

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 Renzo – 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

08.04 – Sintesi non tecnica : Relazione

CODICE PROGETTO

DPT00008D16

NOME FILE

08.01_T00_IA04_AMB_RE01_D

PROGR. ELAB.

08.01

REV.

D

SCALA:

–

CODICE
ELAB.

T00IA04AMBRE01

D	ISTRUTTORIA CSLPP e VIA	Apr. 2021	Technital	Piccoli	Piccoli	Piccoli
C						
B	ISTRUTTORIA ANAS	Mag. 2020	Technital	Piccoli	Piccoli	Piccoli
A	EMISSIONE	Mar. 2020	Technital	Piccoli	Piccoli	Piccoli
REV.	DESCRIZIONE	DATA	SOCIETA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	1
2	LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO	2
2.1	COERENZA CON GLI OBIETTIVI DI PIANO	3
3	LE MOTIVAZIONI ALLA BASE DELL'INIZIATIVA: OBIETTIVI E CRITICITÀ.....	11
3.1	OBIETTIVI E CRITICITÀ SOTTO IL PROFILO TECNICO	11
3.2	OBIETTIVI E CRITICITÀ SOTTO IL PROFILO AMBIENTALE	13
3.3	IL TRAFFICO ATTESO DI PROGETTO	15
4	L'ANALISI DELLE ALTERNATIVE.....	19
4.1	L'OPZIONE ZERO	21
4.2	ASSE PRINCIPALE - ALTERNATIVE	23
4.2.1	L'ALTERNATIVA 1 – tracciato del progetto preliminare.....	23
4.2.2	L'ALTERNATIVA 2 – variante nord.....	25
4.2.3	L'ALTERNATIVA 3 – variante sud	26
4.3	ASSE SECONDARIO - COLLEGAMENTO RIONE BORGATO.....	27
4.4	LA METODOLOGIA DI CONFRONTO.....	33
4.5	IL CONFRONTO TRA LE ALTERNATIVE: ELABORAZIONE E CALCOLO	35
4.5.1	ASSE PRINCIPALE.....	35
4.5.2	ASSE SECONDARIO.....	49
4.6	LA MIGLIORE RISPONDEZZA AGLI OBIETTIVI – SCELTA DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO.....	58
5	LA SOLUZIONE DI PROGETTO	59
5.1	IL TRACCIATO DI PROGETTO.....	59
5.1.1	ASSE PRINCIPALE.....	59
5.1.2	ASSE SECONDARIO.....	62
5.2	OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI.....	63
5.2.1	VIADOTTO ELLERO.....	63
5.2.2	VIADOTTO ERMENA	67
5.3	OPERE D'ARTE MAGGIORI: GALLERIA	68

5.3.1	GALLERIA NATURALE	68
5.4	OPERE D'ARTE MINORI.....	69
5.4.1	GALLERIA ARTIFICIALE	69
5.5	CANTIERIZZAZIONE.....	69
5.6	CRONOPROGRAMMA E FASI REALIZZATIVE	72
6	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI, PREVENZIONE E MITIGAZIONE	74
6.1	ATMOSFERA.....	74
6.1.1	Impatti in fase di cantiere	76
6.1.2	Prevenzione e mitigazioni impatti in fase di cantiere	79
6.1.3	Impatti in fase di esercizio	79
6.1.4	Prevenzione e mitigazioni impatti in fase di esercizio	81
6.2	AMBIENTE IDRICO	82
6.2.1	Impatti in fase di cantiere	83
6.2.2	Prevenzione e mitigazioni impatti in fase di cantiere	84
6.2.3	Impatti in fase di esercizio	85
6.2.4	Prevenzione e mitigazioni impatti in fase di esercizio	86
6.3	SUOLO E SOTTOSUOLO.....	88
6.3.1	Impatti in fase di cantiere	89
6.3.2	Prevenzione e mitigazioni impatti in fase di cantiere	91
6.3.3	Impatti in fase di esercizio	93
6.3.4	Prevenzione e mitigazioni impatti in fase di esercizio	93
6.4	PATRIMONIO AGROALIMENTARE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI	94
6.4.1	Impatti in fase di cantiere	95
6.4.2	Prevenzione e mitigazioni impatti in fase di cantiere	96
6.4.3	Impatti in fase di esercizio	96
6.4.4	Prevenzione e mitigazioni impatti in fase di esercizio	97
6.5	RUMORE E VIBRAZIONI	116
6.5.1	Impatti rumore in fase di cantiere	118
6.5.2	Prevenzione e mitigazioni impatti rumore in fase di cantiere	119
6.5.3	Impatti rumore in fase di esercizio	120
6.5.4	Prevenzione e mitigazioni impatti rumore in fase di esercizio	121
6.5.5	Impatti vibrazioni in fase di cantiere	121
6.5.6	Prevenzione e mitigazioni vibrazioni in fase di cantiere	122
6.5.7	Impatti vibrazioni in fase di esercizio.....	122
6.5.8	Prevenzione e mitigazioni vibrazioni in fase di esercizio	122
6.6	PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE.....	124

6.6.1	Analisi della qualità percettiva.....	127
6.6.2	Impatti in fase di cantiere	136
6.6.3	Prevenzione e mitigazioni impatti in fase di cantiere	137
6.6.4	Impatti in fase di esercizio	139
6.6.5	Prevenzione e mitigazioni impatti in fase di esercizio	141
6.6.7	Fotosimulazioni.....	156
6.7	SALUTE PUBBLICA	168
6.7.1	Impatti in fase di cantiere	168
6.7.2	Prevenzione e mitigazioni impatti in fase di cantiere	168
6.7.3	Impatti in fase di esercizio	169
6.7.4	Prevenzione e mitigazioni impatti in fase di esercizio	170
6.8	CONCLUSIONI E IMPATTI RESIDUI.....	171
7	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	181
8	BIBLIOGRAFIA E FONTI UTILIZZATE	187

1 PREMESSA

Il presente Studio di Impatto Ambientale (di seguito SIA) è relativo al progetto definitivo "S.S. 28 del Colle di Nava Lavori di realizzazione della Tangenziale di Mondovì con collegamento alla S.S. 28 Dir - 564 ed al casello A6 "Torino-Savona" - III Lotto (Variante di Mondovì)" nel Comune di Mondovì, Provincia di Cuneo ed è redatto ai sensi del Decreto Legislativo 16 giugno 2017 n. 104 "Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114".

La nuova tangenziale di Mondovì (Cuneo) rientra nel piano di riordino del sistema viario del Piemonte Sud Occidentale. La circonvallazione si svilupperà interamente nel territorio comunale di Mondovì e drainerà il flusso di traffico proveniente dal quadrante Sud-Est collegando la S.S. 28, la S.P. 5 e la S.S. 564 con l'Autostrada A6 Torino-Savona presso lo svincolo di Mondovì.

La progettazione e realizzazione della suddetta arteria stradale è stata suddivisa in 3 lotti funzionali, Figura 1.1, dei quali i primi due sono stati già completati e pienamente operativi, mentre il terzo è oggetto della presente progettazione.

Il lotto n° 3 di cui al presente Progetto Definitivo è lungo 2.667 m circa e, con una direzione sostanzialmente Ovest-Est, assicura a Sud del centro abitato il collegamento fra la S.P. 5 Villanova – Mondovì e la S.S. 28 del Colle di Nava.

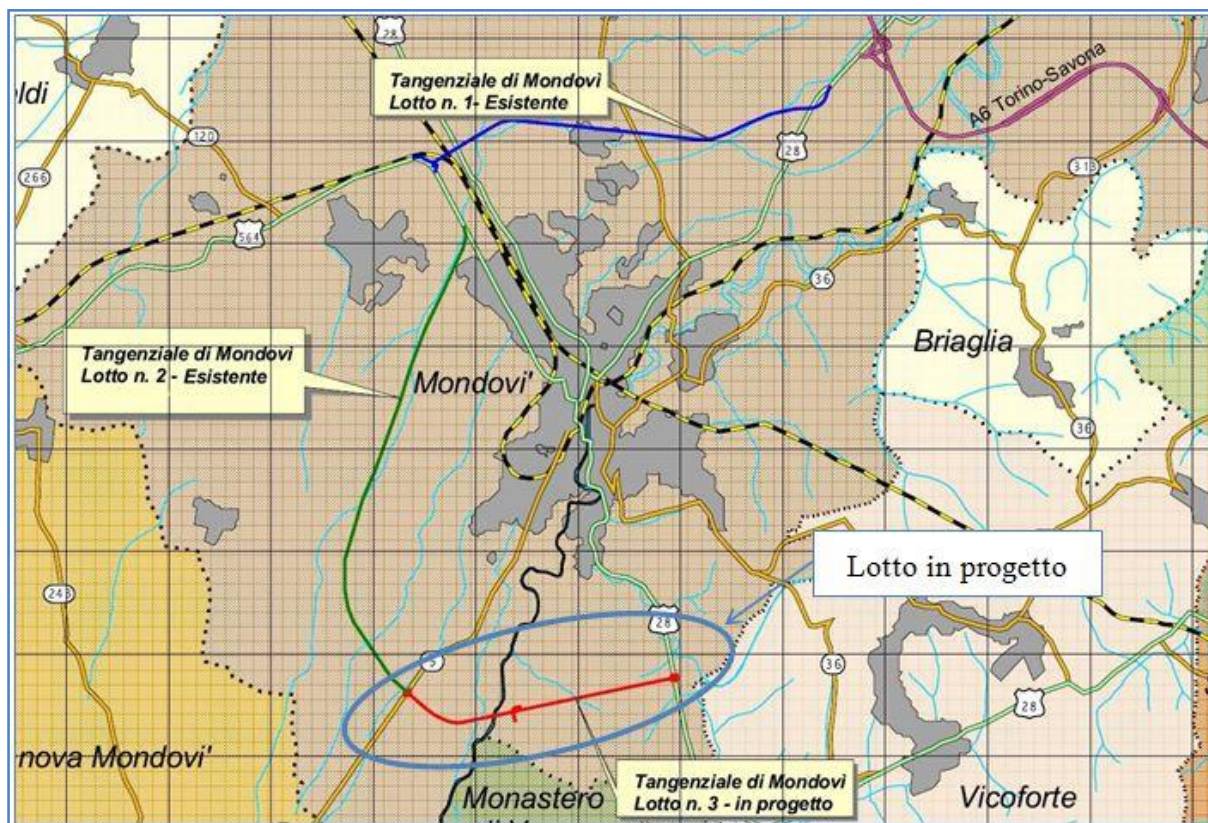


Figura 1.1 Tangenziale di Mondovì. Inquadramento geografico a grande scala

2 LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

Il tracciato della variante in esame si sviluppa interamente all'interno del territorio del Comune di Mondovì, a sud del centro abitato di Mondovì.

Come già anticipato, il tracciato in esame rappresenta il 3° lotto della cosiddetta circonvallazione di Mondovì ed andrà a collegare la S.P. 5 e la S.S. 704 (2° lotto della variante) con la S.S. 28, con andamento come indicato in maniera indicativa nella figura sottostante.

Il torrente Ellero viene completamente scavalcato con un viadotto e successivamente la collina monregalese di S. Lorenzo viene attraversata con una galleria. L'innesto sulla S.S. 28 avverrà con uno svincolo a rotatoria.

Il progetto nel suo complesso prevede più a nord anche la realizzazione di un ponte sul t. Ermena di collegamento fra la S.S. 28 ed il rione Borgato.

Di seguito si riporta un inquadramento del tracciato viario in esame e l'ubicazione dell'opera di collegamento fra la S.S. 28 e rione Borgato.

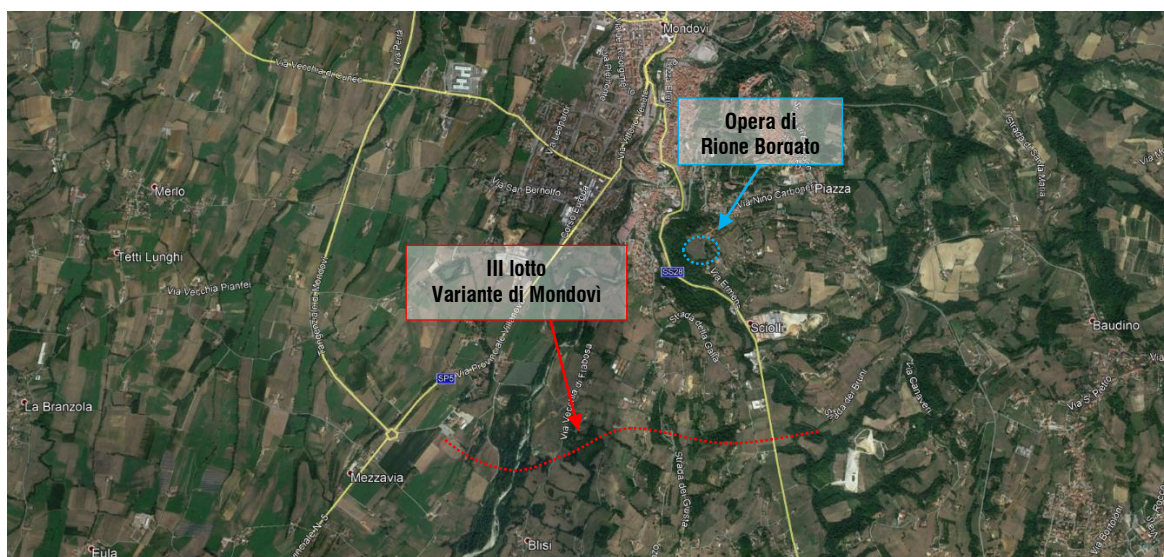


Figura 2.1 Inquadramento su ortofoto delle opere di progetto

2.1 COERENZA CON GLI OBIETTIVI DI PIANO

Nello Studio di Impatto Ambientale è stata valutata la coerenza delle opere di progetto con gli strumenti programmatici ed urbanistici di livello comunale e sovracomunale.

