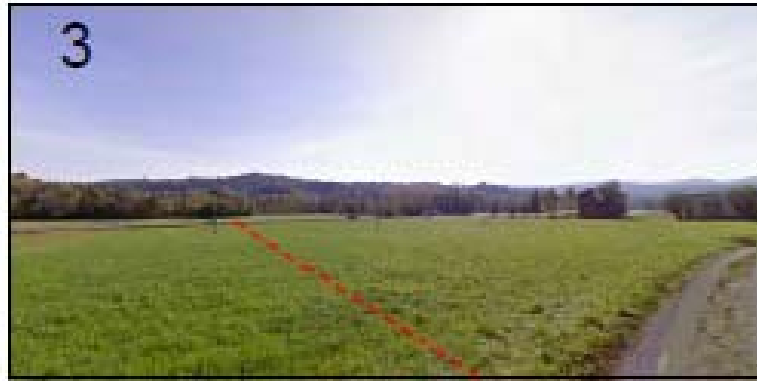


- il tratto di opera riferito alla connessione con la viabilità del Rione Borgato attraversa un'area con vegetazione ripariale, si percepisce sullo sfondo l'area urbana: vista parzialmente chiusa



Per quanto attiene l'asse principale relativamente ai tratti allo scoperto (si pone in evidenza che circa il 60% del tracciato è in galleria naturale), si rileva essenzialmente l'attraversamento di aree agricole dove insistono la rotatoria di connessione con la SP5 e gli imbocchi della galleria S. Lorenzo. In questi casi l'utente stradale avrà una vista aperta sulle aree agricole. Di seguito le sequenze percettive identificate:

- attraversamento in galleria naturale di area agricola: vista aperta



- rotatoria in area agricola con e lieve pendio di sfondo: vista aperta



- area di imbocco di galleria naturale in area agricola: vista aperta



- imbocco di galleria artificiale in area agricola con vegetazione ripariale di sfondo: vista aperta



7.2 IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

Si riporta di seguito un'analisi qualitativa degli impatti diretti ed indiretti, reversibili ed irreversibili, che la realizzazione dell'intervento in oggetto comporta in fase di costruzione, con esplicitazione dei criteri di valutazione, e individuazione delle principali criticità.

Per facilitare la verifica della potenziale incidenza degli interventi proposti sullo stato del contesto paesaggistico e dell'area, vengono qui di seguito indicate, le principali tipologie di modificazioni che possono incidere con maggiore rilevanza.

7.2.1 Modificazioni della morfologia

Per Modificazioni della morfologia, si intendono operazioni di sbancamento e movimenti di terra significativi, o l'eliminazione di tracciati caratterizzanti riconoscibili sul terreno.

Le principali operazioni relative agli sbancamenti in fase di cantiere afferiscono alle opere per la realizzazione delle gallerie (per la galleria naturale, solo degli imbocchi). Pertanto in considerazione della natura tipologica del tracciato e della morfologia della zona, è possibile evidenziare come l'area di intervento, non subisca modifiche morfologiche di rilevante identità.

Lievi modificazioni della morfologia avvengono in corrispondenza degli imbocchi est ed ovest delle due gallerie. Tali modificazioni saranno ripristinate con gli opportuni interventi di mitigazione prevedendo il ripristino morfologico degli imbocchi.

Relativamente ai tratti di progetto a cielo aperto, le modificazioni morfologiche riguardano prevalentemente la realizzazione del rilevato. Per la realizzazione dei viadotti le operazioni di sbancamento/scavo riguardano le fondazioni di pile e spalle.

7.2.2 Modificazione della compagine vegetale

Per Modificazioni della compagine vegetale si intende l'abbattimento di alberi, eliminazione di formazioni riparali.

Per la realizzazione del progetto in esame si prevede una lieve sottrazione di vegetazione arborea - arbustiva in prossimità della galleria artificiale, si tratta di una tipologia di trasformazione diretta e di carattere irreversibile, che sarà mitigata da una serie di interventi a verde.

La vegetazione ripariale sottratta per la realizzazione dell'intervento risulta anch'essa piuttosto contenuta e circoscritta principalmente alle aree in corrispondenza dei viadotti ed alle relative aree di lavorazione per la realizzazione dei supporti dei viadotti stessi. Si tratta di una tipologia di trasformazione diretta e reversibile per la vegetazione ripariale presente, poiché il progetto delle opere di mitigazione prevede il rafforzamento della vegetazione ripariale stessa. Il progetto prevede infine la stabilizzazione delle scarpate attraverso la piantumazione di arbusti e l'inserimento di essenze arboree con formazione a filari e areale in prossimità degli imbocchi in galleria.

7.3 PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

In fase di cantiere sono da ritenersi misure di mitigazione per il paesaggio tutte le misure di tutela che preservano la vegetazione, il suolo, gli habitat e la fauna.

Specifiche misure organizzative e gestionali del cantiere

In fase di cantiere saranno adottate le seguenti specifiche misure organizzative e gestionali atte alla tutela delle acque e del suolo:

❖ Corretta gestione dei materiali e liquidi di risulta

È prevista una corretta gestione dei materiali e dei liquidi di risulta attraverso la raccolta, il trattamento e lo smaltimento che avverranno in linea con le vigenti normative. In particolare:

- i fluidi ricchi di idrocarburi ed olii oltre che di sedimenti terrigeni, derivanti da lavaggio dei mezzi meccanici o dai piazzali delle aree operative, prima di essere immessi nell'impianto di trattamento generale, dovranno essere sottoposti ad un ciclo di disoleazione; i residui del processo di disoleazione dovranno essere smaltiti come rifiuti speciali in discarica autorizzata;
- le acque nere, provenienti dagli scarichi di tipo civile, dovranno essere trattate a norma di legge in impianti di depurazioni, oppure immessi in fosse settiche a tenuta, spurgate periodicamente.

❖ Corretto stoccaggio dei rifiuti

Sarà effettuato un corretto stoccaggio dei rifiuti, in particolare, nelle aree di deposito temporaneo dovranno essere organizzati lo stoccaggio e l'allontanamento dei detriti, delle macerie e dei rifiuti prodotti:

- differenziando il deposito per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle relative norme tecniche, nonché, per i rifiuti pericolosi, nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute;
- garantendo adeguate modalità di trattamento e smaltimento, al fine del recupero o dello smaltimento dei materiali;
- ubicando le aree destinate a deposito di rifiuti lontano dai baraccamenti di cantiere e in apposite aree recintate e protette, in funzione della tipologia dei rifiuti, in modo da evitare la dispersione di odori o polveri.

❖ Misure organizzative/gestionali di cantiere a tutela della fauna

Per quanto concerne le misure organizzative e gestionali del cantiere, al fine della tutela della componente fauna, nell'eseguire le lavorazioni si dovrà prestare la massima cautela e, in particolare, si raccomanda dove possibile di modulare le attività di cantiere più rumorose. In particolare, "tenuto conto che le attività vitali di molti animali si svolgono prevalentemente durante le ore crepuscolari e notturne e che pertanto l'arco temporale compreso tra un'ora prima del tramonto e un'ora dopo l'alba può essere individuato quale periodo più sensibile, si raccomanda di sospendere le lavorazioni più rumorose durante le ore crepuscolari".

La cantierizzazione in ogni caso richiede il temporaneo utilizzo di suolo agricolo per la realizzazione delle aree di deposito di cantiere, della viabilità e dei siti di lavorazione. Tali aree saranno ripristinate alla conclusione degli interventi di realizzazione dell'opera.

Preparazione aree di cantiere e tutela dagli sversamenti

❖ Utilizzo di sistema di impermeabilizzazione dei cantieri operativi

È prevista l'impermeabilizzazione provvisoria mediante superficie asfaltata o guaine in PVC, delle piattaforme del cantiere base e dei cantieri operativi 1, 2 e 3 e dei siti di stoccaggio temporaneo al fine di prevenire dispersioni nel suolo e nelle acque sotterranee di fluidi potenzialmente inquinanti.

La superficie interessata è pari a ca. 20.000 mq.

❖ Utilizzo di idoneo sistema di canalizzazione delle acque

In correlazione a quanto sopra, è previsto un idoneo sistema di canalizzazione delle acque meteoriche in corrispondenza del Cantiere Base, dei cantieri operativi e dei siti di stoccaggio temporaneo.

❖ Installazione di presidi idraulici per il trattamento delle acque

È prevista la predisposizione di presidi idraulici per la gestione delle acque di dilavamento della piattaforma di cantiere e per la gestione della raccolta di acque derivanti da sversamenti accidentali, in corrispondenza dei cantieri operativi e delle aree tecniche di lavorazione degli imbocchi della galleria.

Accantonamento e recupero del terreno vegetale di scotico per la realizzazione delle opere a verde

La rimozione del cotico erboso è un'operazione preliminare che dovrà essere effettuata al fine di un riutilizzo dei materiali asportati, limitando quindi il riporto di materiali alloctoni per la ricostituzione del soprassuolo, limitando inoltre l'utilizzo di stabilizzanti mediante il riutilizzo del materiale di detrito asportato.

La superficie interessata è pari a 26.000 mq.

La rimozione dei diversi orizzonti che costituiscono il profilo del suolo unitamente al soprassuolo, deve avvenire solo dopo aver osservato alcuni importanti accorgimenti. La prima fase dovrà prevedere l'individuazione e la preparazione delle aree atte allo stoccaggio del materiale rimosso. È importante prestare particolare attenzione alle modalità di conservazione del materiale: i cumuli dovranno essere messi al riparo da eventuali movimenti franosi, da fenomeni erosivi in atto, dal contatto con possibili sostanze inquinanti (oli esauriti, gasolio, ecc.). Le aree individuate devono avere una superficie adeguata alla movimentazione del materiale al fine di evitare il calpestio del materiale stesso da parte dei mezzi. I materiali più delicati, in particolare il soprassuolo, rappresentato dal cotico erboso e gli orizzonti con scarso scheletro, non dovrà essere spostato dall'area di stoccaggio se non nella fase di reimpiego.

Si dovrà prestare attenzione alle condizioni climatiche in cui si opera evitando quindi periodi eccessivamente umidi o eccessivamente aridi, al fine di ridurre al minimo le possibili alterazioni del materiale asportato. Quindi è necessario che il materiale derivante dallo scotico sia reimpiegato nel minor tempo possibile. A questo proposito, nel caso in cui i tempi di reimpiego dei materiali asportati fossero più lunghi del previsto, è necessario operare attraverso interventi di pacciamatura con fiorume tardivo, che dovrà essere posizionato sopra il materiale di scotico.

Il prelievo e la successiva fase di stoccaggio dovranno essere effettuate nello stesso momento, predisponendo il materiale alla conservazione nel sito di stoccaggio precedentemente individuato (Area di stoccaggio).

Dovrà essere prestata particolare attenzione a disporre il materiale asportato in modo tale da evitare calpestio dello stesso da parte delle macchine operatrici ed inoltre occorre evitare movimentazioni ripetute del cotico asportato. Per evitare fenomeni di riscaldamento e conseguente fermentazione, che potrebbero portare ad uno scadimento della qualità della banca semi contenuta nel terreno l'accantonamento del materiale di scotico, non dovrà essere realizzato in cumuli troppo grandi (max 2m di altezza). Il materiale dovrà essere mantenuto con un giusto grado di umidità.

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa all'alterazione del paesaggio nelle fasi di cantiere

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di emissione (ovvero la fase di cantiere) ha una durata stimata superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	L'area presenta una media vulnerabilità in quanto si inserisce in un ambito principalmente agroindustriale.	0,50
Estensione (E)	L'estensione dell'impatto è a scala locale	0,75
Pericolosità (H)	L'impatto relativo alla modifica del paesaggio presenta scarsa pericolosità (intesa a mitigazione avvenuta)	0,25
<i>Danno (D = L + V + E + H)</i>		2,50
Probabilità (P)	Se il progetto viene autorizzato, la probabilità di accadimento è certa	1,00
<i>Rischio (R = P x D)</i>		2,50
Peso Ponderato (K = $N_i \times K_0$)	Impatto a Breve Termine, Irreversibile, di Media Intensità (intesa a mitigazione avvenuta) ed interessa una risorsa Strategica	-15,00
Impatto Ambientale ($I_A = R \times K$)	POCO SIGNIFICATIVO (- 54 < I_A ≤ - 24)	-37,50

7.4 IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

Si riporta di seguito un'analisi qualitativa degli impatti diretti ed indiretti, reversibili ed irreversibili, che la realizzazione dell'intervento in oggetto comporta in fase di esercizio, con esplicitazione dei criteri di valutazione, e individuazione delle principali criticità.

Per facilitare la verifica della potenziale incidenza degli interventi proposti sullo stato del contesto paesaggistico e dell'area, vengono qui di seguito indicate, le principali tipologie di modificazioni che possono incidere con maggiore rilevanza.

7.4.1 Modificazioni della morfologia

Per Modificazioni della morfologia, si intendono operazioni di sbancamento e movimenti di terra significativi, o l'eliminazione di tracciati caratterizzanti riconoscibili sul terreno.

Le principali operazioni relative agli sbancamenti effettuati in fase di cantiere che costituiscono impatto anche in fase di esercizio in quanto non reversibili afferiscono alla presenza del rilevato stradale in quanto, come sopra descritto sia le alterazioni morfologiche legate alla realizzazione degli imbocchi est ed ovest delle gallerie e sia quelle legate alla realizzazione delle fondazioni di spalle e pile dei viadotti, nonché quelle legate alla realizzazione delle rotonde saranno oggetto di ripristino.

7.4.2 Modificazione della compagine vegetale

In fase di esercizio non è prevista alcuna modificazione della compagine vegetale esistente. Il progetto prevede opere di inserimento paesaggistico, descritte dettagliatamente nei paragrafi a seguire, necessarie alla mitigazione degli impatti che l'intervento esercita sulle componenti paesaggistiche ed ambientali.