Nel dettaglio sono stati considerati i seguenti piani:

- Piano Territoriale Regionale (P.T.R.) della Regione Piemonte
- Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.) della Regione Piemonte
- Piano Regionale Mobilità e Trasporti
- Piano Forestale Regionale 2017-2027 della Regione Piemonte
- Piano Forestale Territoriale (P.F.T.)
- Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.)
- Piano Regionale di Qualità dell'Aria (P.R.Q.A.)
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino distrettuale del Fiume Po
- Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (P.G.R.A.) del Bacino distrettuale del Fiume Po
- Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Cuneo
- Piano Regolatore Generale del Comune di Mondovì

Dopo aver analizzato i piani territoriali e settoriali a diverso livello, di seguito si valuta la coerenza del progetto in esame con tali piani.

Al fine di sintetizzare e verificare la coerenza del progetto con i Piani sovraordinati analizzati, viene utilizzata una tabella con la valutazione del livello di interazione che utilizza la seguente simbologia:

LEGENDA COLORI	LIVELLO DI COERENZA	DEFINIZIONE
	ALTO	Il progetto analizzato è in linea con le previsioni ed indicazioni del piano sovraordinato di riferimento. Non vi sono prescrizioni o vincoli da rispettare
	MEDIO	Il progetto analizzato è SOSTANZIALMENTE in linea con le previsioni ed indicazioni del piano sovraordinato di riferimento ma vi sono prescrizioni o vincoli da rispettare
	BASSO	Il progetto analizzato NON è in linea con le previsioni ed indicazioni del piano sovraordinato di riferimento

PIANO SOVRAORDINATO	LIVELLO DI COERENZA	VALUTAZIONE
Piano Territoriale Regionale (P.T.R.) della Regione Piemonte		Il progetto in esame si inserisce nell'ambito dell'ammodernamento del sistema viario del Piemonte sud occidentale, per un più rapido ed agevole collegamento di questa regione con il sistema portuale ligure a Sud. Ciò si può inquadrare nell'obiettivo della "riorganizzazione della rete territoriale dei trasporti, della mobilità e delle relative infrastrutture", ed in particolare si può inquadrare nell'obiettivo specifico "Sviluppo equilibrato di una rete di comunicazioni stradali, autostradali e ferroviarie che assicuri le connessioni interne". Il progetto risulta coerente con gli obiettivi di piano.
Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.) della Regione Piemonte		La tavola <i>P4.22 Componenti Paesaggistiche. Monregalese</i> classifica il territorio attraversato dal progetto in esame come <i>aree rurali di pianura o collina (art. 40) m.i.10</i>. Il tracciato, inoltre, attraversa in minima parte territori a <i>prevalente copertura boscata (art. 16)</i> e <i>zona fluviale allargata ed interna (art. 14)</i> in corrispondenza del previsto viadotto sul t. Ellero. L'opera a Rione Borgato ricade anch'essa in <i>zona fluviale allargata ed interna (art. 14)</i> ed in <i>insediamenti specialistici organizzati (Art. 37)</i>. <u>Art. 14 Sistema idrografico</u> (...) Prescrizioni [11]. All'interno delle zone fluviali "interne", ferme restando le prescrizioni del PAI, nonché le indicazioni derivanti dagli altri strumenti della pianificazione e programmazione di bacino per quanto non attiene alla tutela del paesaggio, valgono le seguenti prescrizioni: a. le eventuali trasformazioni devono garantire la conservazione dei complessi vegetazionali naturali caratterizzanti il corso d'acqua, anche mediante misure mitigative e compensative atte alla ricostituzione della continuità ambientale del fiume e al miglioramento delle sue caratteristiche paesaggistiche e naturalistico-ecologiche, tenendo conto altresì degli indirizzi predisposti dall'Autorità di bacino del Po in attuazione del PAI e di quelli contenuti nella Direttiva Quadro Acque e nella Direttiva Alluvioni; Il progetto prevede un idoneo progetto delle opere di mitigazione a verde, in particolare nella fascia riparia del t. Ellero in cui è prevista la piantumazione di essenze arboree in sostituzione ed ampliamento di quelle che verranno asportate per la realizzazione

		del viadotto. <u>Art. 16. Territori coperti da foreste e da boschi</u> <i>Prescrizioni</i> [11]. I boschi identificati come habitat d'interesse comunitario a sensi della Direttiva 92/43/CEE e che sono ubicati all'interno dei confini dei siti che fanno parte della Rete Natura 2000 costituiscono ambiti di particolare interesse e rilievo paesaggistico; all'interno di tali ambiti fino all'approvazione dei piani di gestione o delle misure di conservazione sito-specifiche si applicano le disposizioni di cui alle "Misure di conservazione per la tutela dei siti della Rete Natura 2000 in Piemonte" deliberate dalla Giunta regionale. [12]. Nei territori di cui al comma 1 gli interventi che comportino la trasformazione delle superfici boscate devono privilegiare soluzioni che consentano un basso impatto visivo sull'immagine complessiva del paesaggio e la conservazione dei valori storico-culturali ed estetico-percettivi del contesto, tenendo conto anche della funzione di intervallo fra le colture agrarie e di contrasto all'omogeneizzazione del paesaggio rurale di pianura e di collina. [13]. Nei territori di cui al comma 1, fatto salvo quanto previsto al comma 11 del presente articolo, per la gestione delle superfici forestali si applicano le disposizioni e gli strumenti di pianificazione di cui alla l.r. 4/2009 e i relativi provvedimenti attuativi. Il progetto non ricade in aree della Rete Natura 2000 e, secondo quanto indicato dalla relazione paesaggistica di progetto e dalla tavola relativa alle opere a verde, è prevista la piantumazione di idonee essenze arboree anche nella fascia riparia, in sostituzione delle essenze che saranno tagliate per la realizzazione del viadotto.
Piano Regionale Mobilità e Trasporti		Il progetto in esame costituisce l'ultimo lotto del progetto della circonvallazione di Mondovì, in cui i primi due lotti sono già stati realizzati e sono in funzione. Tale progetto rappresenta dunque il completamento di un'opera già prevista nell'ambito del più ampio riordino del sistema viario del Piemonte Sud Occidentale. In tale occasione è stata accertata la necessità di provvedere al suo ammodernamento, per un più rapido ed agevole collegamento di questa regione con il sistema portuale ligure a Sud. Già in fase preliminare è stata evidenziata l'importanza della S.S. 28 "del Col di Nava", che partendo dall'incrocio con la S.S. 20 nei pressi di Genola, si congiunge con il sistema viario ligure attraverso il Colle di Nava ad Imperia ed il Colle di Cadibona a Savona.

		Nell'ambito delle priorità e dei provvedimenti di ammodernamento di tale arteria è apparso immediatamente evidente la necessità della realizzazione di una nuova circonvallazione dell'abitato di Mondovì. Attraverso tale circonvallazione, gran parte del traffico veicolare della provincia di Cuneo, potrà agevolmente raggiungere l'autostrada Torino-Savona, presso il casello di Mondovì, raccogliendo il traffico radiale verso l'abitato di ben cinque strade: • la S.S. 28 dir con il raccordo alla A6 Torino-Savona ed le S.P. di fondovalle Tanaro; • la S.S. 28 proveniente da Fossano; • la S.S. 564 "del Monregalese" proveniente da Cuneo; • la S.P. 5 proveniente da Villanova; • la S.S. 28 per Ceva – Imperia – Savona. Il restante arco di circonvallazione, che completerà il collegamento con la S.S. 28 a Sud della città, riveste una grande importanza a livello inter-comprensoriale come una nuova variante stradale e quindi come asse di assestamento delle vallate alpine e di collegamento con il sistema portuale ligure. Il progetto può dirsi coerente con le strategie previste dal Piano, in particolare in riferimento al miglioramento delle opportunità di spostamento di persone e merci ed all'aumento dell'efficienza economica del sistema, per esempio migliorando l'asse di collegamento con il sistema portuale ligure, con positive ripercussioni sul tessuto produttivo.
Piano Forestale Regionale 2017-2027 della Regione Piemonte - Piano Forestale Territoriale (P.F.T.)		La fascia riparia del t. Ellero nella <i>carta delle destinazioni funzionali prevalenti</i> è classificata con destinazione <i>produttiva-protettiva</i>. Questa destinazione, espressamente multifunzionale, è comprensiva dei boschi montani e collinari senza ruolo di protezione diretta e in stazioni non particolarmente vulnerabili ma soggetti al vincolo idrogeologico, dove è possibile effettuare una selvicoltura sostenibile mirata anche alla produzione legnosa senza comprometterne la stabilità. Trattandosi di fascia riparia fluviale, la destinazione prevalente risulta essere quella protettiva e, secondo quanto indicato dalla tavola delle opere a verde e dalla relazione paesaggistica di

		progetto, lo stesso risulta coerente con le indicazioni dei piani, in quanto per tale fascia si prevede la piantumazione di specie della stessa tipologia di quelle all'oggi presenti in sostituzione delle essenze arboree che saranno tagliate per la realizzazione del viadotto.
Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.)		Il Piano di Tutela delle Acque orienta la sua azione, come enunciato all'articolo 1 delle proprie Norme di Piano, verso <i>"la protezione e la valorizzazione del sistema idrico piemontese nell'ottica dello sviluppo sostenibile della comunità per il pieno raggiungimento degli obiettivi strategici dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite"</i>. Il Piano prevede nelle Norme di Attuazione degli indirizzi da rispettare al fine della prevenzione dei rischi ambientali. In particolare l'art. 27 delle norme di Attuazione riguarda le "acque meteoriche di dilavamento e di lavaggio delle aree esterne". Il progetto rispetta quanto indicato dalle norme di piano.
Piano Regionale di Qualità dell'Aria (P.R.Q.A.)		Per quanto riguarda il settore mobilità e trasporti, uno degli obiettivi del piano riguarda il superamento dell'esistente frammentazione delle infrastrutture tra i diversi modi trasporto. In quest'ottica, la variante di Mondovì nel suo complesso era stata prevista all'interno del più ampio programma di riordino e ammodernamento del sistema viario del Piemonte Sud Occidentale, il cui obiettivo è quello di un più rapido ed agevole collegamento con il sistema portuale ligure a Sud. Il completamento della variante risponde a tale obiettivo. Inoltre il completamento della variante di Mondovì consente di migliorare la fruibilità e l'efficienza dell'infrastruttura viaria locale, liberando il centro abitato dalla congestione del traffico e dalla relativa emissione di inquinanti derivanti dallo stesso.
Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino distrettuale del Fiume Po		Dalla consultazione del webgis dell'Autorità di Bacino del Fiume Po si ricava come il tracciato attraversi aree classificate come frana quiescente e frana attiva, ma tali aree non risultano interessare le zone d'imbocco delle gallerie né dal punto di vista planimetrico né altimetrico. L'art. 9 comma 2 delle Norme di Attuazione prevede quanto segue: <i>"2. Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle</i>

		aree Fa sono esclusivamente consentiti: (...) la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere." Il progetto dovrà essere conforme a quanto indicato dal suddetto articolo. Nella <i>Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica</i> di progetto, cui si rimanda per un'analisi di dettaglio, è stata valutata l'assenza di interferenza fra l'opera e la succitata frana cartografata come attiva dal PAI.
Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (P.G.R.A.) del Bacino distrettuale del Fiume Po		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. Tale area coincide con l'alveo fluviale, in cui sarà realizzato un viadotto. Il restante tracciato non intercetta alcuna area classificata a pericolosità o rischio di alluvione. In riferimento a quanto sopra, il progetto risulta coerente con gli obiettivi del piano.
Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Cuneo		Nella cartografia di Piano è indicato un tracciato preliminare ed indicativo della variante di Mondovì, classificato come viabilità primaria di progetto nella <i>Carta dei caratteri territoriali e paesistici</i> (C.t.p.) e come Asse di progetto di connessione interurbana nella <i>Carta degli indirizzi di governo del territorio</i> (I.g.t.). Si tratta di viabilità classificata nelle norme tecniche come "strade rosse". Nelle norme di piano all'art. 3.13 <i>Rete stradale</i>, per tale tipologia di strada il piano indica quanto segue: "Strade rosse: Viabilità primaria di integrazione interurbana da riqualificare e, localmente, completare in modo da estendere l'accessibilità territoriale alla rete dei poli integrativi di primo livello e alle polarità funzionali di rilievo territoriale, garantendo la migliore integrazione con i tessuti urbani interessati, anche attraverso la razionalizzazione della rete del trasporto pubblico locale e politiche di moderazione del traffico."

		In riferimento a quanto sopra, il progetto risulta coerente con gli obiettivi del piano.
Piano Regolatore Generale del Comune di Mondovì		Il Piano Regolatore Generale del Comune di Mondovì già prevede il completamento della variante di Mondovì, indicando anche il tracciato del progetto preliminare del III lotto della variante. Si ricorda che tale variante è stata oggetto di un'apposita variante di P.R.G., la n. 15 del Marzo '98, che ne aveva individuato un tracciato di massima ed il relativo andamento piano altimetrico. Il tracciato oggetto di valutazione presenta delle limitate differenze rispetto a quello indicato nel PRG, ma tali differenze derivano da necessità progettuali definite in sede di progetto definitivo oltre che dall'accoglimento delle richieste avanzate dallo stesso Comune di Mondovì; con nota prot. 22002 del 05.07.2018 il Comune ha richiesto una modifica progettuale che prevede la soppressione dello svincolo in destra idrografica del Fiume Ellero, e la realizzazione di un nuovo collegamento fra il rione Borgato ed il Km 31 della SS28 mediante un ponte ad unica campata sul torrente Ermena. Il progetto risulta coerente con gli obiettivi del piano.

SISTEMA DEI VINCOLI E DELLE TUTELE	LIVELLO DI COERENZA	VALUTAZIONE
Vincoli ambientali e paesaggistici		Parte del tracciato di progetto e il collegamento fra la S.S. 28 e Rione Borgato ricadono in vincolo paesaggistico per la presenza di corsi d'acqua vincolati. Il vincolo non preclude la possibilità di intervenire sul territorio, ma è stata predisposta una specifica Relazione Paesaggistica al fine di procedere all'acquisizione dell'autorizzazione paesaggistica. Con Deliberazione di Giunta Regionale n. 1-62 del 12/07/2019 vi è stata la "Dichiarazione di notevole interesse pubblico della fascia collinare del Rione Piazza di Mondovì (CN) ai sensi dell'articolo 136, comma 1, lett. c) e d) del D.lgs. 42/2004 recante "Codice dei beni culturali e del paesaggio".
Vincolo idrogeologico		Parte del tracciato di progetto e il collegamento fra la S.S. 28 e Rione Borgato ricadono in vincolo idrogeologico. Il vincolo non preclude la possibilità di intervenire sul territorio, ma subordina l'intervento all'ottenimento di una specifica Autorizzazione da parte dell'Autorità Competente.
Aree protette e Rete Natura 2000		Il tracciato in esame non attraversa aree della Rete Natura 2000 o Aree protette. Il progetto risulta coerente con gli obiettivi del piano.

3 LE MOTIVAZIONI ALLA BASE DELL'INIZIATIVA: OBIETTIVI E CRITICITÀ

3.1 OBIETTIVI E CRITICITÀ SOTTO IL PROFILO TECNICO

Il progetto in esame costituisce il progetto definitivo del III lotto della variante di Mondovì e si inserisce in un più ampio progetto concernente il riordino del sistema viario del Piemonte Sud Occidentale, in cui è stata accertata la necessità di provvedere al suo ammodernamento, per un più rapido ed agevole collegamento di questa regione con il sistema portuale ligure a Sud.

A livello di progetto preliminare è stata evidenziata l'importanza della S.S. 28 "del Col di Nava", che partendo dall'incrocio con la S.S. 20 nei pressi di Genola, si congiunge con il sistema viario ligure attraverso il Colle di Nava ad Imperia ed il Colle di Cadibona a Savona.

Nell'ambito delle priorità e dei provvedimenti di ammodernamento di tale arteria è apparso immediatamente evidente la necessità della realizzazione di una nuova circonvallazione dell'abitato di Mondovì.

Attraverso tale circonvallazione, gran parte del traffico veicolare della provincia di Cuneo, potrà agevolmente raggiungere l'autostrada Torino-Savona, presso il casello di Mondovì, raccogliendo il traffico radiale verso l'abitato di ben cinque strade:

- la S.S. 28 dir con il raccordo alla A6 Torino-Savona ed le S.P. di fondovalle Tanaro;
- la S.S. 28 proveniente da Fossano;
- la S.S. 564 "del Monregalese" proveniente da Cuneo;
- la S.P. 5 proveniente da Villanova;
- la S.S. 28 per Ceva – Imperia – Savona.

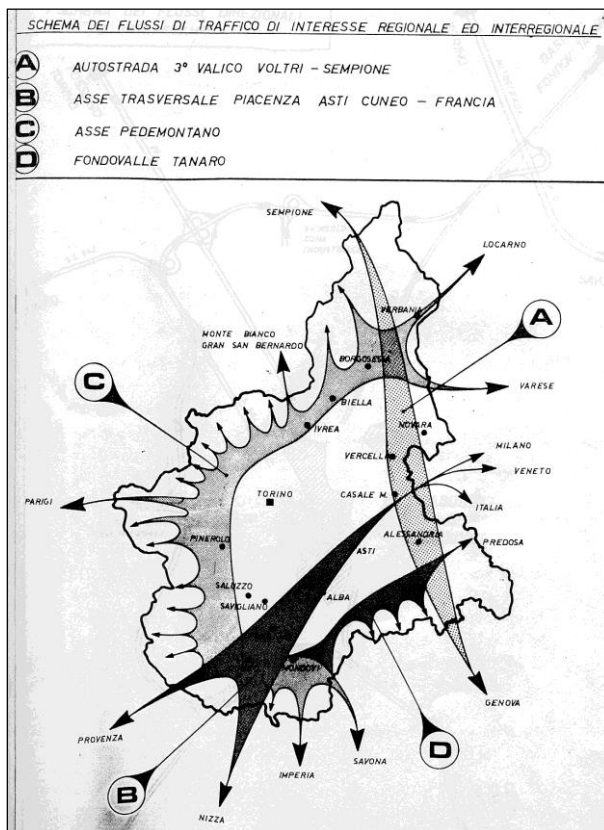


Figura 3.1 Schema dei Flussi di traffico

Il restante arco di circonvallazione, che completerà il collegamento con la S.S. 28 a Sud della città, riveste una grande importanza a livello inter-comprensoriale come una nuova variante stradale e quindi come asse di assestamento delle vallate alpine e di collegamento con il sistema portuale ligure.

La variante di Mondovì avvolgerà la zona abitata con un tracciato ad andamento semicircolare, nei settori Nord-Ovest-Sud del territorio comunale.

La circonvallazione è stata suddivisa in tre lotti funzionali, di cui i primi due già in funzione mentre il terzo ed ultimo lotto è l'oggetto del presente SIA.

Il tracciato del 3° lotto è stato già oggetto di un'apposita variante di P.R.G., la n. 15 del marzo '98, che ne aveva già previsto in modo preciso, seppur di massima, il tracciato e l'andamento piano-altimetrico.

Il 3° lotto della variante, congiungerà la S.P. Villanova-Mondovì con la S.S. 28 alla progressiva 32+900 a Sud dell'abitato di Mondovì. Il suo andamento ha una direzione sostanzialmente Ovest-Est.

La mancata esecuzione di tale lotto rispetto agli altri due risiede anche nel ritardo amministrativo conseguente alla necessità della redazione di una specifica variante di Piano Regolatore Generale per le mutate esigenze degli Enti Locali.

3.2 OBIETTIVI E CRITICITÀ SOTTO IL PROFILO AMBIENTALE

Sotto il profilo ambientale, l'obiettivo principale è realizzare un tracciato ed una infrastruttura che comporti il minor impatto sull'ambiente. Infatti per il viadotto Ellero, lo svincolo di Borgato, gli imbocchi della galleria San Lorenzo e l'uscita in rotatoria sulla S.S. 28 si sono privilegiate le scelte tipologiche che riducessero al minimo ogni tipo di conflittualità ambientale.

Le criticità sono state riscontrate in sede di progetto preliminare e sono correlate alla situazione di pericolo di frana in corrispondenza dell'opera, in particolare in corrispondenza di colle S. Lorenzo e dunque della galleria naturale. Il colle di S. Lorenzo risulta interessato da eventi di frana sia quiescente/inattiva che attiva.

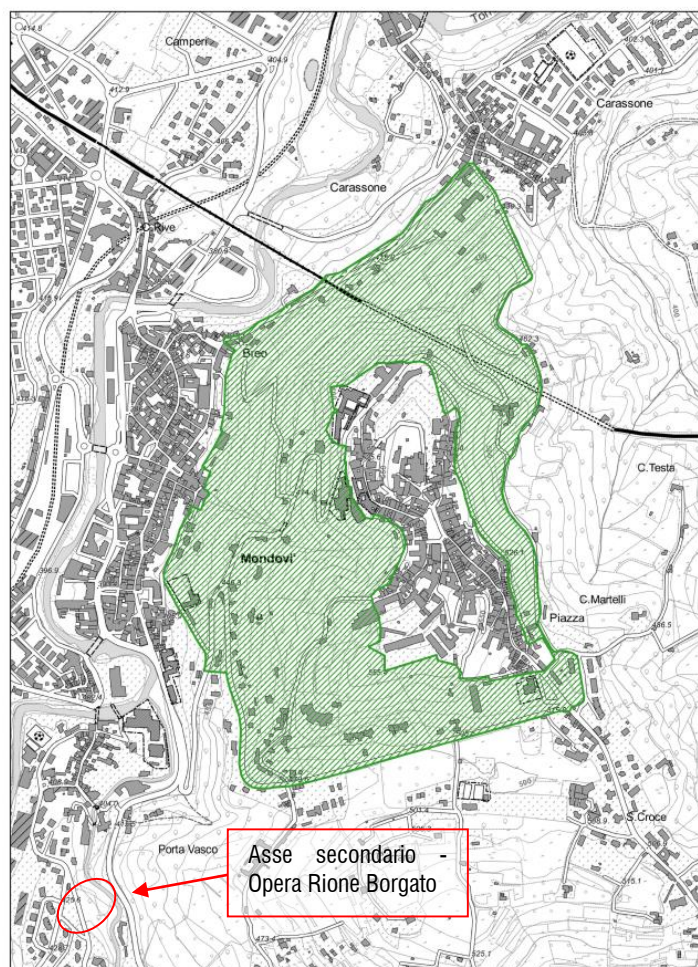
Sono stati eseguiti diversi rilievi e sondaggi per definire lo stato dei luoghi e la pericolosità geomorfologica locale, in particolare in corrispondenza del viadotto e della galleria. Tali analisi, oltre ad esistenti monitoraggi eseguiti nell'area, sono riportati nella *relazione geologica* di progetto, finalizzati ad individuare dei tracciati alternativi a quello preliminare, che non interferissero con aree cartografate come frane attive. Le alternative progettuali si basano proprio sul minimizzare tale criticità.

Per quanto concerne la componente archeologica, da specifiche indagini è risultato che la zona interessata dal 3° lotto non presenta alcun particolare interesse archeologico.

Si segnala che in Comune di Mondovì, ma esternamente alle aree d'intervento, con Deliberazione di Giunta Regionale n. 1-62 del 12/07/2019 vi è stata la "Dichiarazione di notevole interesse pubblico della fascia collinare del Rione Piazza di Mondovì (CN) ai sensi dell'articolo 136, comma 1, lett. c) e d) del D.lgs. 42/2004 recante "Codice dei beni culturali e del paesaggio".

La dichiarazione di notevole interesse pubblico riconosce le valenze storico-culturali, religiose, identitarie e paesaggistiche della fascia collinare del Rione Piazza di Mondovì, in quanto costituisce un complesso di cose immobili, aventi un caratteristico aspetto di valore estetico e tradizionale, con particolare riferimento alla percezione visiva consolidata della collina del Rione di Mondovì Piazza e del profilo dell'abitato storico, alla cinta muraria che protegge il nucleo storico, alla caratteristica configurazione morfologica e d'insieme della fascia collinare nonché all'alternanza di parti libere ed edificate, coltivate o naturaliformi; la fascia collinare ricomprende altresì significativi punti di vista o di belvedere accessibili al pubblico dai quali si godono ampie e caratteristiche visuali. Per le suddette motivazioni, è stato dichiarato il notevole interesse pubblico della fascia collinare comprendente i terreni e le proprietà che insistono sul contorno del Rione Piazza di Mondovì ai sensi delle lett. c) e d) del comma 1 dell'art. 136 del D.lgs. 42/2004 e s.m.i.