7.4.3 Modificazioni dell'assetto percettivo, scenico e panoramico

Per "modificazione dell'assetto percettivo, scenico e panoramico" si definisce l'impatto derivante dall'ingombro fisico di un nuovo intervento e la sua entità vista da un punto di osservazione predeterminato rispetto al contesto in cui l'opera è situata.

Dalle analisi svolte emerge che gli interventi risultano poco visibili dalle arterie viabilistiche ed assolutamente, non visibili dal punto panoramico di Rione Piazza.

Di volta in volta la morfologia del terreno, l'ubicazione altimetrica, la vegetazione boschiva e l'agglomerato urbano in zona Rione Borgato impediscono la percezione panoramica degli interventi.

Per quanto concerne le opere inerenti la realizzazione del viadotto sul T. Ellero, queste saranno prevalentemente situate in un'area valliva, depressa, rispetto alla visuale da ovest, perciò tutte le opere per la realizzazione del manufatto in questo tratto e che generano alterazione della percezione del paesaggio non avranno impatti significativi. Come detto in precedenza, la visuale da est delle stesse opere è percepibile unicamente da una viabilità a bassa frequentazione e con conseguenze trascurabili sulla percezione del paesaggio.

E', pertanto, possibile affermare che, per le aree afferenti al vincolo paesaggistico del torrente Ellero, non vi saranno significativi effetti di alterazione del paesaggio.

Per quanto riguarda la parte di progetto relativa all'imbocco ovest alla galleria naturale e alla realizzazione della rotatoria che interseca la SS28, sarà proprio questa strada l'asse visuale sul cantiere prima e sul progetto poi. Da questa strada sarà infatti possibile percepire sia le fasi di realizzazione, sia le opere finite, in quanto i punti visuali sono proprio quelli dinamici derivanti dal percorso longitudinale dell'asse viario.

Da un punto di vista paesaggistico pertanto l'alterazione della percezione sarà limitata alla fascia in prossimità dell'intervento stesso. A questi si potranno aggiungere alcuni scorci di visuale aperta sugli assi viabilistici a bassa percorrenza posti sulle colline ad est.

Per quanto concerne l'alterazione dell'assetto scenico dell'intervento per la realizzazione del viadotto a Rione Borgato, questo avrà un connotato prevalentemente urbano con un'incidenza diretta sul quartiere e sulla percezione della zona dell'intervento. Tuttavia, anche qui non si sono evidenziati punti di vista panoramici da cui si possa scorgere l'area. La percezione dell'intervento sarà pertanto limitata all'area in questione senza impatti significativi sulle aree limitrofe. In particolare, si ricorda, che l'intervento proposto non sarà apprezzabile dal Rione Piazza e dal sedime delle strade perimetrali, in quanto percorsi panoramici.

7.4.4 Le fotosimulazioni

Al fine di comprendere al meglio le modificazioni dell'assetto percettivo e scenico che l'intervento di progetto comporta in fase di esercizio si è provveduto alla redazione di alcune fotosimulazioni.

Nella scelta dei punti di presa fotografica sono stati individuati dei coni visuali che potessero nel complesso comprendere le principali opere che costituiscono maggiore impatto percettivo e visuale nel contesto di intervento, quali le opere d'arte maggiori come i viadotti, gli imbocchi alle gallerie, il rilevato stradale nonché le rotatorie.

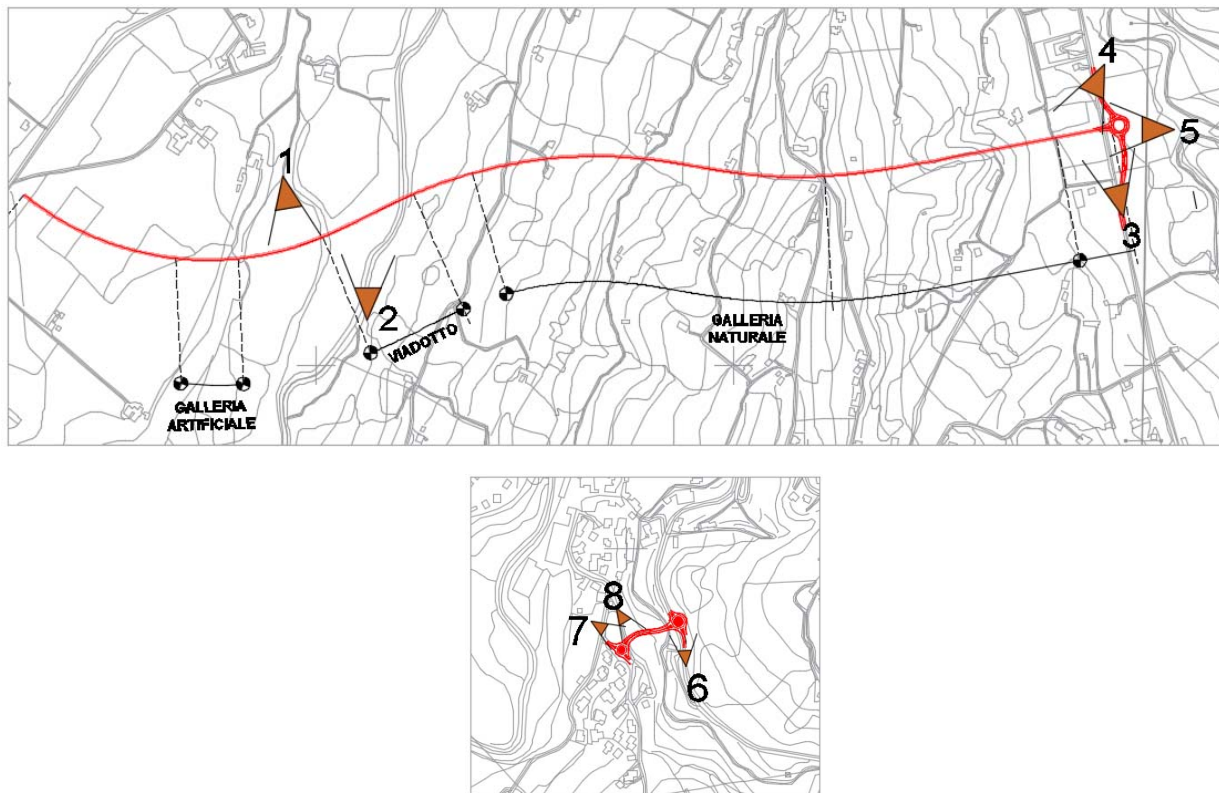


Figura 7.7 Coni ottici

FOTOSIMULAZIONE 1

La **fotosimulazione 1** è stata sviluppata partendo da un punto di presa fotografico ubicato su una strada vicinale posta ad ovest del torrente Ellero e che rappresenta il punto di inizio del viadotto nonché il limite dell'area di vincolo paesaggistico. Da questo punto di vista è possibile vedere principalmente il portale di sostegno del ponte e l'inizio della struttura sospesa. E' inoltre possibile apprezzare gli interventi di mitigazione delle opere a verde ed il ripristino della vegetazione in prossimità del greto del torrente.

Da questa fotosimulazione è possibile apprezzare l'importanza della piantumazione di aree arborate al fine di limitare l'impatto visuale percettivo delle strutture.



Vista ante operam



Vista post operam

FOTOSIMULAZIONE 2

La **fotosimulazione 2** è stata sviluppata partendo da una vista presa tramite un drone, al fine di poter dare una percezione del manufatto nella sua estensione in quanto non si sono evidenziati punti di presa fotografici da cui si potesse vedere l'opera che risulta per la gran parte inserita all'interno del sistema vegetazionale del torrente. Anche qui è possibile verificare come la piantumazione di nuove specie arboree andrà ad implementare il sistema della vegetazione esistente andando ad inglobare completamente l'opera e limitando fortemente gli effetti di alterazione e frammentazione del paesaggio.



Vista ante operam



Vista post operam

FOTOSIMULAZIONE 3 – 4

La **fotosimulazione 3** è sviluppata partendo da un punto visuale posto lungo la SS28, provenendo da sud. Da tale punto si cominciano a scorge soprattutto la futura rotatoria ed i muri di contenimento, con i terrapieni, dell'imbocco alla galleria.

La **fotosimulazione 4** fa da contraltare alla precedente ponendosi in direzione di marcia opposta, seppure in posizione più ravvicinata.

Ancorchè in un contesto più urbanizzato, dove gli edifici esistenti schermano la vista della galleria da entrambe le direzioni di marcia, fino a poche decine di metri dall'area di progetto, anche in questo caso si può notare come l'utilizzo degli interventi di mitigazione per il ripristino della vegetazione esistente ed il mascheramento delle nuove strutture limitino significativamente gli impatti afferenti all'alterazione del sistema paesaggistico.



Vista ante operam



Vista post operam

FOTOSIMULAZIONE 5

La **fotosimulazione 5** è sviluppata partendo da un punto di vista posto lungo la SS28, in posizione frontale rispetto all'imbocco della galleria, proprio in corrispondenza dell'intersezione con la rotatoria. Da questa posizione è possibile apprezzare come il sistema di mitigazione proposto andrà a sovrapporsi a quello alle spalle dell'imbocco, assorbendo di fatto gli effetti di alterazione dell'assetto percettivo scenico e panoramico oltre che le modificazioni della morfologia.



Vista ante operam



Vista post operam

FOTOSIMULAZIONE 6

La **fotosimulazione 6** è stata sviluppata partendo da un punto di presa fotografico, ubicato sulla SS28 provenendo da sud, all'ingresso dell'abitato di Mondovì. Da questa visuale è possibile vedere la rotatoria di innesto con la SS28 e l'inizio del viadotto di attraversamento sul Torrente Ermena che porterà a Rione Borgato. La percezione del progetto da questo punto di arrivo rimane mascherata fino all'ultimo dall'andamento curvilineo della viabilità esistente, dalla morfologia del terreno e dall'edificio posto a sinistra della strada. L'effetto di frammentazione e di suddivisione che si potrebbe avere per la percezione dell'assetto scenico e paesaggistico determinato dall'alveo arborato del torrente, viene fortemente mitigato dal ripristino della vegetazione e dalla messa a dimora di un sistema vegetazionale arbustivo in corrispondenza delle sponde di aggancio del viadotto alla viabilità esistente.

E' inoltre possibile apprezzare come l'utilizzo dell'acciaio Corten per la schermatura del viadotto determini un effetto di mitigazione cromatica rispetto all'utilizzo di materiali tecnici quali l'acciaio zincato ed il cemento.



Vista ante operam



Vista post operam

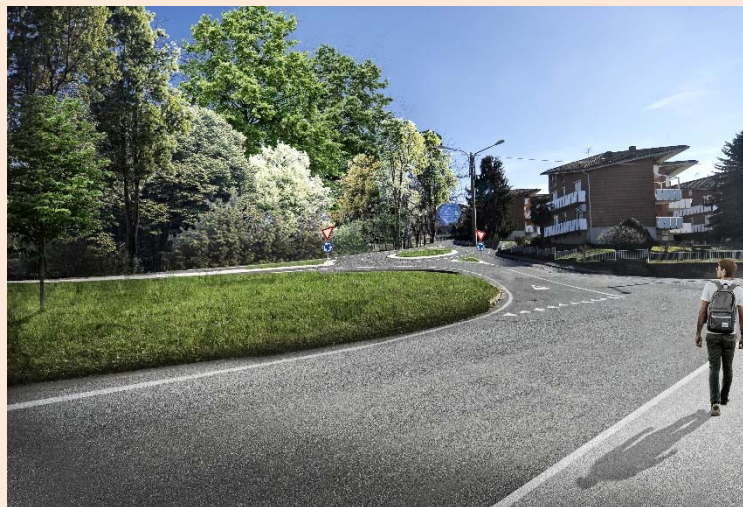
FOTOSIMULAZIONE 7

La **fotosimulazione 7** è stata sviluppata partendo da un punto di presa fotografico, ubicato all'interno di Rione Borgato in corrispondenza della nuova viabilità. Da questo punto di vista è possibile vedere come la rotonda in progetto si inserisca in modo congruo all'interno del sistema viabilistico ed insediativo. Anche in questo caso la mitigazione effettuata tramite le alberature poste sulle sponde del torrente è atta a ricomporre in modo significativo la modificazione della compagine vegetale.



Vista Ante

operam



Vista post operam

FOTOSIMULAZIONE 8

La **fotosimulazione 8** è stata sviluppata partendo da un punto di presa fotografico, ubicato all'interno di Rione Borgato. Da questa visuale è possibile vedere l'innesto del viadotto con la nuova rotonda.

L'effetto di frammentazione e di suddivisione che si potrebbe avere per la percezione dell'assetto scenico e paesaggistico determinato dall'alveo arborato del torrente, viene fortemente mitigato dal ripristino della vegetazione e dalla messa a dimora di un sistema vegetazionale arbustivo in corrispondenza delle sponde di aggancio del viadotto alla viabilità esistente.

E' inoltre possibile apprezzare come l'utilizzo dell'acciaio Corten per la schermatura del viadotto determini un effetto di mitigazione cromatica rispetto all'utilizzo di materiali tecnici quali l'acciaio zincato ed il cemento



Vista Ante operam



Vista post operam

7.5 PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

In generale, hanno effetti mitigativi sulla vegetazione e sulla fauna tutte le misure previste per l'abbattimento delle emissioni acustiche, in atmosfera, nelle acque e nel suolo, in grado cioè di prevenire l'alterazione o sottrazione di vegetazione e di habitat.