Nonostante l'area non sia interessata dalle opere in esame, come si nota dalla successiva immagine, è stata valutata l'intervisibilità delle stesse con l'area vincolata.



 Delimitazione dell'area oggetto della dichiarazione di notevole interesse pubblico

Figura 3.2 Estratto dichiarazione di notevole interesse pubblico della fascia collinare del Rione Piazza di Mondovì (CN).

Non sono emerse ulteriori criticità sotto il profilo ambientale.

3.3 IL TRAFFICO ATTESO DI PROGETTO

Il processo di macrosimulazione contenuto nello *Studio del Traffico* ha previsto, oltre all'analisi della domanda di trasporto al 2019, anche l'analisi dell'offerta di trasporto con la costruzione del grafo della rete stradale (sia dello stato di fatto che di progetto), l'analisi della crescita della domanda di trasporto in un orizzonte temporale di venti anni, l'assegnazione dei flussi alla rete di trasporto stradale (sia dello stato di fatto che di progetto) e la stima degli indicatori di rete e verifiche funzionali.

Di seguito si riportano le risultanze tratte dallo *Studio del traffico* con il carico veicolare simulato nello stato di progetto all'entrata in esercizio (2025, +3,05% del numero di spostamenti) e su un orizzonte temporale di ulteriori 20 anni (2045, con una crescita dell'13,85% della domanda di mobilità veicolare). Sono anche riportati gli scenari di riferimento dello stato attuale proiettato al 2025 (Scenario 0a) e al 2045 (Scenario 0b) che tengono conto della nuova domanda di traffico senza infrastrutture.

A seguire le tabelle di sintesi dei risultati delle simulazioni riferite al TGM feriale nei sei tronchi della rete stradale di progetto: due lungo la SS 28, prima e dopo il raccordo in progetto; uno sul tronco SS 704 di tangenziale preesistente (secondo lotto) ed uno sulla SP 5, uno sulla Tangenziale in progetto e uno sul nuovo Ponte di Rione Borgato.

Per quanto attiene lo scenario di progetto, è stato implementato nel modello di traffico il nuovo tronco di tangenziale a monte di Mondovì che è stato considerato con una sezione a semplice carreggiata di categoria C1 e il ponte di Rione Borgato realizzato con una sezione stradale di tipo C2.

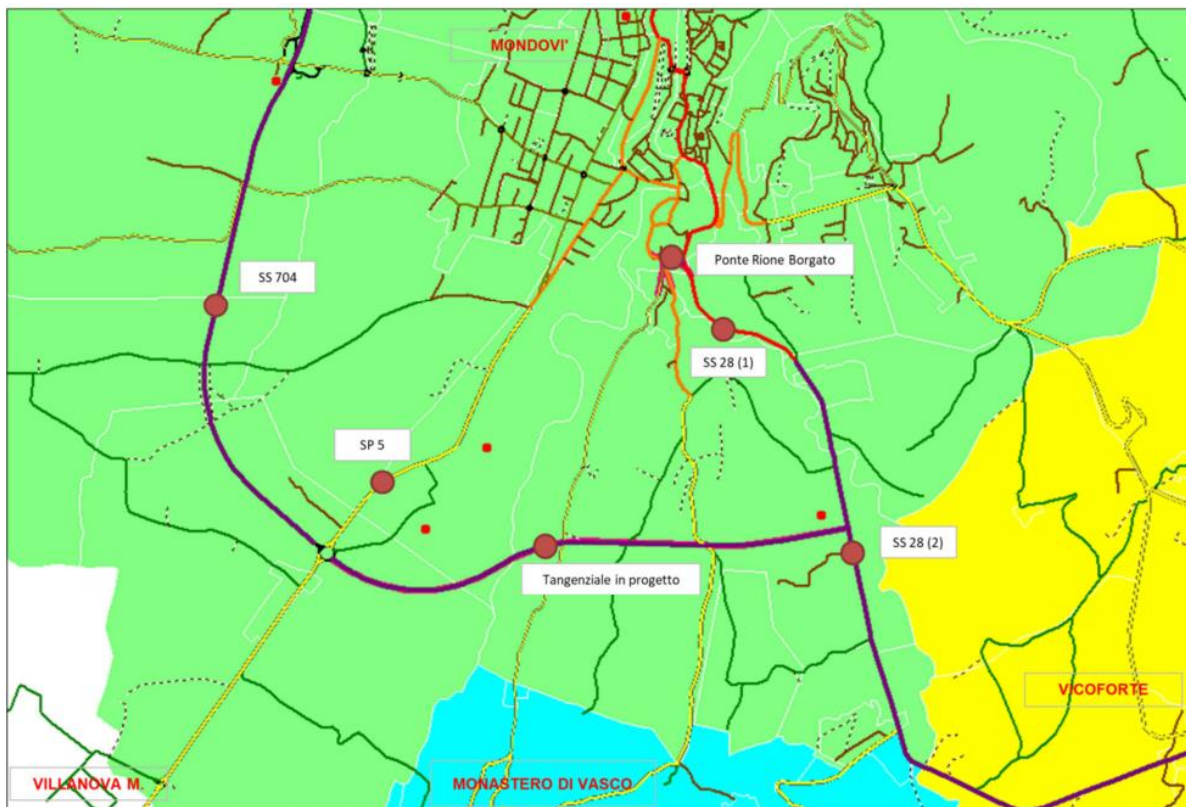


Figura 3.3 Postazioni rappresentative della variazione del TGM feriale (Fonte: *Studio del traffico* di progetto)

Tabella 3.1 Stima valori medi giornalieri sulla rete afferente - stato di fatto (2025)

* Il TGM di mezzi pesanti è stato considerato al minimo pari all'1% di quello dei veicoli leggeri in transito

Nome	TGM*		
	Leggeri	Pesanti	Totale
SS 28 (1)	8676	243	8919
SS 28 (2)	8676	243	8919
SS 704	6280	474	6754
SP 5	8315	191	8507
Tangenziale in progetto	-	-	-
Ponte Rione Borgato	-	-	-

Tabella 3.2 Stima valori medi giornalieri sulla rete afferente - stato di fatto (2045)

* Il TGM di mezzi pesanti è stato considerato al minimo pari all'1% di quello dei veicoli leggeri in transito

Nome	TGM*		
	Leggeri	Pesanti	Totale
SS 28 (1)	9168	269	9437
SS 28 (2)	9168	269	9437
SS 704	6938	524	7462
SP 5	9188	212	9399
Tangenziale in progetto	-	-	-
Ponte Rione Borgato	-	-	-

Tabella 3.3 Stima valori medi giornalieri sulla rete afferente - stato di progetto all'entrata in esercizio (2025)

* Il TGM di mezzi pesanti è stato considerato al minimo pari all'1% di quello dei veicoli leggeri in transito

Nome	TGM*		
	Leggeri	Pesanti	Totale
SS 28 (1)	8071	81	8151
SS 28 (2)	15069	243	15312
SS 704	6280	474	6754
SP 5	8408	373	8781
Tangenziale in progetto	6999	209	7208
Ponte Rione Borgato	449	4	453

Tabella 3.4 Stima valori medi giornalieri sulla rete afferente - stato di progetto su un orizzonte temporale di 20 anni (2045)

* Il TGM di mezzi pesanti è stato considerato al minimo pari all'1% di quello dei veicoli leggeri in transito

Nome	TGM*		
	Leggeri	Pesanti	Totale
SS 28 (1)	8825	88	8913
SS 28 (2)	16557	269	16826
SS 704	6938	524	7462
SP 5	9290	412	9702
Tangenziale in progetto	7733	231	7964
Ponte Rione Borgato	1241	12	1253

Conclusioni dello Studio del traffico di progetto

Dalle simulazioni sviluppate sul III lotto della tangenziale di progetto all'entrata in esercizio è stimato TGM di circa 7.000 veicoli leggeri e di 210 mezzi pesanti, con un flusso nell'ora di punta tra le 7.30 e le 8.30 di 483 auto/h e 16 CP/h, nella somma delle due direzioni di marcia.

Nel lungo periodo (orizzonte ventennale) l'incremento della mobilità, cautelativamente stimato nello 0,5% annuo, porta ad un aumento del TGM a oltre 7.700 veicoli leggeri e a 231 mezzi pesanti e del flusso nell'ora di punta che raggiunge le 533 auto/h e i 17 CP/h.

In corrispondenza del nuovo Ponte Rione Borgato il traffico atteso all'entrata in esercizio è di 31 veicoli/h corrispondenti ad un TGM di 450 auto, che aumenta a 86 veic/h e 1241 veicoli/giorno al 2045 (periodo ventennale).

Occorre qui evidenziare che senza l'introduzione del Lotto 3 i due rami "interni" di SS28 e SP5 di accesso a Mondovì subirebbero un significativo aumento di traffico.

Dalle simulazioni effettuate emerge inoltre il considerevole beneficio che assume la realizzazione del terzo Lotto nei confronti degli itinerari Est Ovest che trovano nella nuova infrastruttura una efficace alternativa agli itinerari di attraversamento dell'urbano di Mondovì e di quelli più a monte, in particolare della SP37 che si sgrava significativamente del traffico preesistente.

Il modello di macrosimulazione ha consentito inoltre di stimare gli indicatori trasportistici di sintesi per poter confrontare gli impatti e calcolare le differenze tra lo stato di fatto con gli scenari di progetto.

Le analisi mostrano che lo scenario di progetto non produrrà variazioni marcate sui tempi di ritardo complessivi, sulle velocità medie e sui chilometri percorsi.

Le variazioni tra lo stato di esercizio al 2045 e lo stato attuale, riferita all'area studio, mostrano che lo scenario di progetto assorbirà pressoché completamente lo sviluppo della mobilità nel lungo periodo (il tempo medio di ciascuno spostamento rimane pressoché invariato, pari a 7,8 minuti).

Le due intersezioni di svincolo con il nuovo asse non presentano congestioni e fenomeni di accodamento significativi, l'analisi funzionale del nuovo asse stradale presenta un livello di servizio pari a "C", nell'ora di punta, sia nello scenario di entrata in esercizio che in quello a 20 anni.

Tabella 3.5 dell'analisi economica con valore residuo dell'opera – Progetto Complessivo

Rapporto Benefici costi	B/C= 1.04
Tasso Interno di Rendimento Economico (TIRE)	TIRE= 3.22%

BENEFICI NON ATTUALIZZATI	
Beneficio trasportistico (Variazione Percorrenze)	€ 19,260,137
Beneficio trasportistico (Variazione Tempo)	€ 34,145,913
Beneficio riduzione emissioni inquinanti / sonore	€ 1,310,665
Beneficio riduzione consumi di carburanti	€ 4,016,378
Incidentalità	€ 51,596,350
TOTALE BENEFICI NON ATTUALIZZATI	€ 110,329,442

TOTALE BENEFICI ATTUALIZZATI	€ 63,430,805
-------------------------------------	---------------------

VALORE RESIDUO DELL'OPERA ATTUALIZZATO (65%)	€ 20,366,851
---	---------------------

COSTI NON ATTUALIZZATI	
Costruzione	€ 85,600,473
Manutenzione	€ 1,560,000
TOTALE COSTI NON ATTUALIZZATI	€ 87,160,473

TOTALE COSTI ATTUALIZZATI	€ 80,451,911
----------------------------------	---------------------

VALORE ATTUALE NETTO	€ 3,345,743.95
-----------------------------	-----------------------

L'Analisi Benefici Costi, sviluppata a partire dalla variazioni degli indicatori trasportistici, sopra riportati, evidenziano un rapporto B/C >1 (1.04), un TIRE positivo pari al 3.22% ed un VANE di € 3,345,743.95, al tasso di attualizzazione del 3% e considerando un valore residuo dell'opera del 65%.

Tabella 3.6 Indicatori di rete – stato di fatto e scenari di progetto

	veq	vehcost	vehdist	vehtime	aveD/T	time_trip
<i>Stato di fatto al 2019</i>	4.893	20.536	44.185	37.954	69,85	7,76
<i>Stato di fatto al 2025</i>	5.042	21.189	45.532	39.220	69,66	7,78
<i>Stato di fatto al 2045</i>	5.571	23.572	50.332	43.950	68,72	7,89
<i>Stato di progetto all'entrata in esercizio</i>	5.042	20.939	45.102	38.649	70,02	7,67
<i>Stato di progetto a 20 anni (2045)</i>	5.571	23.287	49.856	43.286	69,11	7,77

4 L'ANALISI DELLE ALTERNATIVE

Come indicato all'art. 22 del D. Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale" così come modificato dal D.Lgs. 104/2017 "Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114", lo Studio di Impatto Ambientale deve contenere "una descrizione delle alternative ragionevoli prese in esame dal proponente, adeguate al progetto ed alle sue caratteristiche specifiche, compresa l'alternativa zero, con indicazione delle ragioni principali alla base dell'opzione scelta, prendendo in considerazione gli impatti ambientali".

Tale capitolo descrive e valuta le alternative prese in considerazione, definendo le motivazioni che hanno portato alla scelta progettuale definitiva.

In sede di progettazione definitiva si sono studiate, infatti, alcune possibili varianti al tracciato di progetto preliminare al fine di ridurre la pericolosità geomorfologica che caratterizza l'imbocco ovest della galleria S. Lorenzo.

Qui, infatti, il sondaggio S3 eseguito nel 2003 aveva evidenziato uno spessore di circa 20 m di sabbie limose (unità di Cassano Spinola) in appoggio sul substrato marnoso delle Marne di S. Agata oltre ad alcuni evidenti fenomeni deformativi che ricadono all'interno di una più ampia ed antica frana quiescente che interessa l'intero versante ovest del rilievo.

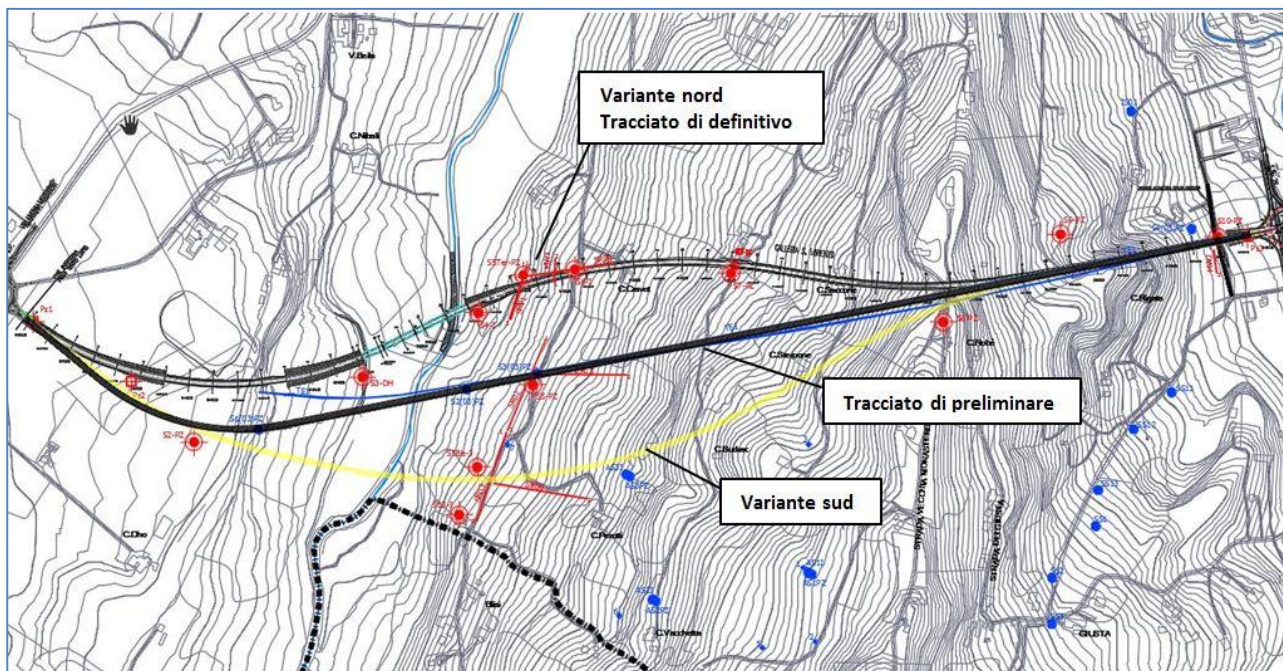


Figura 4.1 Varianti di tracciato studiate in sede di progettazione definitiva. Alla soluzione di preliminare è stata preferita la variante nord in quanto ritenuta migliorativa dal punto di vista stratigrafico e geomorfologico. In rosso sono riportate le indagini di progetto definitivo ed in blu quelle pregresse

Unitamente a questa necessità i tracciati analizzati rispondono a specifici criteri di progettazione stradale moderna, privilegiando la sicurezza del transito mediante un tracciato con raggi di curvatura elevati e senza il lunghissimo rettilineo presente nel progetto preliminare che, terminando con una curva con raggio di soli 340 m dopo due chilometri, era un evidente fattore di pericolosità.

Parallelamente allo studio del progetto dell'asse principale lo svincolo di Via Frabosa, su richiesta dal comune di Mondovì con nota prot 22002 del 05-07.2018, è stato eliminato ed è stato inserito un collegamento tra la S.S. n. 28 e il rione Borgato a circa 1,5 km a nord dello stesso.

Anche questa modifica discende dalla volontà di non interessare il versante instabile, altrimenti interferito, con rilevanti opere d'arte.

4.1 L'OPZIONE ZERO

L'opzione zero è rappresentata, in genere, dalla non realizzazione dell'opera in esame.

Nel caso in esame la variante di Mondovì, che rappresenta una circonvallazione dell'abitato, fa parte del più ampio programma di riordino e ammodernamento del sistema viario del Piemonte Sud Occidentale. L'obiettivo è quello di un più rapido ed agevole collegamento con il sistema portuale ligure a Sud.

Tale circonvallazione è già prevista a livello programmatico ed espressamente inserita negli strumenti di pianificazione quali il Piano Territoriale Provinciale di Cuneo ed il Piano Regolatore di Mondovì, come meglio esplicitato nell'elaborato 08.03_T00_IA00_AMB_RE03_A *Verifiche di coerenza con il sistema della pianificazione e dei vincoli* cui si rimanda per approfondimenti.

Di seguito si riporta un estratto della *Carta degli indirizzi di governo del territorio* (I.G.T.) del Piano Territoriale Provinciale di Cuneo ove si ricava che il tracciato indicativo per il completamento della variante di Mondovì è classificato come **Asse di progetto di connessione interurbana**.

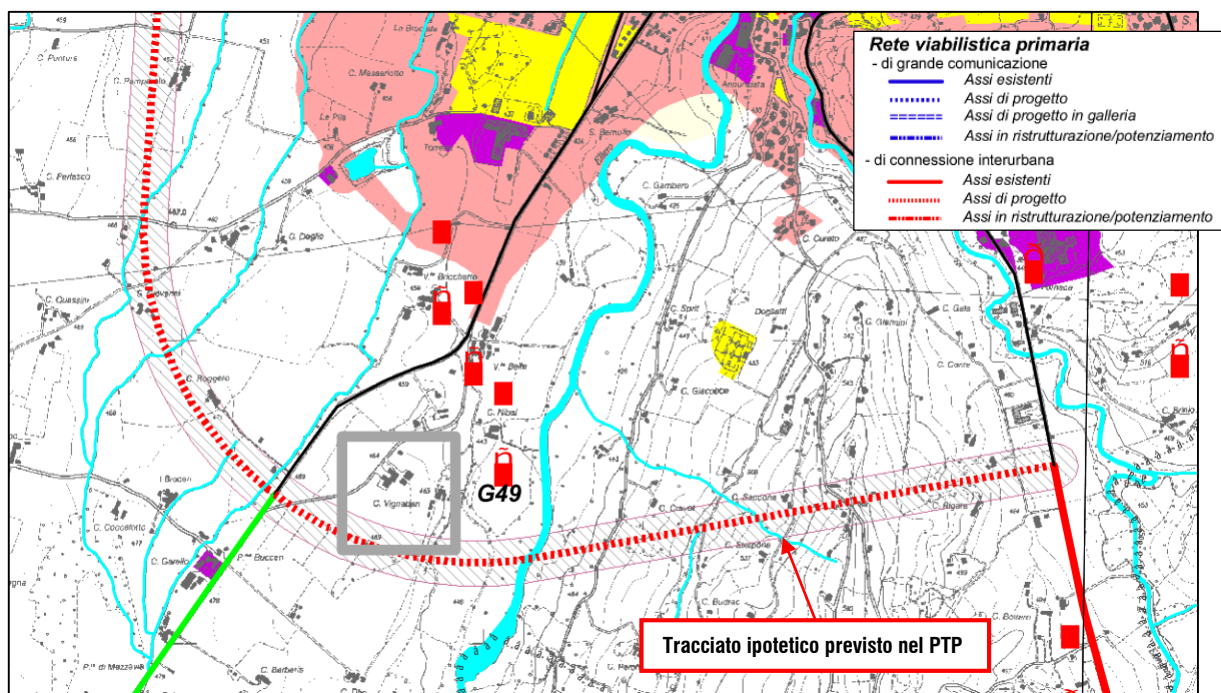


Figura 4.2 Piano Territoriale Provinciale - Carta degli indirizzi di governo del territorio (I.G.T.)

Anche dalla consultazione del Piano Regolatore Generale di Mondovì si ravvisa come l'opera sia già prevista a livello programmatico ed è stato recepito il tracciato del progetto preliminare.

Si ricorda che il tracciato del 3° lotto è stato già oggetto di un'apposita variante di P.R.G., la n. 15 del marzo '98, che ne aveva già previsto in modo preciso, seppur di massima, il tracciato e l'andamento plano-altimetrico.

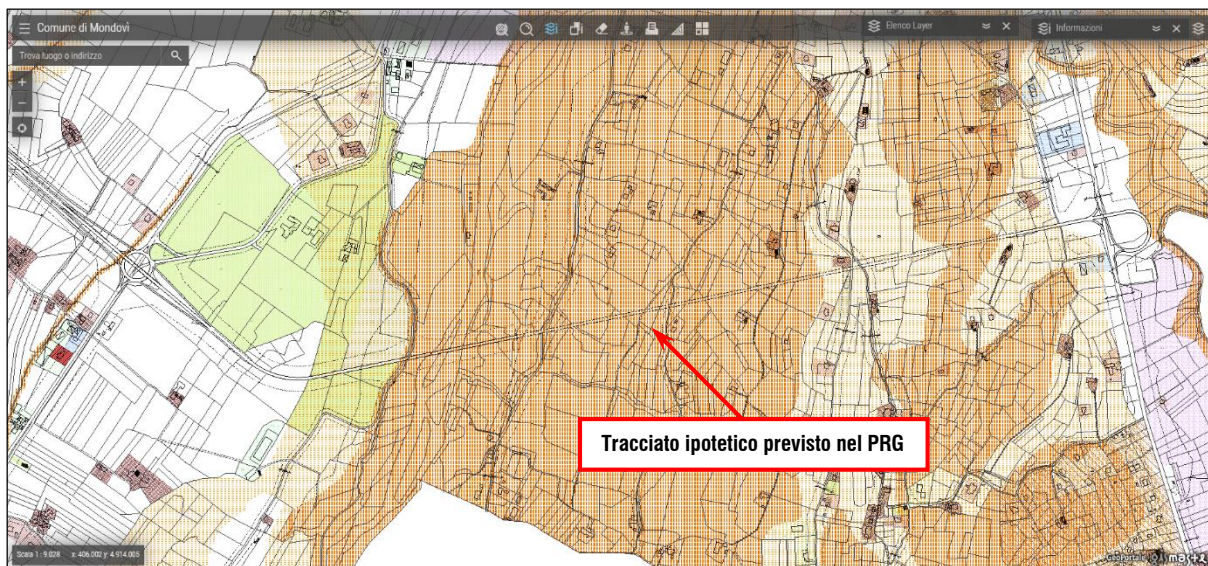


Figura 4.3 Piano Regolatore Generale del Comune di Mondovì
(Fonte: <https://geoportale.sportellounicodigitale.it/GisMaster/Default.aspx?IdCliente=004130&IdSer=1>)

L'opera in esame rappresenta il 3° ed ultimo lotto del più ampio progetto della variante dell'abitato di Mondovì che andrà a collegare la S.S. 28, la S.P. 5 e la S.S. 564 con l'Autostrada A6 Torino-Savona presso lo svincolo di Mondovì.

La sua non realizzazione comporterebbe il non completamento della tangenziale, la quale, in quanto incompiuta, non porterebbe i benefici e gli obiettivi per cui è stata progettata ed in gran parte già realizzata ed in funzione.

Da un punto di vista tecnico, la mancata esecuzione ad oggi del lotto in oggetto rispetto agli altri due risiede anche nel ritardo amministrativo conseguente alla necessità della redazione di una specifica variante di Piano Regolatore Generale per le mutate esigenze degli Enti Locali.

Nel merito infatti il Comune di Mondovì, con nota prot. 22002 del 05.07.2018, ha richiesto una modifica progettuale che prevede la soppressione dello svincolo in destra idrografica del Fiume Ellero, e la realizzazione di un nuovo collegamento fra il rione Borgato ed il Km 31 della SS28 mediante un ponte ad unica campata sul torrente Ermena. Le analisi hanno evidenziato che tale intervento, se non realizzato, implicherebbe un peggioramento sulla situazione del traffico, sia nel centro abitato di Mondovì che nella zona soggetta al vincolo paesaggistico "Rione Piazza", con conseguente effetto sulla qualità dell'aria.