Hanno inoltre effetti mitigativi sulla vegetazione e sulla fauna tutte le opere a verde mediante le quali è realizzato o favorito:

- ripristino o re innesco della naturalità delle comunità vegetali autoctone preesistenti
- ripristino della struttura dell'ecosistema, ovvero recupero della continuità delle formazioni vegetazionali autoctone presenti.

Hanno effetti mitigativi sul paesaggio tutte le opere a verde per la salvaguardia della vegetazione e della fauna, mediante le quali è realizzato o favorito:

- mascheramento visivo delle opere connesse all'intervento
- recupero del paesaggio vegetale
- ricostruzione dell'ecosistema
- recupero estetico di spazi interclusi

Ha inoltre effetti mitigativi sul paesaggio la scelta della realizzazione delle sovrastrutture dei viadotti in acciaio corten.

Ripristino delle aree di cantiere

La cantierizzazione in ogni caso richiede il temporaneo utilizzo di suolo agricolo per la realizzazione delle aree di deposito di cantiere, della viabilità e dei siti di lavorazione. Tali aree saranno ripristinate alla conclusione degli interventi di realizzazione dell'opera.

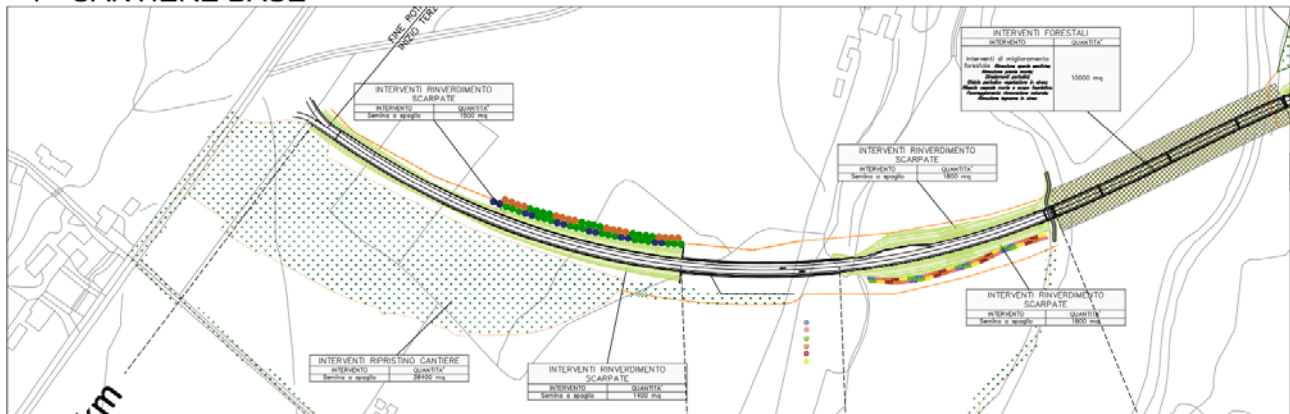
Gli interventi di ripristino delle aree di cantiere prevedono quindi le lavorazioni necessarie a restituire all'uso agricolo le aree in esame, individuabili nella planimetria di seguito.

È prevista la semina a spaglio di miscugli contenenti indicativamente le seguenti specie: *Poa alpina*, *Lolium perenne*, *Festuca rubra*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, *Poa pratensis*, *Achillea millefolium*, *Trifolium pratense*, *Medicago lupulina*, *Phleum pratense*, *Sanguisorba minor*, *Anthyllis vulneraria*, *Lathyrus pratense*, in quantità dai 35 ai 45 g/mq.

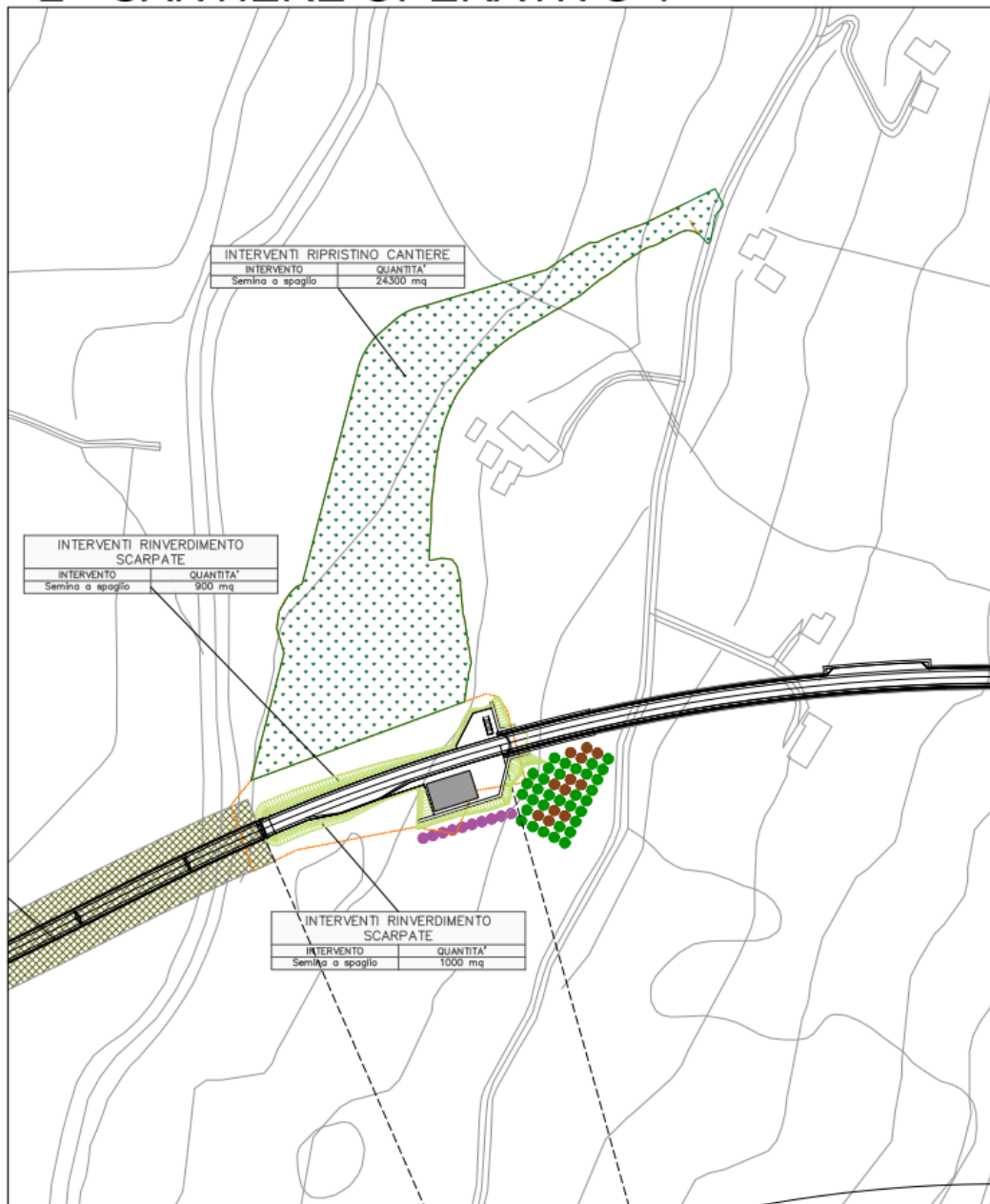
Si riporta di seguito la tabella con le distribuzioni percentuali delle specie da utilizzare nella miscela di sementi. Le percentuali e il numero di specie, possono variare all'interno delle miscele di semi presenti in commercio; è tuttavia importante mantenere i rapporti percentuali tra le specie.

Specie	%
<i>Festuca rubra</i>	32
<i>Poa alpina</i>	20
<i>Trifolium repens</i>	10
<i>Lotus corniculatus</i>	8
<i>Poa pratensis</i>	7
<i>Lolium perenne</i>	5
<i>Dactylis glomerata</i>	4
<i>Achillea millefolium</i>	3
<i>Medicago lupulina</i>	3
<i>Phleum pratense</i>	2
<i>Sanguisorba minor</i>	2
<i>Trifolium pratense</i>	2
<i>Anthyllis vulneraria</i>	1
<i>Lathyrus pratense</i>	1

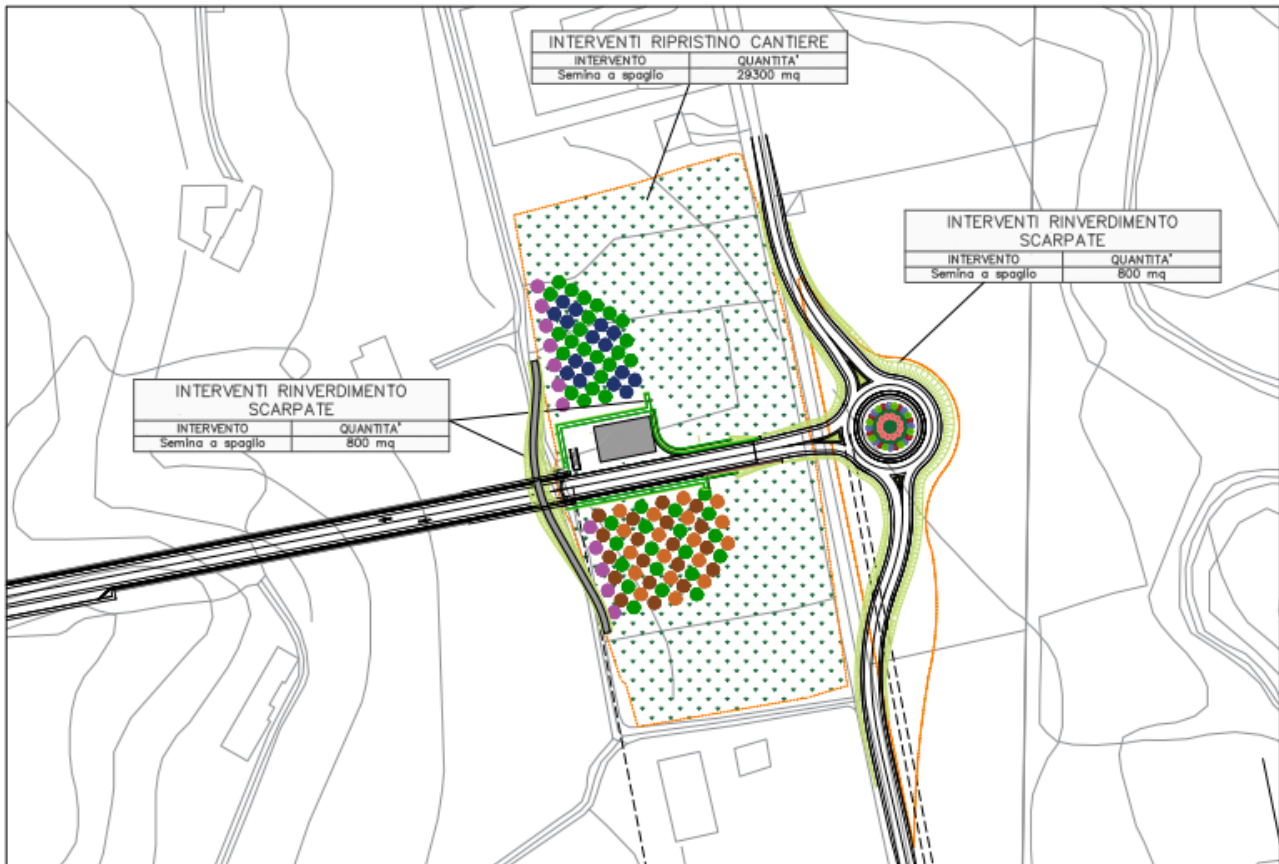
1 - CANTIERE BASE



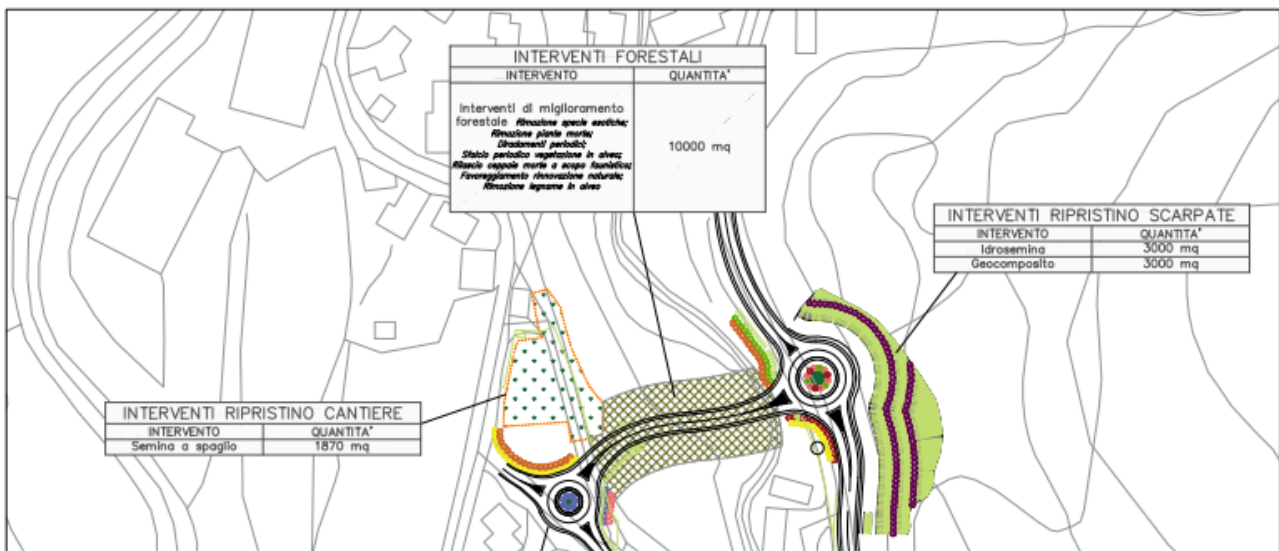
2 - CANTIERE OPERATIVO 1





3 - CANTIERE OPERATIVO 2




4 - CANTIERE OPERATIVO 3





LEGENDA

 Recinzione temporanea di cantiere
 Piste di cantiere


 Sistemazione a verde

 Interventi di miglioramento forestale


 Chiodatura con barre L=3.00 mt, maglia 2.00 m longitudinale x 1.50 m trasversale

 Chiodatura con barre L=6.00 mt, maglia 2.00 m longitudinale x 1.50 m trasversale


 *Carpinus betulus* (Carpino bianco)


 *Quercus petraea* (Rovere)

 *Acer campestre* (Acero campestre)


 *Populus alba* (Pioppo bianco)


 *Alnus glutinosa* (Ontano nero)


 *Edera helix* (Edera)


 *Crataegus monogyna* (Biancospino)

 *Euonymus europaeus* (Euonimo)

 *Ligustrum vulgare* (Ligustro)

 *Prunus spinosa* (Prugnolo selvatico)

 *Rosa canina* (Rosa canina)

 *Sambucus nigra* (Sambuco)


 *Salix purpurea* (Salice rosso)

Figura 7.5-1 Estratti Elaborato P00_IA00_AMB_LF02 Planimetria di sistemazione delle aree di cantiere e deposito

Interventi di miglioramento forestale

Tra gli interventi di mitigazione previsti si andranno ad effettuare degli interventi di miglioria forestale finalizzati al miglioramento della situazione boschiva e delle condizioni fitosanitarie delle formazioni presenti nelle aree che presentano formazioni boschive classificate come Formazioni riparie.

La superficie interessata è pari a 20000 mq ed ubicata in corrisponde dei viadotti sui torrenti Ellero ed Ermena.

Gli interventi prevedono le seguenti lavorazioni:

- Rimozione piante alloctone ed infestanti
- Rimozione piante morte che pregiudicano la crescita degli altri individui
- Selezione delle piante di grandi dimensioni di pregio naturalistico presenti
- Diradamenti periodici
- Sfalcio periodico della vegetazione in alveo
- Rilascio ceppaie morte a scopo faunistico
- Favoreggiamento rinnovazione naturale
- Rimozione legname in alveo

Piantumazione di elementi vegetazionali lineari (siepi e filari)

In fase progettuale si è cercato di posizionare i cantieri in modo da minimizzare la rimozione degli elementi lineari quali siepi e filari.

In ogni caso a seguito della rimozione di parte di questi elementi durante l'allestimento dei cantieri e la realizzazione dell'opera, è stata prevista la piantumazione di nuove siepi e filari.

Per il ripristino di siepi, le specie da utilizzare sono: *Sambucus nigra*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare*, *Rosa canina*, *Prunus spinosa*, *Euonymus europaeus* e *Salix purpurea*; mentre per il ripristino dei filari alberati le specie da utilizzare sono: *Acer campestre*, *Alnus glutinosa*, *Carpinus betulus*, *Populus alba* e *Quercus petraea*.

Per il rinverdimento dei muri presenti in corrispondenza dell'imbocco est della galleria naturale è prevista la messa a dimora di *Edera helix*.

Le piantumazioni arboree saranno collocate in corrispondenza degli ingressi delle gallerie artificiale e naturale e prevedono la piantumazione di ca. 220 esemplari in sesti a filari, quadrati e quinconce.

Le piantumazioni arbustive saranno collocate in corrispondenza rotonde e scarpate e prevedono la piantumazione di ca. 391 esemplari in filari singoli e doppi.

Sesti di impianto

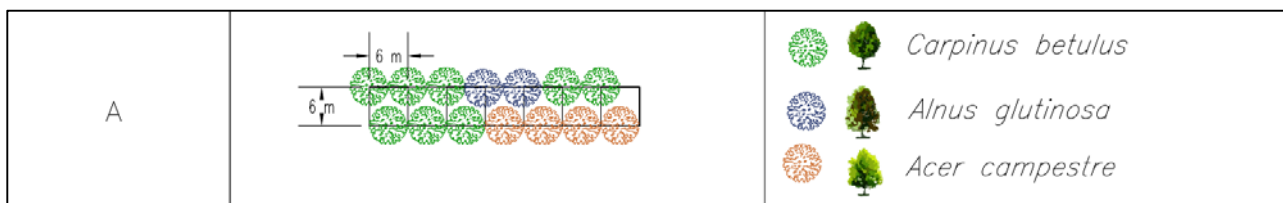
Come anticipato, il progetto prevede la piantumazione di essenze arboree ed arbustive in sesti filari, quadrati ed a quinquonce.

- Sesto a file: le piante sono disposte in fila e si vengono a creare dei filari;
- Sesto a file sfalsate: le piante sono disposte in file sfalsate e si vengono a creare dei filari arborei o delle macchie arbustive, a seconda delle specie messe a dimora;
- Sesto in quadrato: le piante sono disposte a intervalli regolari secondo un reticolo a maglie quadrate, con interdistanze uguali tra le file e lungo le file. Con questa disposizione si perde la distinzione tra filari.
- Sesto a quinquonce: le piante sono disposte a intervalli regolari secondo un reticolo a maglie triangolari. La disposizione delle piante è sfasata in modo che ogni pianta si trovi al vertice di un triangolo isoscele rispetto alle due piante contrapposte del filare adiacente. Questa disposizione riduce la competizione intraspecifica rispetto alla disposizione a rettangolo e permette perciò un leggero incremento dell'investimento.

Di seguito si riporta una descrizione dei sesti impiegati in progetto.







Tipo A

Sesto a file sfalsate costituito da specie arboree quali *Carpinus betulus*, *Alnus glutinosa* ed *Acer campestre* con filari sfalsati distanti 6 m e con distanze interfilari di 6 m.





Tipo B

Sesto a file sfalsate costituito da specie arbustive quali *Sambucus nigra*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum volgare*, *Rosa canina*, *Prunus spinosa* ed *Euonymus europaeus* con filari sfalsati distanti 3 m e con distanze interfilari di 3 m.

B		<ul style="list-style-type: none">  <i>Crataegus monogyna</i>  <i>Euonymus europaeus</i>  <i>Ligustrum vulgare</i>  <i>Prunus spinosa</i>  <i>Rosa canina</i>  <i>Sambucus nigra</i>
---	--	--


Tipo C

Sesto a fila lineare costituito da essenze arboree di *Populus alba* collocate con passo di 6 m.

C		  <i>Populus alba</i>
---	--	--

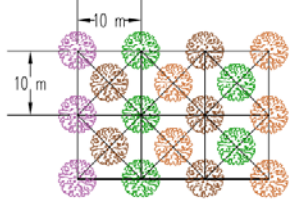








Tipo D

Sesto in quadrato con essenze arboree di *Carpinus betulus* e *Quercus petraea* con interdistanze di 6 m.

D		<ul style="list-style-type: none">  <i>Carpinus betulus</i>  <i>Quercus petraea</i>
---	--	---

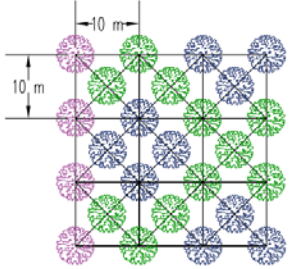






Tipo E

Sesto a quinquonce con distanze 10 x 10 m composto da essenze arboree quali *Carpinus betulus*, *Quercus petraea*, *Acer campestre* e *Populus alba*.

E		<ul style="list-style-type: none">   <i>Carpinus betulus</i>   <i>Quercus petraea</i>   <i>Acer campestre</i>   <i>Populus alba</i>
---	---	---

Tipo F

Sesto a quinquonce con distanze 10 x 10 m composto da essenze arboree quali *Carpinus betulus*, *Alnus glutinosa* e *Populus alba*.

F		<ul style="list-style-type: none">   <i>Carpinus betulus</i>   <i>Alnus glutinosa</i>   <i>Populus alba</i>
---	--	---

Tipo G

Sesto a fila lineare costituito da essenze arbustive di *Salix purpurea* collocate con passo di 2,5 m.

G		<ul style="list-style-type: none">  <i>Salix purpurea</i>
---	---	---

Rivestimento in edera dei muri per il mascheramento delle strutture

Il progetto prevede il rinverdimento dei muri presenti in corrispondenza dell'imbocco est della galleria naturale con la messa a dimora di *Edera helix* per il mascheramento degli stessi per una lunghezza complessiva di ca. 200 m.

Interventi di rinverdimento dei rilevati stradali

Riutilizzo del materiale vegetale proveniente da scotico: Il materiale derivante dalle operazioni di scotico (rimozione del soprassuolo) sarà distribuito sulle scarpate dei rilevati stradali di nuova realizzazione per uno spessore minimo di 30 cm, evitando tassativamente l'utilizzo di materiale (terreno vegetale) di provenienza alloctona. Questo consentirà di posizionare sul corpo del rilevato stradale terreno contenente una banca semi delle specie tipiche delle formazioni vegetali prative dell'area.

Utilizzo biostuoia in juta: Successivamente alle lavorazioni di rivestimento delle scarpate stradali con materiale vegetale proveniente dallo scotico si prevede il posizionamento di biostuoia costituita interamente da fibre vegetali biodegradabili (in juta) non contenenti semi di alcun genere, che avrà la funzione di contenere il terreno e limitare azioni di dilavamento conseguenti a precipitazioni piovose e all'azione del vento, non impedendo al contempo lo sviluppo della vegetazione.

Idrosemina a spessore: L'ultima fase dovrà prevedere una semina di rinforzo (idrosemina a spessore) mediante l'utilizzo di fiorume (e/o erba verde, e/o fieno), proveniente esclusivamente dalle aree contermini a quella di intervento, o attraverso l'utilizzo di miscugli contenenti le seguenti specie: *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Trifolium pratense*, *Medicago lupulina*, *Onobrychis viciifolia*.

Si riporta di seguito la tabella con le distribuzioni percentuali delle specie da utilizzare nella miscela di sementi. Le percentuali e il numero di specie, possono variare all'interno delle miscele di semi presenti in commercio; è tuttavia importante mantenere i rapporti percentuali tra le specie.

Specie	%
<i>Lolium perenne</i>	25
<i>Festuca arundinacea</i>	25
<i>Dactylis glomerata</i>	10
<i>Festuca rubra</i>	10
<i>Medicago lupulina</i>	10
<i>Onobrychis viciifolia</i>	10
<i>Trifolium pratense</i>	10

Quantità: dai 35 ai 45 g/mq.

L'ambito d'interesse riguarda le scarpate di progetto dell'asse principale e le scarpate dell'asse secondario di Rione Borgato, per una superficie interessata pari a ca. 14190 mq.

Stabilizzazione delle scarpate

Parte del rilevato verrà realizzato in rilevato e parte in fosse. Tali aree presentano scarpate che sono soggette a ripristino morfologico a fine lavori. In particolare gli ambiti interessati da opere di stabilizzazione delle scarpate sono l'imbocco est della galleria naturale e Rione Borgato.

Nel dettaglio trattasi di muri di sostegno all'imbocco est della galleria naturale, mentre per la scarpata lungo la rotatoria a Rione Borgato consiste in un geocomposito con griglia e biostuoia e chiodatura.

L'intervento previsto ottempera a differenti obiettivi strategici, i principali sono i seguenti:

- Ricucitura paesaggistica dell'area
- Messa in sicurezza del terreno mediante interventi di ingegneria naturalistica.

Per la rinaturalizzazione delle aree interessate dai movimenti materia, sono previste le seguenti lavorazioni:

1. Ripristino morfologico con recupero dell'andamento naturale del terreno
2. Riporto di terreno vegetale
3. Utilizzo di biostuoia in juta
4. Piantumazione di essenze arbustive con sesto naturaliforme

Riqualificazione paesaggistica delle rotonde

Il progetto prevede la riqualificazione paesaggistica delle aree intercluse delle rotatorie con rinverdimento tramite la semina a spaglio di essenze erbacee ed impianto di vegetazione autoctona ornamentale, a bassa manutenzione, di tipo arbustivo. Il progetto è strutturato al fine di garantire la piena visibilità a chi percorre la rotatoria. Sono previste tre distinte sistemazioni paesaggistiche per ognuna delle tre rotatorie di progetto.

Il rinverdimento avverrà tramite semina a spaglio di miscugli contenenti indicativamente le seguenti specie: *Poa alpina*, *Lolium perenne*, *Festuca rubra*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, *Poa pratensis*, *Achillea millefolium*, *Trifolium pratense*, *Medicago lupulina*, *Phleum pratense*, *Sanguisorba minor*, *Anthyllis vulneraria*, *Lathyrus pratense*, in quantità dai 35 ai 45 g/mq. Si riporta di seguito la tabella con le distribuzioni percentuali delle specie da utilizzare nella miscela di sementi. Le percentuali e il numero di specie, possono variare all'interno delle miscele di semi presenti in commercio; è tuttavia importante mantenere i rapporti percentuali tra le specie.