4.2 ASSE PRINCIPALE - ALTERNATIVE

4.2.1 L'ALTERNATIVA 1 – tracciato del progetto preliminare

Il tracciato di progetto preliminare del 3° lotto ha inizio in corrispondenza della SP Villanova – Mondovì innestandosi sulla rotatoria posta all'intersezione fra questa e la tangenziale di Mondovì.

Il primo tratto, a partire dalla rotatoria esistente a ovest, si sviluppa in rilevato prima e più estesamente in trincea poi lungo la sponda sinistra del fiume Ellero, scavalcato da un viadotto con sviluppo complessivo di 565 m su 13 campate da 43,5 m, caratterizzato da fondazioni profonde su pali e su pozzi, nell'area classificata come frana attiva dal PAI sulla destra idrografica. Prosegue quindi con una galleria naturale che supera la dorsale di S. Lorenzo la quale, disposta circa N-S, separa l'ampia pianura alluvionale del Fiume Ellero, ad ovest, dalla stretta pianura del Torrente Ermena, ad est. La galleria, denominata S. Lorenzo, ha una lunghezza di 1.430 m comprensiva dei tratti in artificiale su ambo gli imbocchi rispettivamente da 130 m ad ovest e 72,5 m ad est. Si conclude infine con un breve tratto a raso, o modesto scavo, dove avviene il collegamento con la SS28.

Fra la fine del viadotto Ellero e l'inizio della galleria S Lorenzo il progetto preliminare prevede uno svincolo di connessione con Via Vecchia di Frabosa, in modo da garantire, attraverso questa, un ulteriore collegamento con Mondovì. Il Comune di Mondovì, con nota prot. 22002 del 05.07.2018, ha richiesto una modifica progettuale che prevede la soppressione dello svincolo in destra idrografica del Fiume Ellero, e la realizzazione di un nuovo collegamento fra il rione Borgato ed il Km 31 della SS28 mediante un ponte ad unica campata sul torrente Ermena.

Il tracciato è caratterizzato da un rettilineo iniziale con direzione Sud Est di 136,20 m fino alla tangente di un'ampia curva ($R=340$ m), raccordata tramite due clotoidi ($A=272$ e $L=217,60$ m), che ne accrescono lo sviluppo complessivo della curva a 518,43 m con direzione d'uscita Est-NordEst. Dopo tale curva, il tracciato continua, in viadotto prima ed in galleria poi, rettilineo per 2,041.10 m, fino ad incontrare lo svincolo sulla SS28.

Lo svincolo sulla SS28 è a rotatoria, di raggio 35,0 m. Le livellette dell'asse principale della tangenziale sono solo due, convergenti verso il viadotto, di 1,36 % la prima in discesa e +0,31% la seconda a salire.

Da una immediata lettura plano-altimetrica del tracciato, si nota subito la presenza di un lungo rettilineo di 2,045 m con pendenza longitudinale costante, di cui 1,453 m percorsi in galleria. Il D.M. 05/11/2011 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" limita la lunghezza dei rettilinei in funzione della velocità di progetto massima. Nel caso in esame lo sviluppo del rettilineo è prossimo al limite superiore indicato da normativa, che risulta, per una velocità $V_{p_{max}}$ di 100 km/h, di 2,200m.

La scelta di avere un rettilineo costante per tutto il tratto in galleria sembra quindi non ottimale in virtù di mantenere una adeguata soglia di attenzione del guidatore, soprattutto considerando lo sviluppo della galleria. Inoltre, anche la scelta di avere un'unica pendenza longitudinale risulta non ottimale per lo smaltimento delle acque, sia in fase di scavo ed esecuzione della galleria, che in fase di esercizio.

Il progetto preliminare riporta per la sezione della galleria San Lorenzo un raggio interno pari a 5,89 m, che risulta inferiore a quanto indicato dalle Linee Guida ANAS. Queste prevedono, per strade di tipo C1, un raggio interno pari a 6,45 m. Inoltre, nel PP non è presente alcuna via di fuga in caso di emergenza.

Il viadotto Ellero, di lunghezza complessiva $L = 565$ m circa, è composto da 13 campate, con impalcati appoggiati ed indipendenti, su pile poste ad interasse di 43,50 m. L'impalcato è in struttura mista acciaio-calcestruzzo formato da una soletta in cemento armato, spessa 0,30 m, poggianti e collaborante con tre cassoni in acciaio Corten. Le pile sono in calcestruzzo armato, del tipo a fusto unico esagonale, con sezione inscritta in una circonferenza di 3,00 m di diametro, con pulvino a stampella, incastrate entro il plinto di fondazione. Le fondazioni sono di tipo profondo, su pali nel versante sinistro del torrente Ellero e su pozzi nel versante destro entro l'area classificata come frana attiva dal PAI.

Le pile, in funzione dell'attraversamento in alveo dell'Ellero con una inclinazione di circa 60° , sono sagomate al fine di opporre la minima resistenza alla corrente idraulica ma sono inutilmente alte anche con riferimento alla quota della piena massima di progetto.

Si nota come la tipologia di impalcato scelto nel P.P. ricalchi la filosofia adottata per travi prefabbricate in c.a.p., (singole campate appoggiate), non sfruttando di fatto i vantaggi offerti dagli impalcati continui in sistema misto. Anche la tipologia di sezione adottata, con 3 cassoni in acciaio, riflette un'impostazione concettuale propria del c.a.p. e non ideale per sistemi misti. L'utilizzo di campate in semplice appoggio infine, raddoppia di fatto il numero dei dispositivi di vincolo, incrementando di conseguenza anche gli oneri di manutenzione.

Il progetto preliminare prevedeva inoltre la presenza di uno svincolo in viadotto.

4.2.2 L'ALTERNATIVA 2 – variante nord

L'alternativa 2 è rappresentata dalla variante nord al tracciato di PP.

Si sviluppa in un territorio tutto sommato poco antropizzato ed abitato e prevede un viadotto in corrispondenza del torrente Ellero, la galleria San Lorenzo e l'eliminazione dello svincolo di Via Frabosa.

Di seguito si riporta una tabella con i dati di progetto riepilogativi.

	Tracciato NORD
Sviluppo tracciato	2667
N° rettilinei	1
Lunghezza Rettilinei	385,85
N° tratti in curva	3
Raggi curva	100 – 1100 - 1100
Lunghezza Viadotto	240 m (48+72+72+48)
Lunghezza Galleria	1412 m
N° Raccordi altimetrici	1
Pendenze longitudinali	-3.49% / 1.05%

4.2.3 L'ALTERNATIVA 3 – variante sud

L'alternativa 3 è rappresentata dalla variante sud al tracciato di PP.

Si sviluppa in un territorio tutto sommato poco antropizzato ed abitato e prevede, come per l'alternativa 2, un viadotto in corrispondenza del torrente Ellero, la galleria San Lorenzo e l'eliminazione dello svincolo di Via Frabosa.

Di seguito si riporta una tabella con i dati di progetto riepilogativi.

	Tracciato SUD
Sviluppo tracciato	2721m
N° rettilinei	3
Lunghezza Rettilinei	150-1250-417
N° tratti in curva	3
Raggi curva	900-1250-1200
Lunghezza Viadotto	190m (95+95)
Lunghezza Galleria	1672.44 m
N° Raccordi altimetrici	2
Pendenze longitudinali	-3.61% / 1.92% / -0.58%

4.3 ASSE SECONDARIO - COLLEGAMENTO RIONE BORGATO

In ottemperanza a quanto richiesto dal Comune di Mondovì di analizzare la possibilità di un collegamento mediante un ponte ad unica campata sul torrente Ermena fra il rione Borgato ed il Km 31 della SS28, in una prima fase preliminare si sono analizzate 4 possibili soluzioni, sviluppate a partire delle prime indicazioni fornite dal Comune stesso.

Tutte le ipotesi sono state informate dalla volontà di ottenere il miglioramento del collegamento stradale tra i due versanti, collegamento oggi fornito solo da un ponte storico inadeguato e proibito al traffico pesante nonché a senso unico di marcia, limitando in ogni caso le interferenze sia con la cappella della S.S. Annunziata che con la viabilità esistente e gli accessi carrai privati presenti in sinistra orografica.



Ipotesi A

Rappresenta la soluzione base proposta dal comune di Mondovì. L'innesto in rotatoria su via Fabrosa è caratterizzato dall'inglobamento all'interno della rotatoria stessa della Cappella della S.S. Annunziata.

In loco si è inoltre riscontrato la presenza di un accesso privato carrabile che sarebbe di difficile risoluzione, se non facendolo immettere direttamente in rotatoria, soluzione non ideale.

Inoltre, ma come del resto in quasi tutte le opzioni, una parte del parco pubblico viene sacrificata per la realizzazione della nuova viabilità.

Svincolo con nuovo ponte sul torrente Ermena - IPOTESI A

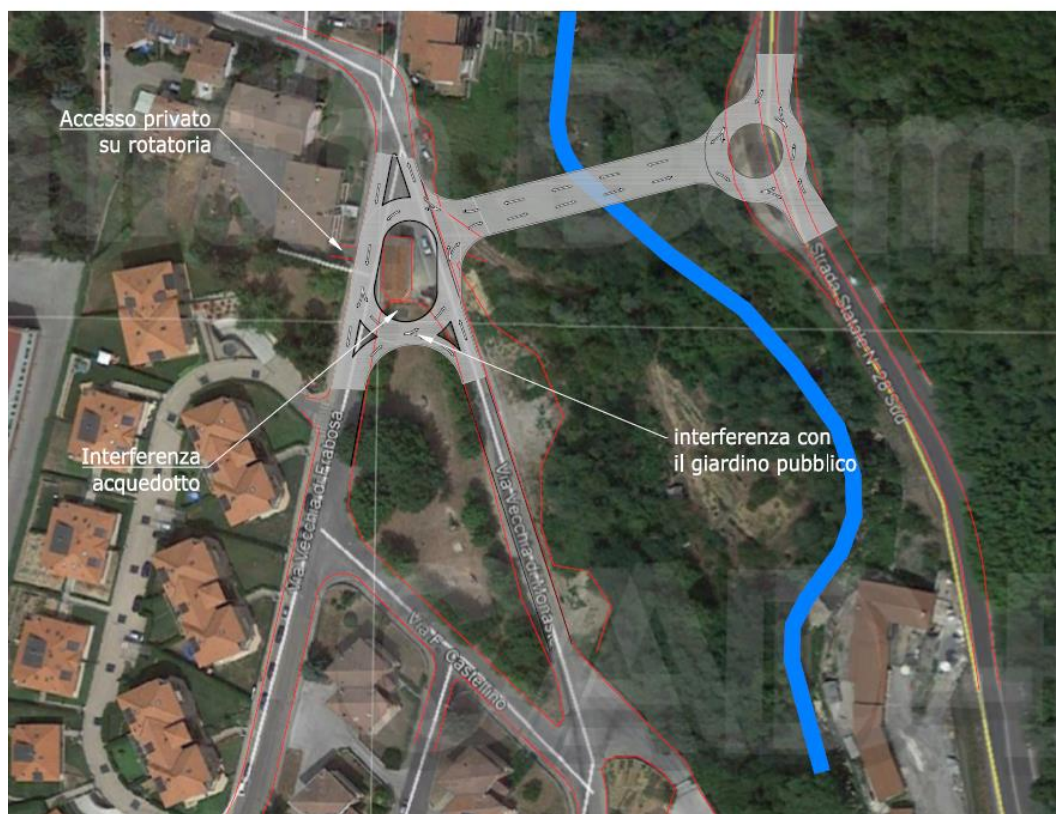


Figura 4.4 - Nuovo Collegamento Borgato – Ipotesi A

Ipotesi B

Sulla base del sopralluogo effettuato, è stata individuata un'area in via Vecchia di Monastero in cui potenzialmente sembra possibile inserire una rotatoria.

Questa soluzione ha il merito di non interferire con la cappella della S.S. Annunziata e con la viabilità locale in via Frabosa, lasciando inalterato l'accessibilità esistente ai civici in via Frabosa, oltre che limitare al minimo l'interferenza con il giardino pubblico.

Di contro però, il collegamento con via Fabrosa, che durante il sopralluogo è sembrata essere la strada più utilizzata delle due, avverrebbe però tramite la viabilità esistente.