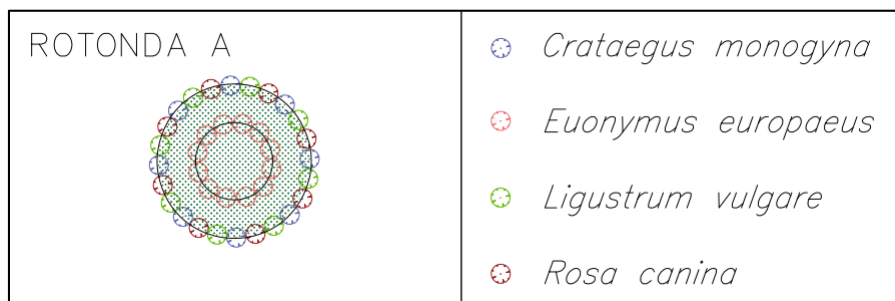
Specie	%
<i>Festuca rubra</i>	32
<i>Poa alpina</i>	20

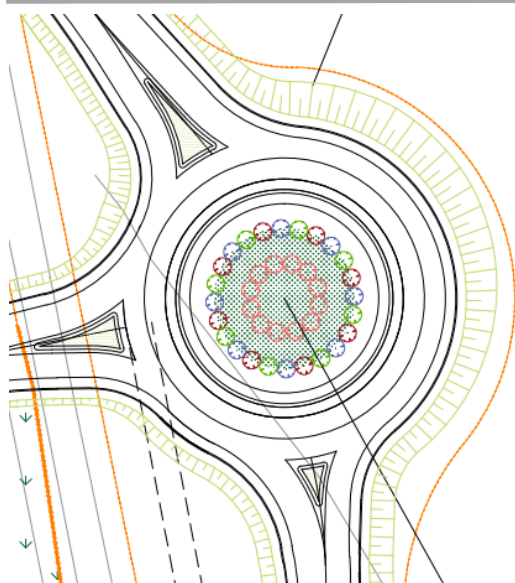
<i>Trifolium repens</i>	10
<i>Lotus corniculatus</i>	8
<i>Poa pratensis</i>	7
<i>Lolium perenne</i>	5
<i>Dactylis glomerata</i>	4
<i>Achillea millefolium</i>	3
<i>Medicago lupulina</i>	3
<i>Phleum pratense</i>	2
<i>Sanguisorba minor</i>	2
<i>Trifolium pratense</i>	2
<i>Anthyllis vulneraria</i>	1
<i>Lathyrus pratense</i>	1

Rotonda A

Si tratta della rotonda di connessione fra il tracciato di progetto della tangenziale di Mondovì e la SS28.

È prevista la piantumazione di un due filari concentrici circolari: il filare centrale sarà composto da essenze di *Euonymus europaeus*, mentre quello più esterno sarà composto da essenze arbustive alternate di *Crataegus monogyna*, *Rosa canina* e *Ligustrum vulgare*.













PIANTUMAZIONI ROTONDA A	
SPECIE	QUANTITA'
 <i>Crataegus monogyna</i>	8 piante
 <i>Euonymus europaeus</i>	12 piante
 <i>Ligustrum vulgare</i>	8 piante
 <i>Rosa canina</i>	8 piante
INTERVENTI PREPARATORI	
INTERVENTO	QUANTITA'
Aratura	530 mq
Erpicatura	530 mq
Concimazione	530 mq
Semina a spaglio	530 mq
Apertura buche	n. 36

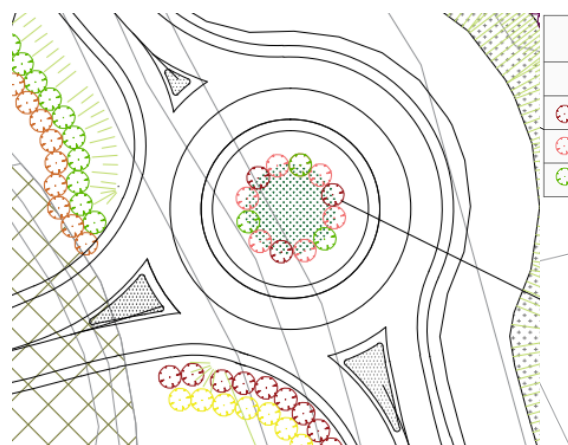
Figura 7.8 Estratto Elaborato P00_IA00_AMB_PP01 Planimetria opere a verde

Rotonda B

Si tratta della rotonda dell'Asse secondario a Rione Borgato, di collegamento fra il viadotto Ermena e la SS28.

È prevista la piantumazione di un singolo filare circolare composto da essenze arbustive alternate di *Crataegus monogyna*, *Euonymus europaeus*, *Rosa canina* e *Ligustrum vulgare*.

ROTONDA B	
 <i>Crataegus monogyna</i>	
 <i>Euonymus europaeus</i>	
 <i>Rosa canina</i>	
 <i>Ligustrum vulgare</i>	








PIANTUMAZIONI ROTONDE B	
SPECIE	QUANTITA'
 <i>Rosa canina</i>	3 piante
 <i>Euonymus europaeus</i>	6 piante
 <i>Ligustrum vulgare</i>	3 piante
INTERVENTI PREPARATORI	
INTERVENTO	QUANTITA'
Aratura	120 mq
Erpicatura	120 mq
Concimazione	120 mq
Semina a spaglio	120 mq
Apertura buche	n. 12

Figura 7.9 Estratto Elaborato P00_IA00_AMB_PP01 Planimetria opere a verde

Rotonda C

Si tratta della rotonda dell'Asse secondario a Rione Borgato, di collegamento fra il viadotto Ermena e Rione Borgato (via Vecchia di Monastero).

È prevista la piantumazione di un singolo filare circolare di *Crataegus monogyna*.

ROTONDA C 	 <i>Crataegus monogyna</i>
--	---

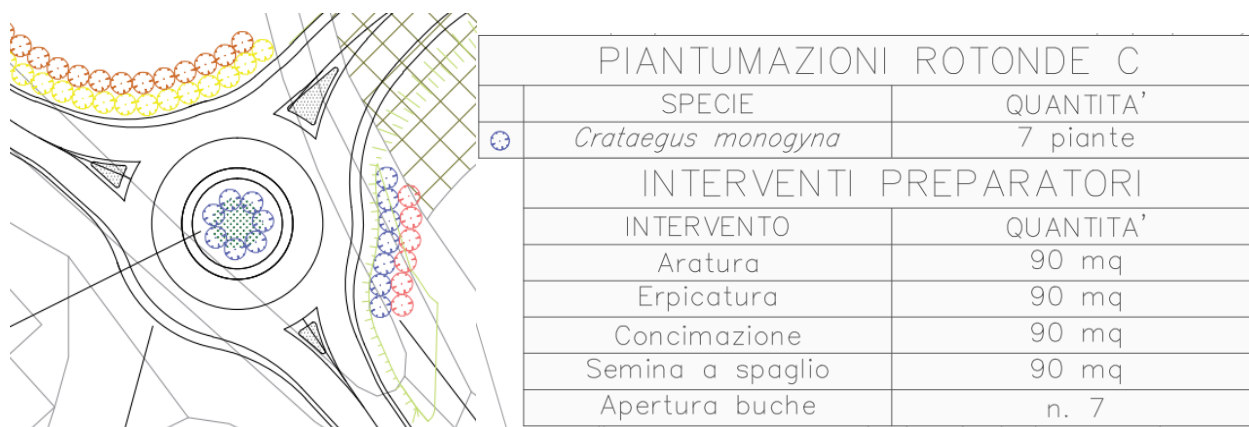












Figura 7.5.2 Estratto Elaborato P00_IA00_AMB_PP01 Planimetria opere a verde

Specie arboree utilizzate

Il progetto prevede l'utilizzo delle seguenti specie arboree di cui si riportano di seguito schede descrittive della caratterizzazione delle stesse.

PIANTUMAZIONI ARBOREE		
SPECIE		QUANTITA' TOTALE
	 <i>Carpinus betulus</i>	105 piante
	 <i>Alnus glutinosa</i>	28 piante
	 <i>Populus alba</i>	22 piante
	 <i>Quercus petraea</i>	31 piante
	 <i>Acer campestre</i>	34 piante

ALBERI II° GRANDEZZA

FOGLIE CADUCHE

LATIFOGLIA

CARPINUS BETULUS

Carpino bianco

Altezza	15 - 25 m
Ingombro medio	8 m
Portamento	Ovale
Habitus	Foglia caduca
Temperamento per luce	Mesofila
Temperamento per umidità del terreno	Igrofila
Fioritura	Primaverili, di colore verde-giallo
Frutti	Grappoli che ingialliscono in autunno
Foglie	Verde scuro nella pagina superiore, color oro in autunno
Accrescimento	Lento
Longevità	120 anni
Apparato radicale	Superficiale e tenace

CHIOMA E PORTAMENTO



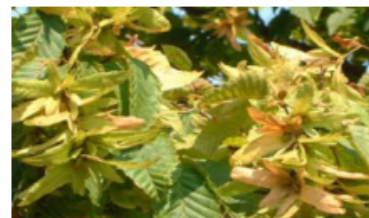
FOGLIE



FIORI



FRUTTI



ALBERI II° GRANDEZZA

FOGLIE CADUCHE

LATIFOGLIA

ALNUS GLUTINOSA

Ontano nero o comune

Altezza	20 – 25 m
Ingombro medio	10 m
Portamento	Slanciato
Habitus	Foglia caduca
Temperamento per luce	Eliofila
Temperamento per umidità del terreno	Mesofila
Fioritura	Estiva, di colore verdastro
Frutti	Ancheni di colore grigiastro
Foglie	Colore verde - chiaro, lucide
Accrescimento	Veloce
Longevità	Poco longeva
Apparato radicale	Presenta frequentemente grossi tubercoli radicali

CHIOMA E PORTAMENTO



FOGLIE E FRUTTI



FIORI



ALBERI 1° GRANDEZZA

FOGLIE CADUCHE

LATIFOGLIA

POPULUS ALBA

Pioppo bianco, Gattice

Altezza	25 - 30 m
Ingombro medio	10 m
Portamento	Espanso
Habitus	Foglia caduca
Temperamento per luce	Eliofila
Temperamento per umidità del terreno	Meso - igrofila
Fioritura	Primaverile. Grandi amenti pelosi di colore grigio e rosso in marzo
Frutti	Capsule ovoidali bruno chiare
Foglie	Foglie verdi nella parte superiore, argentate e pelose nella parte inferiore
Accrescimento	Veloce
Longevità	300 anni
Apparato radicale	Ampio e profondo

CHIOMA E PORTAMENTO



FOGLIE



FIORI



FRUTTI



ALBERI I° GRANDEZZA

FOGLIE CADUCHE

LATIFOGLIA

QUERCUS PETREA

Rovere

Altezza	> 25 m
Ingombro medio	10 - 12 m
Portamento	Espanso globoso
Habitus	Foglia caduca
Temperamento per luce	Moderatamente eliofila
Temperamento per umidità del terreno	Mesofila, terreni drenati
Fioritura	Primaverile, poco significativa
Frutti	Ghiande arrotondate prive o con corto peduncolo, dal verde al bruno secondo maturazione
Foglie	Coriacee di colore verde scuro
Accrescimento	Lento
Longevità	Alcuni secoli
Apparato radicale	Molto sviluppato e fittonante

CHIOMA E PORTAMENTO



FOGLIE



FIORI



FRUTTI



ALBERI II° GRANDEZZA

FOGLIE CADUCHE

LATIFOGLIA

ACER CAMPESTRE

Altezza	12 m
Ingombro medio	6 m
Portamento	Ovoidale - espanso
Habitus	Foglia caduca
Temperamento per luce	Stazioni soleggiate
Temperamento per umidità del terreno	Mesofilo xerotollerante
Fioritura	Primaverile, di colore giallo
Frutti	Coni cilindrici, eretti, bruno chiari a maturazione
Foglie	Palmate a 5 lobi arrotondati
Accrescimento	Lento
Longevità	100 anni
Apparato radicale	Molto ramificato

CHIOMA E PORTAMENTO



FOGLIE E FIORI



FRUTTI



Specie arbustive utilizzate

Il progetto prevede l'utilizzo delle seguenti specie arbustive di cui si riportano di seguito schede descrittive della caratterizzazione delle stesse.

PIANTUMAZIONI ARBUSTIVE		
SPECIE		QUANTITA' TOTALE
	<i>Crataegus monogyna</i>	47 piante
	<i>Euonymus europaeus</i>	67 piante
	<i>Ligustrum vulgare</i>	31 piante
	<i>Prunus spinosa</i>	57 piante
	<i>Rosa canina</i>	49 piante
	<i>Sambucus nigra</i>	57 piante
	<i>Salix purpurea</i>	83 piante

ARBUSTO GRANDE

FOGLIE CADUCHE

LATIFOGLIA

CRATEGUS MONOGYNA

Biancospino

Altezza	4 m
Ingombro medio	3 m
Portamento	Espanso
Habitus	Foglia caduca
Temperamento per luce	Eliofilo
Temperamento per umidità del terreno	Mesofilo
Fioritura	Tarda primavera, di colore bianco
Frutti	Piccoli pomi di colore rosso
Foglie	Lamina coriacea profondamente lobata. All'apice dei rametti sono presenti lunghe e forti spine

CHIOMA E PORTAMENTO



FOGLIE



FRUTTI



FIORI



ARBUSTO GRANDE

FOGLIE CADUCHE

LATIFOGLIA

EUONYMUS EUROPAEUS

Fusaggine, Berretto del prete

Altezza	6 m
Ingombro medio	3 m
Portamento	Espanso
Habitus	Foglia caduca
Temperamento per luce	Eliofilo
Temperamento per umidità del terreno	Mesofilo
Fioritura	Primaverile, di colore verdastro
Frutti	Capsule a quattro lobi di colore rossastro. Tossiche
Foglie	Di forma lanceolata. Rosse in autunno

CHIOMA E PORTAMENTO



FOGLIE E FIORI



FRUTTI



ARBUSTO MEDIO

FOGLIE PERSISTENTI

LATIFOGLIA

LIGUSTRUM VULGARIS

Ligustro, Olivella

Altezza	3 m
Ingombro medio	2 m
Portamento	Espanso
Habitus	Foglia persistente
Temperamento per luce	Eliofila
Temperamento per umidità del terreno	Mesofila
Fioritura	Primaverile. Fiori bianchi riuniti in pannocchie compatte
Frutti	bacche nere rotonde, dalla polpa violetta fortemente tintoria e tossica, persistenti in inverno
Foglie	intere, opposte di forma ellittica o lanceolata

CHIOMA E PORTAMENTO



FOGLIE E FIORI



FRUTTI



ARBUSTO GRANDE

FOGLIE CADUCHE

LATIFOGLIA

PRUNUS SPINOSA

Pruno, Prugnolo

Altezza	5 m
Ingombro medio	4 m
Portamento	Espanso
Habitus	Foglia caduca
Temperamento per luce	Eliofila
Temperamento per umidità del terreno	Mesofila, Xerotollerante
Fioritura	Primaverile. Fiori a calice costituiti da 5 petali ovali di colore bianco. Leggermente profumati
Frutti	Drupa todegiante di colore bluastrò e dal sapore acidulo. Contengono i seme
Foglie	Alterne, di forma ovale, con lamina leggermente a V sulla nervatura principale

CHIOMA E PORTAMENTO



FOGLIE E FRUTTI



FIORI



ARBUSTO MEDIO

FOGLIE CADUCHE

LATIFOGLIA

ROSA CANINA

Rosa selvatica

Altezza	Fino a 3 m
Ingombro medio	1,5 - 2 m
Portamento	Irregolare
Habitus	Foglia caduca
Temperamento per luce	Eliofilo
Temperamento per umidità del terreno	Termofilo
Fioritura	Fiori bianchi a 5 petali con vistosi pistilli gialli
Frutti	Bacche rosse a maturazione
Foglie	Composte da 5 - 7 foglioline dal margine dentellato

CHIOMA E PORTAMENTO



FOGLIE



FIORI



FRUTTI



ARBUSTO GRANDE

FOGLIE CADUCHE

LATIFOGLIA

SAMBUCUS NIGRA

Sambuco, Nibbio, Ebbio

Altezza	Fino a 6 m
Ingombro medio	3 - 4 m
Portamento	Espanso
Habitus	Foglia caduca
Temperamento per luce	Sciafila
Temperamento per umidità del terreno	Meso - igrofila
Fioritura	Tarda primavera. Infiorescenze ombrelliformi formate da piccoli fiori bianchi odorosi
Frutti	Piccole drupe nere e lucide commestibili ma amaro-gnole
Foglie	Composte imparipennate costituite da 5-7 foglioline ellittiche dal margine dentellato

CHIOMA E PORTAMENTO



FOGLIE E FRUTTI



FIORI



ARBUSTO MEDIO

FOGLIE CADUCHE

LATIFOGLIA

SALIX PURPUREA

Salice rosso

Altezza	3 m
Ingombro medio	2 m
Portamento	Espanso
Habitus	Foglia caduca
Temperamento per luce	Eliofila
Temperamento per umidità del terreno	Igrofila
Fioritura	Primaverile. Fiori riuniti in amenti eretti ed acuti
Frutti	Piccole capsule piene di semi cotonosi
Foglie	lanceolate, dentellate solamente sopra la metà, colore verde cupo nella pagina superiore, verde chiaro, quasi azzurrognolo nella pagina inferiore

CHIOMA E PORTAMENTO



FOGLIE



FIORI



FRUTTI



Si riporta la tabella relativa alla valutazione dell'impatto nei confronti del paesaggio, considerando tutte le misure di prevenzione e mitigazione previste dal progetto.

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa all'alterazione del paesaggio nelle fasi di esercizio

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La sorgente di emissione (ovvero la fase di esercizio) ha una durata stimata superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	L'area presenta una media vulnerabilità in quanto si inserisce in un ambito principalmente agroindustriale.	0,50
Estensione (E)	L'estensione dell'impatto è a scala locale	0,75
Pericolosità (H)	L'impatto relativo alla modifica del paesaggio presenta scarsa pericolosità (intesa a mitigazione avvenuta)	0,25
<i>Danno (D = L + V + E + H)</i>		2,50
Probabilità (P)	Se il progetto viene autorizzato, la probabilità di accadimento è certa	1,00
<i>Rischio (R = P x D)</i>		2,50
Peso Ponderato (K = N _i x K ₀)	Impatto a Lungo Termine, Irreversibile, di Media Intensità (intesa a mitigazione avvenuta) ed interessa una risorsa Strategica	-20,00
Impatto Ambientale (I _A = R x K)	POCO SIGNIFICATIVO (- 54 < I_A ≤ - 24)	-50,00

8 SALUTE PUBBLICA

Per quanto riguarda tale matrice, i fattori di rischio sono riconducibili all'inquinamento acustico ed atmosferico derivante dalla realizzazione e dall'esercizio della nuova tratta stradale, in particolare nei settori a ridosso dell'area di inserimento stradale.

Per quanto riguarda l'INQUINAMENTO ACUSTICO, come già esplicitato al capitolo 6, per inquinamento acustico si intende "qualunque emissione sonora" che sia tale da "provocare fastidio, o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime funzioni degli ambienti stessi" (cfr. art. 2 della legge n. 447 del 26.10.1995 ed all. A del D.P.C.M. del 01.03.1991).

Il fenomeno si manifesta con particolare evidenza negli ambiti urbani, risultando legato strettamente al traffico veicolare. Il traffico automobilistico, infatti, causa dal 63% al 76% del rumore totale nei centri urbani. L'OMS, che consiglia una soglia massima di 65 dB di giorno e 55dB di notte, denuncia che oltre un quarto dei cittadini europei soffrono di problemi d'udito, causati dal rumore eccessivo. In Italia, il 90% della popolazione delle grandi città, è esposta a valori superiori a quelli ammissibili. Il più piccolo stimolo percepito come suono dall'orecchio umano, rappresenta la bilionesima parte di un ergo, la membrana timpanica, subisce in questo caso, uno spostamento che è inferiore al diametro di un atomo: l'intrinseca sensibilità dell'orecchio umano comporta che un rumore intenso e improvviso, rappresenti un evento eccezionale, di allarme.

Forse per questo, il rumore provoca stress, anche in relazione al fatto, che l'udito è l'unico organo di senso sempre in ricezione.

A parte i danni specifici sull'apparato uditivo, ben documentati in letteratura e tutelati dalla legislazione per i lavoratori a rischio, vi sono effetti extrauditivi aspecifici, che coinvolgono la stragrande maggioranza della popolazione. L'eccessivo rumore, provoca aggressività.

Numerosi studi, confermano la manifestazione di comportamenti antisociali causati dal rumore, in ragione della cattiva capacità di concentrazione in ambienti rumorosi, ed anche della difficoltà di comprensione della parola.

L'affaticamento cerebrale prodotto dal continuo stimolo rumoroso, è dovuto al fatto, che il cervello analizza ogni stimolo afferente, anche se ripetitivo, e si affatica, per cercare di comprendere una informazione priva di significato semantico. I sintomi, sono: sonnolenza, irritabilità, stato ansioso.

Sono ben documentati anche i disturbi del sonno REM, per risvegli improvvisi, con gravi riflessi sul sistema cardiovascolare, come: tachicardie, aritmie e notevoli rialzi della pressione arteriosa. Molti altri, sono gli effetti attualmente sotto indagine, fra cui alcune patologie gastrointestinali, e le riduzioni di fertilità e libido. Negli ultimi anni si sono succedute pertanto una serie di leggi e di normative specifiche con l'obiettivo di precisare le competenze amministrative e le misure di controllo per il contenimento delle emissioni.

Si identificano quali aree maggiormente sensibili, dopo la realizzazione dell'opera, i recettori civili posti nelle vicinanze dell'ambito della nuova infrastruttura stradale.

Altre sorgenti che possono produrre emissioni acustiche sono le attività di cantiere, attività a carattere temporaneo.

L'altro fattore di rischio per la salute ambientale è l'INQUINAMENTO ATMOSFERICO, già valutato al capitolo 2.

L'inquinamento atmosferico è uno tra i principali fattori di rischio ambientale per la salute della popolazione senza grande distinzione tra gruppi di età, genere e condizione socioeconomica.

L'inquinamento dell'aria rappresenta ancora un importante fattore di rischio al quale è attribuibile una quota rilevante di effetti sanitari dovuti principalmente all'esposizione alla frazione respirabile - PM_{2,5}, agli ossidi di azoto (NO₂) ed ozono (O₃). La principale preoccupazione, in termini di effetti sulla salute, è comunque rivolta al materiale particolato sospeso, in particolare alle frazioni più fini (PM₁₀ e PM_{2,5}), classificato dall'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) come un cancerogeno in Classe 1 per l'uomo, e considerato un inquinante a componenti multiple: oltre a costituire un fattore di rischio in se stesso (indipendentemente dalla composizione chimica che lo caratterizza), è un vettore di numerosi agenti tossici e cancerogeni, quali metalli (es. arsenico, piombo, cadmio, nickel), idrocarburi policiclici aromatici IPA (es. Benzo(a)pirene), diossine e furani.

Le aree urbane rappresentano i contesti territoriali più a rischio in considerazione della quota di popolazione che si concentra in queste aree.

Il traffico veicolare rappresenta quasi ovunque la causa principale di questo inquinamento, con contributi variabili dal 40% all'80% a seconda dei diversi contesti territoriali geografici. Nel nord Italia, per esempio, contributi dovuti al riscaldamento domestico e le attività industriali hanno un peso rilevante sulla qualità dell'aria urbana rispetto all'Italia centrale e meridionale, dove il contributo predominante all'inquinamento atmosferico è dovuto al traffico veicolare privato e al trasporto pubblico.

I diversi interventi legislativi e tecnologici messi in atto in questi ultimi 15 anni, hanno sicuramente prodotto un beneficio, introducendo nuovi standard di qualità dell'aria, disciplinando l'uso dei combustibili e dei carburanti, l'uso delle migliori tecniche disponibili per il controllo delle emissioni industriali e, allo stesso tempo, implementando il numero delle centraline e degli inquinanti misurati nelle reti di monitoraggio della qualità dell'aria. Tuttavia questo miglioramento della qualità dell'aria ha ricevuto un forte rallentamento in questi ultimi anni in cui la crisi economica ha avuto un ruolo significativo interrompendo, per esempio, il miglioramento della qualità del trasporto pubblico, la riduzione del numero dei veicoli privati circolanti e il turn over dei veicoli più vecchi e inquinanti.

Inoltre, sempre più spesso, si inseriscono condizioni meteorologiche che influenzano e sfavoriscono la dispersione degli inquinanti primari e secondari, come per esempio lunghi periodi di assenza di precipitazioni, alta pressione, inversione termica nei bassi strati dell'atmosfera.

In questa ottica interventi volti ad allontanare le fonti primarie di emissione di inquinanti dai centri abitati sono quindi da incoraggiare, parallelamente ad azioni mirate a ridurre il numero dei veicoli circolanti e il loro miglioramento in termini di qualità.

Si inserisce in questo contesto il completamento della Variante di Mondovì. Infatti, in merito alla salute pubblica, il centro abitato di Mondovì è, allo stato attuale, condizionato da un inquinamento atmosferico derivante dal traffico veicolare della S.S.28 che attraversa il paese di Mondovì ed in cui si interseca con la S.P. 5. Dopo la realizzazione dell'opera il traffico verrà in gran parte dirottato sulla nuova tangenziale oramai completata, evitando il passaggio per il centro abitato di Mondovì o per altri centri abitati. Anche per l'inquinamento atmosferico le aree maggiormente sensibili sono quelle a ridosso dell'ambito della nuova infrastruttura stradale. Emissioni in atmosfera, ma a carattere temporaneo, sono prodotte anche dalle attività di cantiere.

8.1 IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

Gli impatti sulla salute pubblica riconducibili a problemi di natura acustica, in fase costruttiva sono riscontrabili principalmente in corrispondenza delle aree di cantiere, dove avvengono le principali lavorazioni.

Nell'ambito dello Studio acustico allegato al presente Studio di Impatto Ambientale è stato valutato il rumore di cantiere causato dall'utilizzo di macchine da cantiere, dall'impianto di frantumazione, dallo svolgimento di lavorazioni e mezzi di trasporto all'interno dell'area di cantiere, evidenziando il superamento dei limiti di zona.

Sono stati identificati gli opportuni accorgimenti e le azioni necessarie al contenimento del rumore, descritte al paragrafo successivo. L'applicazione degli interventi mitigativi e preventivi riconduce i livelli in facciata entro il limite di 70 dBA concesso in deroga ai limiti acustici per le attività temporanee, ai sensi dell'art. 9 della L.R 25/10/2000, n.52.

Gli impatti sulla salute pubblica riconducibili all'inquinamento atmosferico in fase costruttiva derivano principalmente dalle emissioni polverose.

Per valutare l'impatto della polverosità di cantiere sono stati considerati i quattro cantieri previsti e le attività in essi presenti. Le fonti di emissione considerate sono:

- Traffico dei mezzi su piste non pavimentate
- Carico/scarico dei terreni
- Attività di movimentazione del terreno (scavo/rinterro)
- Impianto di frantumazione inerti

È stata simulata la dispersione in atmosfera dei principali macroinquinanti: polveri sottili (PM10) e polveri fini (PM2,5), da cui emerge che i valori risultano inferiori al limite normativo previsto ed il recettore sensibile a Rione Borgato non risulta interessato dalle polveri della fase di cantiere.

8.2 PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

Per quanto riguarda l'inquinamento acustico, durante le fasi di cantiere si dovranno attuare misure preventive, organizzative e di mitigazione. Le imprese costruttrici ovvero il committente dovrà provvedere alla richiesta di autorizzazione in deroga ai limiti acustici per le attività temporanee, in aderenza con quanto disposto dall'attuale Regolamento per le attività rumorose del Comune di Mondovì.