Svincolo con nuovo ponte sul torrente Ermena - IPOTESI B

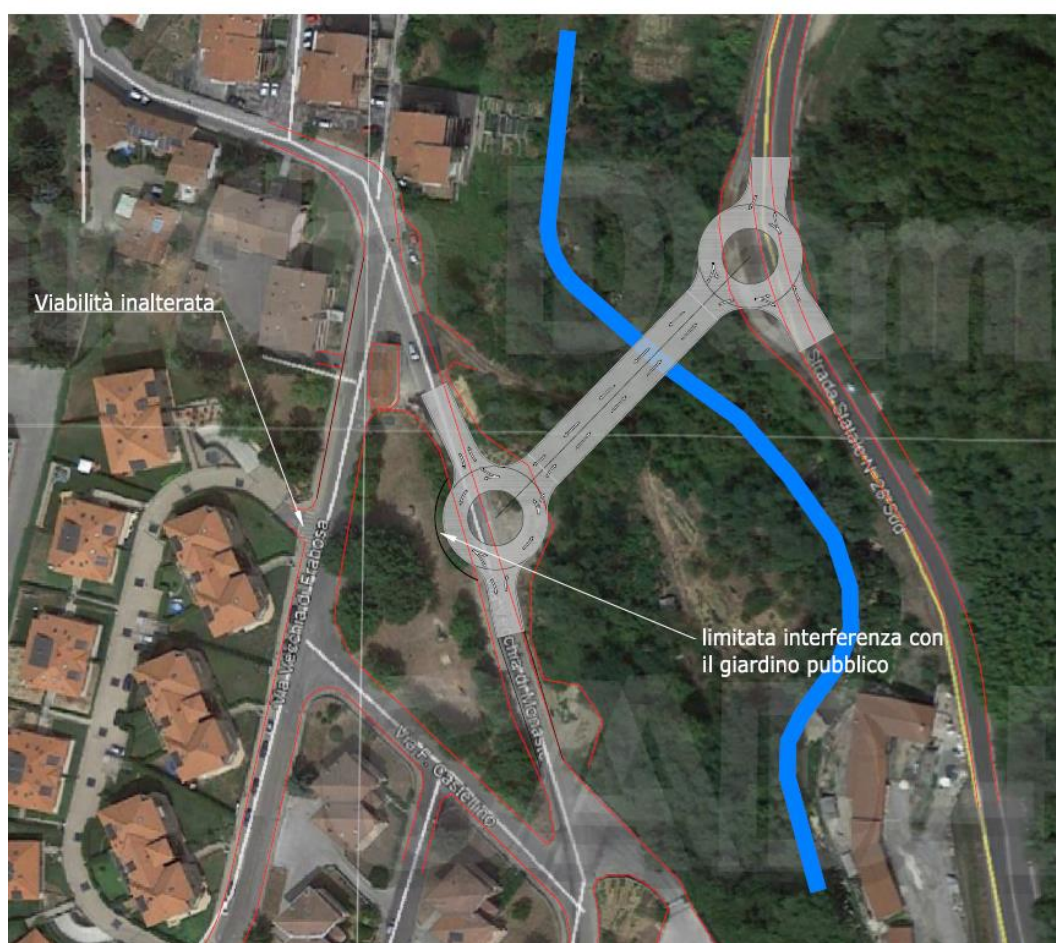


Figura 4.5- Nuovo Collegamento Borgato – Ipotesi B

Ipotesi C

Ulteriore ipotesi che tende a salvaguardare la cappella della S.S. Annunziata migliorando il collegamento diretto con via Frabosa, mantenendo per quanto possibile la viabilità privata di accesso ai civici di via Frabosa, è di realizzare la rotatoria a tergo della chiesetta a scapito del giardino esistente.

L'area a verde pubblico però potrebbe essere incrementata rispetto a quella esistente inglobando un tratto di via Vecchia di Monastero.

Svincolo con nuovo ponte sul torrente Ermena - IPOTESI C



Figura 4.6 - Nuovo Collegamento Borgato – Ipotesi C

Ipotesi D

Infine, un'ipotesi di minimo impatto, prevede di creare un incrocio a T, in corrispondenza di via Vecchia di Monastero e, mediante l'istituzione di sensi unici, sfruttare la viabilità esistente come "rotatoria" esistente.

Anche in questo caso rimarrebbe inalterata la viabilità locale di accesso ai civici di via Frabosa, oltre che praticamente inalterato il giardino pubblico.

Svincolo con nuovo ponte sul torrente Ermena - IPOTESI D



Figura 4.7 - Nuovo Collegamento Borgato – Ipotesi D

Ipotesi E

Oltre alle precedenti 4 ipotesi preliminari, è stata elaborata una 5^a ipotesi finale, la quale individua la posizione della rotonda sulla statale S.S. 28 circa 50 m a monte, senza interferire con il muro intirantato, e attraversa l'alveo del torrente Ermena pressoché in modo perpendicolare al suo scorrimento, ponendo la rotatoria in sinistra orografica al lembo meridionale dell'area a parco, senza disturbare la fruizione della cappella della SS Annunziata.



Figura 4.8 Asse secondario – Collegamento Rione Borgato con S.S.28. Ipotesi finale

4.4 LA METODOLOGIA DI CONFRONTO

Per il confronto fra le alternative sopra esposte si è proceduto in primis con un'analisi dei vincoli e dei condizionamenti che vanno ad interessare i diversi tracciati.

I vincoli derivano da normativa e dagli strumenti urbanistici di livello comunale e sovracomunale, quali vincolo paesaggistico, vincolo idrogeologico ed il vincolo geomorfologico, mentre i condizionamenti derivano dallo stato del territorio, dai suoi elementi geofisici ed ambientali-paesaggistici, questi ultimi considerati anche in relazione ai vincoli di tutela posti dalla normativa di settore. I condizionamenti sono distinti per gravità fra alti e medi in base alla loro rilevanza.

I **condizionamenti definiti come alti** derivano dalla presenza di beni archeologici, beni paesaggistici immobili, presenza di frane attive, parchi o siti della Rete Natura 2000, mentre i **condizionamenti medi** sono connessi dalla presenza di frane inattive/quiescenti, beni paesaggistici areali od aree soggette a pericolosità di alluvione.

Si è scelto di rappresentare la fattibilità delle alternative in relazione ad eventuali vincoli o condizionamenti attraverso una tabella che visivamente evidenzia il grado di fattibilità come segue:

Condizionamento della fattibilità in relazione alla presenza di vincoli/condizionamenti	Assenza di significativi Condizionamenti	Mediamente Condizionata	Fortemente Condizionata
---	--	-------------------------	-------------------------

Successivamente si è valutata la fattibilità tecnica dei tracciati in relazione alle caratteristiche tecniche dei tracciati, al diverso grado di sicurezza stradale ed alla presenza di eventuali interferenze con infrastrutture esistenti. Si è scelto di rappresentare la fattibilità tecnica attraverso una tabella che visivamente evidenzia il grado di fattibilità come segue:

Fattibilità tecnica/sicurezza stradale/Interferenza con infrastrutture	Normale Fattibilità	Media Fattibilità	Difficile Fattibilità
--	---------------------	-------------------	-----------------------

Infine si sono valutati i possibili impatti ambientali correlati con le alternative dell'opera.

Per confrontare le diverse alternative in termini di impatti ambientali sono state considerate le matrici atmosfera, rumore e paesaggio. Su queste componenti gli impatti vengono stabiliti prendendo in considerazione i seguenti aspetti:

- **PERSISTENZA DELL'IMPATTO (PI).** Tiene conto se le alterazioni qualitative sulla matrice ambientale indotte dalla realizzazione e dalla gestione del progetto hanno carattere permanente (lungo termine) o temporaneo (breve termine);

- **REVERSIBILITÀ (RV).** Considera se sussistono le condizioni affinché le risorse naturali impiegate possano rinnovarsi o se le alterazioni ambientali conseguenti alla realizzazione/gestione del progetto possono essere attenuate e ricondotte alle condizioni di equilibrio iniziale;
- **ESTENSIONE DELL'IMPATTO (EI).** Tiene conto della Propagazione degli effetti indotti da un determinato Impatto. La scala di valutazione prevede tre situazioni: Estensione Circoscritta al perimetro esterno dell'area di progetto ed alle aree limitrofe fino a 0,1 km di distanza ($E0 < 0,1$ km), Ambito Locale, che considera un'influenza degli effetti fino ad una distanza di 1,0 km dall'area di intervento ($E1 < 1,0$ km), Area Vasta, in caso le alterazioni indotte dall'impatto dovesse estendersi a distanze superiori a 1,0 km di distanza ($E2 > 1,0$ km);
- **INTENSITÀ DELL'IMPATTO (II).** Valuta l'intensità degli effetti indotti dalla realizzazione/gestione del progetto 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 percepibile o prevedibile, risulta abbastanza difficile da quantificare o monitorare; Bassa se l'effetto è lieve, praticamente impercettibile, e facesse comunque registrare bassi valori, in caso di rilevamenti di controllo;
- **VALORE DELLE RISORSE (VR).** Specifica il livello qualitativo degli aspetti ambientali coinvolti dagli interventi in progetto, distinguendo in Risorse Rare, Comuni e Strategiche;
- **NATURA DELL'IMPATTO (NI).** Consente di stabilire se l'effetto indotto dalla realizzazione/gestione del progetto risulta Positivo ($NI = + 1$) o Negativo ($NI = - 1$).

Per la tipologia di opere che si stanno analizzando, si può sempre considerare:

- Persistenza → permanente
- Reversibilità → reversibile
- Estensione -> Ambito locale
- Valore della risorsa -> Strategica
- Natura dell'Impatto -> Negativo

L'intensità dell'impatto invece può assumere tre livelli diversi:

- Elevata se gli indicatori considerati assumono valori sopra la media del caso sito specifico
- Media se gli indicatori considerati assumono valori simili a quelli medi nel caso sito specifico
- Bassa se gli indicatori considerati assumono valori al di sotto della media del caso sito specifico

Intensità dell'impatto	ALTA	MEDIA	BASSA
-------------------------------	-------------	--------------	--------------

Gli indicatori presi a riferimento per valutare l'impatto ambientale sono principalmente legati al numero dei recettori coinvolti, alla loro distanza dall'opera e al grado di interferenza con aree ad elevato valore paesaggistico o ambientale.

4.5 IL CONFRONTO TRA LE ALTERNATIVE: ELABORAZIONE E CALCOLO

4.5.1 ASSE PRINCIPALE

Analisi vincoli / condizionamenti

Nella seguente analisi si è considerato se i diversi tracciati vanno ad interessare aree soggette a vincoli o che presentano determinati condizionamenti.

I condizionamenti vengono divisi in base alla rilevanza come segue:

- condizionamenti alti: beni archeologici, beni paesaggistici immobili, presenza di frane attive, parchi, siti della Rete Natura 2000,
- condizionamenti medi: presenza frane inattive/quiescenti, beni paesaggistici areali, aree soggette a pericolosità di alluvione.

Si ricorda che le tre alternative analizzate differiscono principalmente per il tracciato planimetrico della galleria naturale e per la collocazione dell'imbocco della galleria a ovest; in tutti e tre gli scenari sono previste le medesime opere (viadotto, galleria artificiale e naturale) e il medesimo punto di arrivo all'imbocco est, con l'innesto sulla SS28.

L'alveo del t. Ellero è classificato, secondo il Piano Gestione Rischio Alluvioni, come area soggetta a pericolosità di alluvioni elevata per tutta la sua estensione.

Alternativa 1 - tracciato preliminare

L'alternativa 1 si riferisce al tracciato del progetto preliminare.

Il tracciato dell'alternativa 1 risulta essere interessato dai seguenti vincoli:

- vincolo idrogeologico
- vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs 42/04 per la fascia di rispetto fluviale
- vincolo geomorfologico (da PRG)
 - CLASSE_1 - Aree a pericolosità geomorfologica minima o nulla
 - CLASSE_2 - Aree a pericolosità geomorfologica moderata
 - CLASSE_3a1, 3a2, 3b - Aree a pericolosità geomorfologica da elevata a molto elevata

Il tracciato dell'alternativa 1 risulta intersecare i seguenti condizionamenti alti:

- interseca pienamente una frana cartografata come attiva/quiescente, in particolare anche in corrispondenza dell'imbocco ovest della galleria S. Lorenzo (si veda elaborato 03.01_P00_GE00_GEO_RE01_ARelazione geologica, geomorfologica e idrogeologica)

Il tracciato dell'alternativa 1 risulta intersecare i seguenti condizionamenti medi:

- frana inattiva/quiescente in corrispondenza di gran parte della galleria naturale (si veda elaborato 03.01_P00_GE00_GEO_RE01_ARelazione geologica, geomorfologica e idrogeologica),
- attraversa il corso d'acqua t. Ellero e la relativa fascia di rispetto,
- l'alveo del t. Ellero è classificato, secondo il Piano Gestione Rischio Alluvioni, come area soggetta a pericolosità di alluvioni elevata per tutta la sua estensione.

Il tracciato non interessa aree protette, siti della Rete Natura 2000, aree a rischio archeologico o beni culturali.

Alternativa 2 – Variante nord

L'alternativa 2 è rappresentata dalla variante nord al tracciato di PP.

Si sviluppa in un territorio tutto sommato poco antropizzato ed abitato e prevede un viadotto in corrispondenza del torrente Ellero, la galleria San Lorenzo e l'eliminazione dello svincolo di Via Frabosa. A differenza dell'Alternativa 1 presenta un tratto in galleria naturale leggermente più esteso, ma la curvatura del tracciato sfavorisce velocità di marcia eccessive.