Di seguito sono riportati in sintesi le azioni necessarie al contenimento del rumore durante la realizzazione delle opere. Per tutti i cantieri sarà necessaria l'autorizzazione in deroga e che prevedono limiti ai ricettori pari a 70 dB(A) inteso come livello equivalente.

- Area di cantiere di base: nessuna ulteriore misura; non si prevedono superamenti dei limiti richiesti in deroga presso i ricettori (70 dBA).
- Cantiere operativo 1: si prevede l'installazione di barriere acustiche in direzione del ricettore R019 poiché secondo i calcoli previsionali risulta non rispettato il limite concesso in deroga. Le barriere

consistono in pannelli aventi una certificazione acustica con valori di R_w non inferiore a 15 dB (massa sufficiente per garantire una attenuazione sonora efficace, proprietà superficiali di fono assorbimento). A tal fine si propone un pannello di tipo multistrato in plastica di altezza 3 metri, come da capitolato ANAS (G.05.029.A "Barriera antirumore composta da pannelli in plastica – Fornitura e posa in opera del solo pannello").

- Cantiere operativo 2: viste le dimensioni delle aree di cantiere, l'altezza ai piani dei ricettori e la posizione reciproca delle sorgenti mobili, la predisposizione di barriere ai confini dell'area di lavoro non sortirebbe un sufficiente effetto mitigativo. Al fine di garantire il rispetto del limite di 70 dB concesso in deroga dal Comune, si dovranno adottare misura dirette alla sorgente come ad esempio la "caratterizzazione" dei componenti rumorosi nell'impianto di frantumazione ovvero l'uso di sistemi a basso impatto acustico o il riposizionamento della sorgente nell'area di cantiere in modo da poter essere adeguatamente schermato. Si ritiene inoltre che siano necessarie anche misure di tipo organizzativo per permettere la riduzione del suo funzionamento dalle ore 9:00 alle ore 18:00 con interruzione dalle ore 12:00 alle ore 15:00.
- Cantiere operativo 3: nessuna ulteriore misura; non si prevedono superamenti dei limiti richiesti in deroga presso i ricettori (70dBA).

Presso tutte le aree operative il crono-programma giornaliero dovrà privilegiare la concentrazione delle emissioni acustiche più gravose nei periodi centrali della mattina e del pomeriggio.

Infine per garantire livelli certi di impatto acustico si prevede di utilizzare attrezzature e macchinari con marcatura CE e aventi specifiche costruttive atte al contenimento del rumore.

Per quanto riguarda la polvere, il principale problema che si riscontra in fase di cantiere, sono previsti alcuni accorgimenti da adottare per limitarne gli impatti, quali la bagnatura delle strade non asfaltate, il coprire il carico dei mezzi che trasportano materiale pulverulento, il lavaggio delle ruote dei mezzi d'opera ed il porre la massima attenzione nella fase del carico/scarico, per esempio scegliendo dei luoghi lontani dai recettori o da aree sensibili.

Nella tabella seguente si riportano i risultati della valutazione degli impatti indotti rispetto alle matrici, tenendo in considerazione le misure di prevenzione e mitigazione previste.

Applicazione del metodo di Valutazione, relativa alla salute pubblica, nelle fasi di cantiere

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata del cantiere è superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità si considera medio-alta	0,75
Estensione (E)	Ambito Locale ($0,1 < E < 1,0$ km)	0,75
Pericolosità (H)	L'impatto presenta una pericolosità alta	1,00
<i>Danno ($D = L + V + E + H$)</i>		3,50
Probabilità (P)	Probabile	0,75
<i>Rischio ($R = P \times D$)</i>		2,625
Peso Ponderato ($K = N_i \times K_0$)	Impatto Negativo, a Lungo Termine, Rreversibile, di Bassa Intensità, ed interessa una risorsa Strategica.	-8
Impatto Ambientale ($I_A = R \times K$)	TRASCURABILE ($- 24 < I_A \leq 0$)	-21,00

8.3 IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

In riferimento alle analisi svolte per la Componente Rumore si evidenziano le seguenti conclusioni:

- le variazioni tra lo stato di esercizio al 2025 e lo stato attuale, riferita all'area studio, mostrano che lo scenario di progetto assorbirà pressoché completamente lo sviluppo della mobilità al 2025 (incremento dello 0,5% del tempo medio di ciascuno spostamento). Questo scenario si trova allineato con le previsioni dello studio del traffico.
- i risultati della simulazione dello stato Post Operam confermano le aspettative in coerenza con lo studio del traffico.
- nel lungo periodo (2045), invece, si osserva (ancora in aderenza con gli scenari trasportistici) un incremento dei livelli di pressione sonora anche se di modesta entità.
- le simulazioni e le analisi di dettaglio, indicano come le emissioni di rumore direttamente imputabili alle nuove infrastrutture, non producano in nessuno scenario (2025 o 2045) rilevanti contributi ai ricettori e che gli incrementi nel lungo periodo siano generati dalla crescita dei volumi di traffico sulle infrastrutture esistenti.

In fase di esercizio post operam l'inquinamento atmosferico è dovuto al traffico attratto/generato sulla nuova viabilità.

Nel capitolo "Atmosfera" è stata simulata la dispersione in atmosfera dei principali macroinquinanti: polveri sottili (PM10), polveri fini (PM2,5), monossido di carbonio (CO), biossido di azoto (NO2), ossidi di azoto totali (NOx) e benzene. Le simulazioni non mostrano superamenti dei limiti di legge ed incrementi valutabili come trascurabili.

8.4 PREVENZIONE E MITIGAZIONI IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

Dallo Studio acustico di progetto risulta che non sono necessari interventi mitigativi o barriere su nessuna delle nuove infrastrutture della variante di Mondovì per la fase di esercizio. Per quanto riguarda l'opera a rione Borgato, l'analisi degli incrementi generati dal riassetto dei volumi di traffico sulle facciate dei ricettori mostra incrementi significativi sugli edifici di Rione Borgato a filo strada o a distanze minime dalle sedi stradali. Per questo si ritiene sia adeguato prevedere quale misura mitigativa l'uso di asfalto fonoassorbente.

E' sufficiente infatti che un'automobile raggiunga anche solo la velocità di trenta chilometri orari per far sì che il rumore del rotolamento delle ruote sull'asfalto sovrasti quello del motore, per questo, la scelta dell'utilizzo di un materiale con la proprietà di abbassare l'inquinamento fonico potrà permettere anche un recupero di alcuni punti sui valori di rumore emessi dalle sorgenti stradali. Il più generale degli asfalti fonoassorbenti è il conglomerato drenante-fonoassorbente, un materiale molto poroso, prodotto grazie all'inserimento di particolari polimeri all'interno dell'impasto del bitume. Grazie alla sua caratteristica porosità è in grado di assorbire sia l'acqua piovana che le vibrazioni sonore. Un esempio di asfalto fonoassorbente è il Pavprene, un elastomero termoplastico a base di SSB (Stirene-Butadiene-Stirene). Alcuni studi proverebbero che la riduzione del rumore possa arrivare a 3dB.

L'uso dell'asfalto fonoassorbente per tutti i tratti nuovi e ricostruiti presso l'area di Rione Borgato, determinerà un beneficio immediato e, successivamente nel lungo periodo, permetterà una efficace mitigazione delle emissioni da rotolamento.

Per quanto riguarda l'inquinamento atmosferico, non sono previste misure di mitigazione da adottare in quanto non necessarie.

Ad ogni modo si segnala come l'introduzione agli imbocchi della galleria di un sistema efficace del controllo della velocità rappresenta un sistema utile per ridurre i livelli di inquinamento atmosferico nei recettori più prossimi.

Nella tabella seguente si riportano i risultati della valutazione degli impatti indotti rispetto alle matrici, tenendo in considerazione le misure di prevenzione e mitigazione previste.

Applicazione del metodo di Valutazione, alla salute pubblica nelle fasi di esercizio

Parametro	Elementi di Base della Valutazione	Punteggio Assegnato
Durata (L)	La durata di esercizio è superiore ad un anno.	1,00
Vulnerabilità (V)	La vulnerabilità si considera media	0,50
Estensione (E)	L'impatto si considera che possa avere una estensione in ambito locale	0,75
Pericolosità (H)	L'impatto presenta una pericolosità medio-alta	0,75
<i>Danno (D = L + V + E + H)</i>		3,00
Probabilità (P)	Probabile	0,75
<i>Rischio (R = P x D)</i>		2,25
Peso Ponderato (K = N _i x K ₀)	Impatto Negativo, a Lungo Termine, Reversibile, di Bassa Intensità, ed interessa una risorsa Strategica.	-8
Impatto Ambientale (I _A = R x K)	TRASCURABILE (- 24 < I_A ≤ 0)	-18,00

9 CONCLUSIONI E IMPATTI RESIDUI

Nel presente studio sono stati valutati gli impatti dell'opera sulle diverse matrici ambientali. Il progetto ha già valutato e incluso le opere di mitigazione, di cui si sono appunto valutati gli effetti. Di seguito vengono riassunti i principali risultati.

L'impatto residuo viene fornito secondo la seguente classificazione:

IMPATTO AMBIENTALE (IA)		VALUTAZIONE
$+90 < IA \leq +144$	A	ALTA VALENZA AMBIENTALE
$+54 < IA \leq +90$	B	BUONO
$+24 < IA \leq +54$	C	POSITIVO
$0 < IA \leq +24$	D	LIEVEMENTE FAVOREVOLE
$-24 < IA \leq 0$	E	TRASCURABILE
$-54 < IA \leq -24$	F	POCO SIGNIFICATIVO
$-90 < IA \leq -54$	G*	SIGNIFICATIVO*
$-144 < IA \leq -90$	H*	MOLTO SIGNIFICATIVO*

ATMOSFERA

PROGETTO	FASE DI CANTIERE					FASE DI ESERCIZIO				
	Fattori di pressione	Livello di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	Tipologia di Impatto	IMPATTO RESIDUO	Fattori di pressione	Livello di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	Tipologia di Impatto	IMPATTO RESIDUO
Opere di progetto: Asse principale e secondario	Traffico dei mezzi su piste non pavimentate Carico/scarico dei terreni Attività di movimentazione del terreno (scavo/rinterro) Impianto di frantumazione inerti Traffico mezzi pesanti	PARZIALMENTE MITIGABILE	Bagnatura delle strade non asfaltate Coprire il carico dei mezzi che trasportano materiale pulverulento Lavaggio ruote Porre la massima attenzione nella fase del carico/scarico Monitoraggio	Alterazione della qualità dell'aria	POCO SIGNIFICATIVO	Traffico veicolare	PARZIALMENTE MITIGABILE	Monitoraggio inquinanti Controllo velocità marcia agli imbocchi della galleria	Alterazione della qualità dell'aria	TRASCURABILE

AMBIENTE IDRICO

PROGETTO	FASE DI CANTIERE					FASE DI ESERCIZIO				
	Fattori di pressione	Livello di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	Tipologia di Impatto	IMPATTO RESIDUO	Fattori di pressione	Livello di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	Tipologia di Impatto	IMPATTO RESIDUO
Opere di progetto: Asse principale e secondario	Scavi e movimenti terra Realizzazione di attraversamenti dei corsi d'acqua Impermeabilizzazione di superfici attualmente a verde Fruizione dell'opera e transito dei mezzi	PARZIALMENTE MITIGABILE	Vasche prima pioggia e trattamento Sistema di fossi di guardia esterni alle aree di cantiere. Idoneo sistema di canalizzazione delle acque Gestione dei materiali e liquidi di risulta Stoccaggio dei rifiuti Piani manutenzione Gestione dei materiali e dei	Alterazione dei Regime idraulico delle Acque Superficiali	TRASCURABILE	Presenza delle pile in alveo Pavimentazione e quindi impermeabilizzazione Sbarramento dovuto a tratti in rilevato e tratti in trincea Spandimento accidentali diretti di inquinanti	PARZIALMENTE MITIGABILE	Interventi di protezione spondale e interventi a protezione delle pile Vasche di laminazione e trattamento con disoleatore Trincee drenanti e sistemi drenati	Alterazione dei Regime idraulico delle Acque Superficiali	POCO SIGNIFICATIVO
			Contaminazione delle Acque Superficiali	TRASCURABILE	Contaminazione delle Acque Superficiali	TRASCURABILE				

			liquidi di risulta Corretto stoccaggio rifiuti Impermeabilizza zione cantieri operativi Corretta gestione eventuali sversamenti contaminati						
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

SUOLO E SOTTOSUOLO

PROGETTO	FASE DI CANTIERE					FASE DI ESERCIZIO				
	Fattori di pressione	Livello di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	Tipologia di Impatto	IMPATTO RESIDUO	Fattori di pressione	Livello di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	Tipologia di Impatto	IMPATTO RESIDUO
Opere di progetto: Asse principale e secondario	Occupazione di suolo agricolo e forestale Scavi di sbancamento Scavi per la realizzazione della galleria Perforazioni per la realizzazione di pali per pile Perforazione per la realizzazione di paratie Dispersione delle acque meteoriche delle aree cantierate	PARZIALMENTE MITIGABILE	Gestione dei materiali e liquidi di risulta	Sottrazione di Suolo	TRASCURABILE	Trasformazione definitiva dell'uso del suolo Dispersione delle acque meteoriche in fase di esercizio di quelle di piattaforma. Transito dei mezzi	PARZIALMENTE MITIGABILE	Interventi di protezione spondale Vasche di laminazione e trattamento con disoleatore Sistemi di drenaggio	Contaminazione di Suolo, Sottosuolo	TRASCURABILE
			Corretto Stoccaggio dei rifiuti	Sottrazione di Sottosuolo	POCO SIGNIFICATIVO					
			Utilizzo di sistema di impermeabilizzazione dei cantieri operativi	Contaminazione di Suolo, Sottosuolo ed Acque Sotterranee	TRASCURABILE				Contaminazione di acque sotterranee	TRASCURABILE
			Idoneo sistema di canalizzazione delle acque Presidi idraulici per il trattamento delle acque Corretta gestione eventuali sversamenti contaminati Accantonamento e recupero del terreno vegetale di scotico per la realizzazione delle opere a verde	Alterazione delle condizioni morfologiche dei versanti	POCO SIGNIFICATIVO					

PATRIMONIO AGROALIMENTARE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI

PROGETTO	FASE DI CANTIERE					FASE DI ESERCIZIO				
	Fattori di pressione	Livello di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	Tipologia di Impatto	IMPATTO RESIDUO	Fattori di pressione	Livello di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	Tipologia di Impatto	IMPATTO RESIDUO
Opere di progetto: Asse principale e secondario	Produzione di polveri e la dispersione di frazione leggera	PARZIALMENTE MITIGABILE	Sospendere le lavorazioni più rumorose durante le ore crepuscolari Minimizzare la rimozione degli elementi lineari quali siepi e filari	Sottrazione/alterazione della componente vegetazione	POCO SIGNIFICATIVO	Produzione di polveri e la dispersione di frazione leggera Emissione di gas inquinanti Emissione di rumore	PARZIALMENTE MITIGABILE	Piantumazione di essenza arboree ed arbustive lungo il tracciato e nei pressi degli ingressi della galleria	Sottrazione/alterazione della componente vegetazione	POCO SIGNIFICATIVO
	Emissione di gas inquinanti Emissione di rumore Potenziale perdita di habitat Alterazione dello stato di conservazione dell'ittiofauna			Alterazione matrice fauna	POCO SIGNIFICATIVO				Alterazione matrice fauna	POCO SIGNIFICATIVO

RUMORE E VIBRAZIONI

PROGETTO	FASE DI CANTIERE					FASE DI ESERCIZIO				
	Fattori di pressione	Livello di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	Tipologia di Impatto	IMPATTO RESIDUO	Fattori di pressione	Livello di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	Tipologia di Impatto	IMPATTO RESIDUO
Opere di progetto: Asse principale e secondario	Mezzi d'opera Attività di cantiere	PARZIALMENTE MITIGABILE	Utilizzare attrezzature e macchinari con marcatura CE e aventi specifiche costruttive atte al contenimento del rumore	Alterazione del clima acustico	POCO SIGNIFICATIVO	Traffico veicolare	PARZIALMENTE MITIGABILE	Asfalto fonoassorbente	Alterazione del clima acustico	POCO SIGNIFICATIVO
			Concentrazione delle emissioni acustiche più gravose nei periodi centrali della mattina e del pomeriggio	Vibrazioni	POCO SIGNIFICATIVO			Regolare e tempestiva manutenzione e ripristino della regolarità stradale	Vibrazioni	TRASCURABILE
			L'installazione di barriere acustiche					La corretta posa in opera dei giunti dei viadotti, la loro periodica verifica e l'inserimento di membrane elastiche		
			Monitoraggio delle vibrazioni							

PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE

PROGETTO	FASE DI CANTIERE					FASE DI ESERCIZIO				
	Fattori di pressione	Livello di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	Tipologia di Impatto	IMPATTO RESIDUO	Fattori di pressione	Livello di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	Tipologia di Impatto	IMPATTO RESIDUO
Opere di progetto: Asse principale e secondario	Operazioni di sbancamento e movimenti di terra L'abbattimento di alberi, eliminazione di formazioni riparali	PARZIALMENTE MITIGABILE	Ripristino, alla conclusione degli interventi di realizzazione dell'opera, delle aree di cantiere	Modificazioni della morfologia/compartimenti vegetale	POCO SIGNIFICATIVO	Sbancamenti effettuati definitivi Modificazione dell'assetto percettivo, scenico e panoramico derivante dall'ingombro fisico di un nuovo intervento	PARZIALMENTE MITIGABILE	Opere di inserimento paesaggistico Mascheramento visivo delle opere connesse all'intervento Recupero del paesaggio vegetale Ricostruzione dell'ecomosaico Recupero estetico di spazi interclusi Piantumazioni essenze arboree arbustive Opere di miglioramento forestale Inerbimento delle scarpate	Alterazione del paesaggio	POCO SIGNIFICATIVO

SALUTE PUBBLICA

PROGETTO	FASE DI CANTIERE					FASE DI ESERCIZIO				
	Fattori di pressione	Livello di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	Tipologia di Impatto	IMPATTO RESIDUO	Fattori di pressione	Livello di mitigabilità	Azioni/misure di mitigazione	Tipologia di Impatto	IMPATTO RESIDUO
Opere di progetto: Asse principale e secondario	Inquinamento acustico ed atmosferico da attività di cantiere	PARZIALMENTE MITIGABILE	Quelle previste per la matrice atmosfera e rumore	Rischi per la salute pubblica	TRASCURABILE	Inquinamento acustico ed atmosferico da traffico veicolare	PARZIALMENTE MITIGABILE	Quelle previste per la matrice atmosfera e rumore	Rischi per la salute pubblica	TRASCURABILE

10 BIBLIOGRAFIA E FONTI UTILIZZATE

- APAT (2003), "La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria"
- Bendoricchio G., Jorgensen S.E., (2003), "Fundamentals of Ecological Modelling", Elsevier
- Concelli C., et al., (2006) "Fluidodinamica ambientale -Turbolenza e dispersione"
- Earth Tech Inc., (2000), "A user's guide for the CALMET meteorological model"
- Earth Tech Inc., (2000), "A user's guide for the CALPUFF dispersion model"
- EMEP/EEA, (2009) "Air pollutant emission inventory guidebook"
- EMEP (2009). "Persistent Organic Pollutants (POPs) in the Environment"
- Gambolati G., (1997), "Lezioni di metodi numerici", Cortina
- Giarola S. (2003), "WinDimula 2.0: descrizione delle equazioni utilizzate nel modello"
- Hanna, Briggs, Hosker, (1982), "Handbook on Atmospheric Diffusion"
- Milton R. et al., (1995), "Fundamentals of Stack Gas Dispersion"
- National Institute of water and atmospheric research of NZ, (2004) "Good practice guide for atmospheric dispersion modelling"
- Panofsky H. A. et al., (1984) "Atmospheric Turbulence: Models and Methods for Engineering applications"
- Pasquill F. (1974) "Atmospheric Diffusion", Wiley and Sons
- Schnelle (1979), "The Engineers Guide to air pollution Meteorology"
- Seinfeld J. L., (1986) "Atmospheric Chemistry and the Physics of Air Pollution"
- State of California – Department of transportation – Division of new technology and research, (1986), "CALINE4 – A dispersion model for predicting air pollution concentrations near roadways"
- US-EPA, (2001) "AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors"
- US-EPA, (1985) "Guideline for determination of good engineering practice stack height"
- US-EPA, (1998) "Guideline on air quality models"
- US-EPA, (1995) "User's Guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models – Description of Model Algorithms"
- WHO (2000) "Air quality guidelines for Europe".
- (1972) Bulletin of American Meteorology Society, vol.18
- Hydrologic Modelling System HEC-HMS, Technical reference manual; U.S. Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center; Year 2000.
- River Analysis System HEC-RAS, Technical reference manual; U.S. Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center; Year 2002.
- Meccanica dei fluidi, Enrico Marchi e Antonello Rubatta, UTET.
- Technical Report 55; Soil Armanini A., Principi di Idraulica Fluviale, Cosenza: Editoriale Bios, 1999;Conservation Service (SCS).
- Armanini A., Principi di Idraulica Fluviale, Cosenza: Editoriale Bios, 1999.
- LE CARTE DELLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI ALL'INQUINAMENTO Teoria e Pratica – Massimo Civita - Pitagora Editrice Bologna - 1994
- PEDOLOGIA - Andrea Giordano – UTET - 1999

- MANUALE PER LE INDAGINI AMBIENTALI IN SITI CONTAMINATI – AA.V.V.- in APAT Manuali e Linee Guida 43/2006 – a cura dell’Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per i Servizi Tecnici - Ministero dell’Ambiente - Roma
- PROVE GEIOTECNICHE IN SITO (3a edizione) – Ferruccio Cestari – Edizioni Geo-Graph Segrate - 2005
- LA SISTEMAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI – Vito Ferro – Mc Graw-Hill – 2002
- FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN (5th edition) – J. E. Bowles – Mc Graw – Hill 1997
- AMENDOLA G., ANTONELLI A., ARCHIBUGI F., BARBERO G., BEATO F., BISOGNO P., CORIGLIANO E., FIENGO G., KARRER F., MAGGI M., MARINI R., MARTINELLI F., PALAZZO A., RYDZY J., SARTORI S., STATERA G., WILDE V.L., (1991), “La valutazione di impatto ambientale – Un approccio integrato” a cura di Fulvio Beato, Franco Angeli S.r.l., Milano.
- BASSO F. (1995), “Difesa del suolo e tutela dell’ambiente”, Pitagora Editrice Bologna.
- GISOTTI G., BRUSCHI S. (1990), “Valutare l’ambiente – Guida agli studi di impatto ambientale” La Nuova Italia Scientifica, Roma.
- GUIDA ALLA FAUNA D’INTERESSE COMUNITARIO DIRETTIVA HABITAT 92/43/CEE. Ministero dell’ Ambiente e della Tutela del Territorio - Direzione per la Protezione della Natura
- Spagnesi M., L. Serra (a cura di), 2003 – “Uccelli d’Italia”. Quad. Cons. Natura, 16, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica.
- Rossi W., 2002 – “Orchidee d’Italia. Quaderni di Conservazione della Natura”, 15. Min. Ambiente e della Tutela del Territorio - Istituto Nazionale Fauna Selvatica;
- L.Susmel, 1997 – “Principi di Ecologia”, ed. CLEUP;
- R. Vismara, “Ecologia applicata”, ed. Hoelpli;
- R. Cossu, “Fenomeni d’inquinamento delle acque”, 1998 ed. Image Padova;
- Ghetti, “Idraulica”, 1985 ed. Cortina;
- G. Bendoricchio, “Fundamentals of Ecological modelling”, 2003 ed. Elsevier
- Provincia di Milano LINEE GUIDA PER INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA LUNGO I CORSI D’ACQUA Ed Guerini ed Associati
- Provincia Autonoma di Trento – Arpa- MACROINVERTEBRATI DEI CORSI D’ACQUA ITALIANI
- Parco Ticino I FIORI Fabbri Editori
- Parco Ticino GLI UCCELLI Fabbri Editori
- Parco Ticino LA FLORA ACQUATICA Fabbri Editori
- Parco Ticino I MAMMIFERI Fabbri Editori
- Parco Ticino GLI ALBERI Fabbri Editori
- APAT, IRSA-CNR, 2003. Metodi analitici per le acque. Volume 3, Sezioni 6000-7000-8000-9000. Agenzia Nazionale per la Protezione dell’Ambiente e per i Servizi Tecnici, Roma
- D.P.C.M. 01/03/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" (G.U. n.57 dell'8/3/1991)
- Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" (G.U. Suppl. Ordin. n° 254 del 30/10/1995)
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore (G.U. n° 280 del 01/12/1997)

- D.M.A. 16 marzo 1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico (G.U. n. 76 del 01/04/1998)
- D.P.R. n. 459 -18 Novembre 1998 -Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario (G.U. 4/1/1999, n. 2)
- Circolare 6 Settembre 2004- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.(G.U. n. 217 del 15-9-2004)
- D.P.R. 30 Marzo 2004 , n. 142 Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447.(GU n. 127 del 1-6-2004)
- D.Lgs. 19/08/05 n° 194 Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. (G.U. n. 222 del 23-9-2005)
- AA.VV.(1997)- "Dossier. La V.I.A. in Italia: stato dell'arte e prospettive", Genio Rurale n°371997
- Amendola G., Antonelli A., Archibugi F., Barbero G., Beato F., Bisogno P., Corigliano E., Fiengo G., Karrer F., Maggi M., Marini R., Martinelli F., Palazzo A., Rydzy J., Sartori S., Statera G., Wilde V.L., (1991), "La valutazione di impatto ambientale. Un approccio integrato" a cura di Fulvio Beato, Franco Angeli S.r.l., Milano
- Bonomi, Il distretto del piacere, Torino, 2000;
- Bacci M., Nardini A. (2000) – “Dalla Valutazione di Impatto Ambientale alla Valutazione Integrata Partecipativa” Edizioni Cantagalli, Siena.
- Bacci M., Nardini A. (2000) – “Dalla Valutazione di Impatto Ambientale alla Valutazione Integrata Partecipativa” Edizioni Cantagalli, Siena.
- Bazzani G., Grillenzoni M., Malagoli C., Ragazzoni A. (1993) – “Valutazione delle Risorse Ambientali”, Edagricole, Bologna.
- Bonfanti P., Sigura M.:(1996), "Analisi del paesaggio rurale: un caso di studio." Agrigusiness Management & Ambiente, 1
- Cardora P. (1994) "Indirizzi metodologici nell'analisi e nella valutazione della qualità visiva del paesaggio", Genio Rurale, n.7-8, Edagricole, Bologna
- Falini P. Ciardini F. (1985), "La qualità visiva del paesaggio: metodi e tecniche di valutazione", Agricoltura Ambiente, gennaio, Roma
- Farina A. (1993), "L'ecologia dei sistemi ambientali". Cleup Editrice, Padova
- Gisotti G.(1987), "Principi di geopedologia", Calderini, Bologna
- Gisotti G., Bruschi S. (1990) "Valutare l'ambiente. Guida agli studi di impatto ambientale" La Nuova Italia Scientifica, Roma.
- Ingegnoli V.(1980) "Ecologia e progettazione" ed. Cusi, Milano