Il tracciato dell'alternativa 2 risulta essere interessato dai seguenti vincoli:

- vincolo idrogeologico
- vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs 42/04 per la fascia di rispetto fluviale
- vincolo geomorfologico (da PRG)
 - CLASSE_1 - Aree a pericolosità geomorfologica minima o nulla
 - CLASSE_2 - Aree a pericolosità geomorfologica moderata
 - CLASSE_3a1, 3a2, 3b - Aree a pericolosità geomorfologica da elevata a molto elevata

Il tracciato dell'alternativa 2 risulta intersecare i seguenti condizionamenti alti:

- NESSUNO (si veda elaborato 03.01_P00_GE00_GEO_RE01_ARelazione geologica, geomorfologica e idrogeologica)

Il tracciato dell'alternativa 2 risulta intersecare i seguenti condizionamenti medi:

- frana inattiva/quiescente in corrispondenza di gran parte della galleria naturale (si veda elaborato 03.01_P00_GE00_GEO_RE01_ARelazione geologica, geomorfologica e idrogeologica),
- attraversa il corso d'acqua t. Ellero e la relativa fascia di rispetto,
- l'alveo del t. Ellero è classificato, secondo il Piano Gestione Rischio Alluvioni, come area soggetta a pericolosità di alluvioni elevata per tutta la sua estensione.

Il tracciato non interessa aree protette, siti della Rete Natura 2000, aree a rischio archeologico o beni culturali.

Alternativa 3 – Variante sud

L'alternativa 3 è rappresentata dalla variante sud al tracciato di PP.

Si sviluppa in un territorio tutto sommato poco antropizzato ed abitato e prevede, come per l'alternativa 2, un viadotto in corrispondenza del torrente Ellero, la galleria San Lorenzo e l'eliminazione dello svincolo di Via Frabosa.

A differenza dell'Alternativa 1 presenta un tratto in galleria naturale leggermente più esteso, ma la curvatura del tracciato sfavorisce velocità di marcia eccessive e presenta rettilinei più corti rispetto al PP.

Il tracciato dell'alternativa 3 risulta essere interessato dai seguenti vincoli:

- vincolo idrogeologico
- vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs 42/04 per la fascia di rispetto fluviale
- vincolo geomorfologico (da PRG)
 - CLASSE_1 - Aree a pericolosità geomorfologica minima o nulla
 - CLASSE_2 - Aree a pericolosità geomorfologica moderata
 - CLASSE_3a1, 3a2, 3b - Aree a pericolosità geomorfologica da elevata a molto elevata

Il tracciato dell'alternativa 3 risulta intersecare i seguenti condizionamenti alti:

- NESSUNO (si veda elaborato 03.01_P00_GE00_GEO_RE01_ARelazione geologica, geomorfologica e idrogeologica)
- risulta interferire planimetricamente con una frana potenzialmente attiva/quiescente segnalata da documentazione bibliografica (si veda elaborato 03.01_P00_GE00_GEO_RE01_ARelazione geologica, geomorfologica e idrogeologica)

Il tracciato dell'alternativa 3 risulta intersecare i seguenti condizionamenti medi:

- frana inattiva/quiescente in corrispondenza di gran parte della galleria naturale (si veda elaborato 03.01_P00_GE00_GEO_RE01_ARelazione geologica, geomorfologica e idrogeologica),
- attraversa il corso d'acqua t. Ellero e la relativa fascia di rispetto,
- l'alveo del t. Ellero è classificato, secondo il Piano Gestione Rischio Alluvioni, come area soggetta a pericolosità di alluvioni elevata per tutta la sua estensione.

Il tracciato non interessa aree protette, siti della Rete Natura 2000, aree a rischio archeologico o beni culturali.

Conclusioni

Come si ricava, dal punto di vista del regime vincolistico i 3 tracciati alternativi risultano equivalenti. La discriminante risulta essere il rischio geomorfologico derivante dalla presenza di frane attive ed inattive sul colle S. Lorenzo.

Per tale motivo sono stati effettuati studi e sondaggi di dettaglio per definire la reale situazione geomorfologica locale.

In sede di progettazione definitiva si sono, infatti, studiate alcune possibili varianti al tracciato di progetto preliminare al fine di ridurre la pericolosità geomorfologica che caratterizza in particolare l'imbocco ovest della galleria S. Lorenzo nel tracciato di PP.

Il sondaggio S3 eseguito nel 2003 in corrispondenza del previsto imbocco ovest aveva evidenziato uno spessore di circa 20 m di sabbie limose (unità di Cassano Spinola) in appoggio sul substrato marnoso delle Marne di S. Agata oltre ad alcuni evidenti fenomeni deformativi che ricadono all'interno di una più ampia ed antica frana quiescente che interessa l'intero versante ovest del rilievo. Trattasi in particolare di due frane di scivolamento ritenute (da parte della documentazione bibliografica consultata) almeno in parte attive. Il tracciato di progetto preliminare impegnava entrambe queste frane con l'asse principale e con le piste di svincolo, gravando quindi su aree potenzialmente instabili. Un primo miglioramento progettuale si è avuto con la soppressione dello svincolo sostituito, come da richiesta del Comune di Mondovì, con il ponte sul Rione Borgato.

L'eliminazione dello svincolo Borgato ha favorito, infatti, uno studio critico del tracciato, prima fortemente condizionato dal dovere raccordarsi con Via Vecchia di Frabosa, sia dal punto di vista altimetrico che planimetrico.

In tale contesto il progetto definitivo ha studiato ed indagato, oltre alla soluzione del progetto preliminare, le due alternative sopra esposte, passanti rispettivamente a nord e sud, che mantengono immutati i punti di inizio e fine intervento, apportando una variante planoaltimetrica in corrispondenza dell'imbocco ovest della galleria; in entrambi i casi si è scelto di abbassare la quota di scavalco del torrente Ellero per ridurre la lunghezza del viadotto, minimizzare l'impatto paesaggistico dell'intervento e ricercare terreni più stabili al piede del versante interferito.

Indipendentemente dal tracciato prescelto, si reputa importante abbassare il più possibile la livelletta stradale e la quota d'imbocco della galleria, in maniera tale da ridurre gli spessori delle coltri colluviali, potenzialmente instabili, e quindi le spinte sulle opere di presidio. Tale scelta dovrà comunque tenere conto della presenza dell'unica strada (Via Vecchia di Frabosa) che viene pertanto preservata per effetto dell'abbassamento della livelletta e della necessità di garantire un attacco alla galleria naturale con una copertura di almeno 4-5 m sul profilo di scavo della galleria.

Fortemente condizionante e stringente è la quota di massima piena cinquecentennale del fiume Ellero, pertanto la nuova livelletta è stata abbassata in modo da avere un franco di almeno 2m sulla quota di piena.

Entrambe le proposte pur intercettando inevitabilmente il perimetro della grande frana complessa permettono di allontanarsi dal perimetro di frana attiva e di evitare alcune perimetrazioni di creep riscontrate sul terreno.

In questa ottica nell'ambito della campagna geognostica di progetto definitivo in una prima fase, svoltasi nella primavera del 2019, sono stati eseguiti i sondaggi S5 – S5bis – S5ter ed S13, disposti lungo un allineamento nord – sud parallelo a via Vecchia di Frabosa, al fine di verificare quale tracciato fosse in grado di evitare in modo migliore le perimetrazioni di frana e/o imboccare la galleria San Lorenzo con i minori spessori possibili delle coperture potenzialmente instabili. Ottenuti ed interpretati i risultati dei carotaggi, unitamente a quelli dell'indagine geofisica concentrata nelle medesime aree, i rimanenti sondaggi sono stati realizzati lungo il nuovo tracciato individuato (Alternativa 2 - variante nord) secondo un allineamento disposto circa est – ovest parallelo allo sviluppo dell'asse stradale.

Il sondaggio S5-pz del 2019, posto accanto al vecchio sondaggio S3 2003 ha confermato uno spessore di oltre 20 m di sabbie limose poggianti sul substrato marnoso.

I sondaggi rispettivamente S13-i 2019 ed S5bis-i 2019 più a sud, ed S6-i 2019 a nord, hanno invece riscontrato spessori nell'ordine di 10 m di sabbie limose. I medesimi valori sono sostanzialmente confermati anche da una serie di tomografie sismiche condotte sempre nel 2019, le quali mettono anche in luce un approfondimento dei terreni più lenti, e quindi meno addensati, al piede del versante in corrispondenza del tracciato di preliminare e della alternativa 3 - variante sud. L'opzione di tracciato a sud inoltre è risultata interferire planimetricamente con una frana potenzialmente attiva segnalata da molta documentazione bibliografica, mentre il tracciato più a nord non interferisce con perimetrazioni note.

In tale contesto, e fermo restando che a parità di terreni anche la soluzione nord non può ritenersi del tutto esente da una pericolosità geomorfologica, pur sensibilmente ridotta, la soluzione in variante nord è stata ritenuta migliorativa sia dal punto di vista geomorfologico sia stradale rispetto al tracciato di preliminare.

Per maggiore chiarezza di seguito in figura sottostante si riportano sinteticamente le indagini eseguite nel 2019 e quelle pregresse, reperite da bibliografia o ereditate dalla precedente fase progettuale, ed i tre tracciati valutati:

- alternativa 1 – tracciato preliminare
- alternativa 2 - variante nord
- alternativa 3 - variante sud

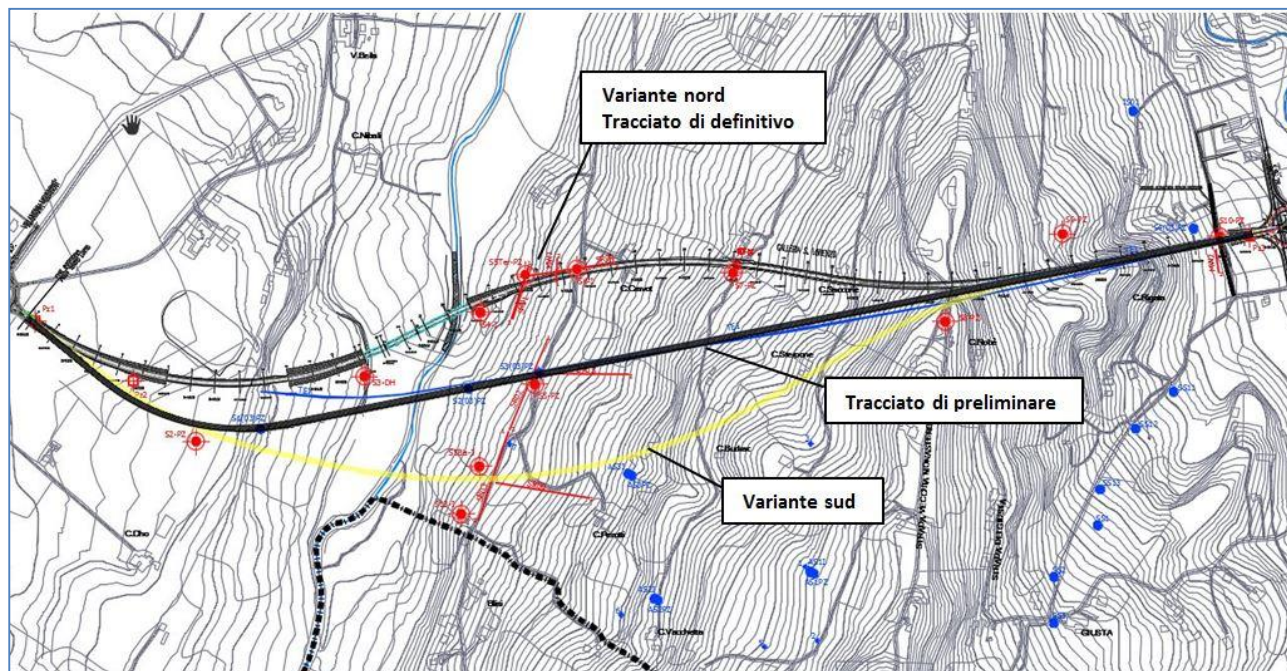


Figura 4.9 Varianti di tracciato studiate in sede di progettazione definitiva. Alla soluzione di preliminare è stata preferita la variante nord in quanto ritenuta migliorativa dal punto di vista stratigrafico e geomorfologico. In rosso sono riportate le indagini di progetto definitivo ed in blu quelle pregresse

Nella figura seguente sono, invece, rappresentate le diverse opzioni di tracciato analizzate montate sulla scheda SIFRAP redatta da Arpa e contenente le perimetrazioni di frana censite sul territorio regionale. Come si può osservare, l'alternativa 2 – variante nord evita le frane poste in prossimità dell'imbocco ovest che invece la soluzione di preliminare intercettava ampiamente.

Il tracciato dell'alternativa 2 – variante nord risulta quello migliore dal punto di vista geologico e geomorfologico.

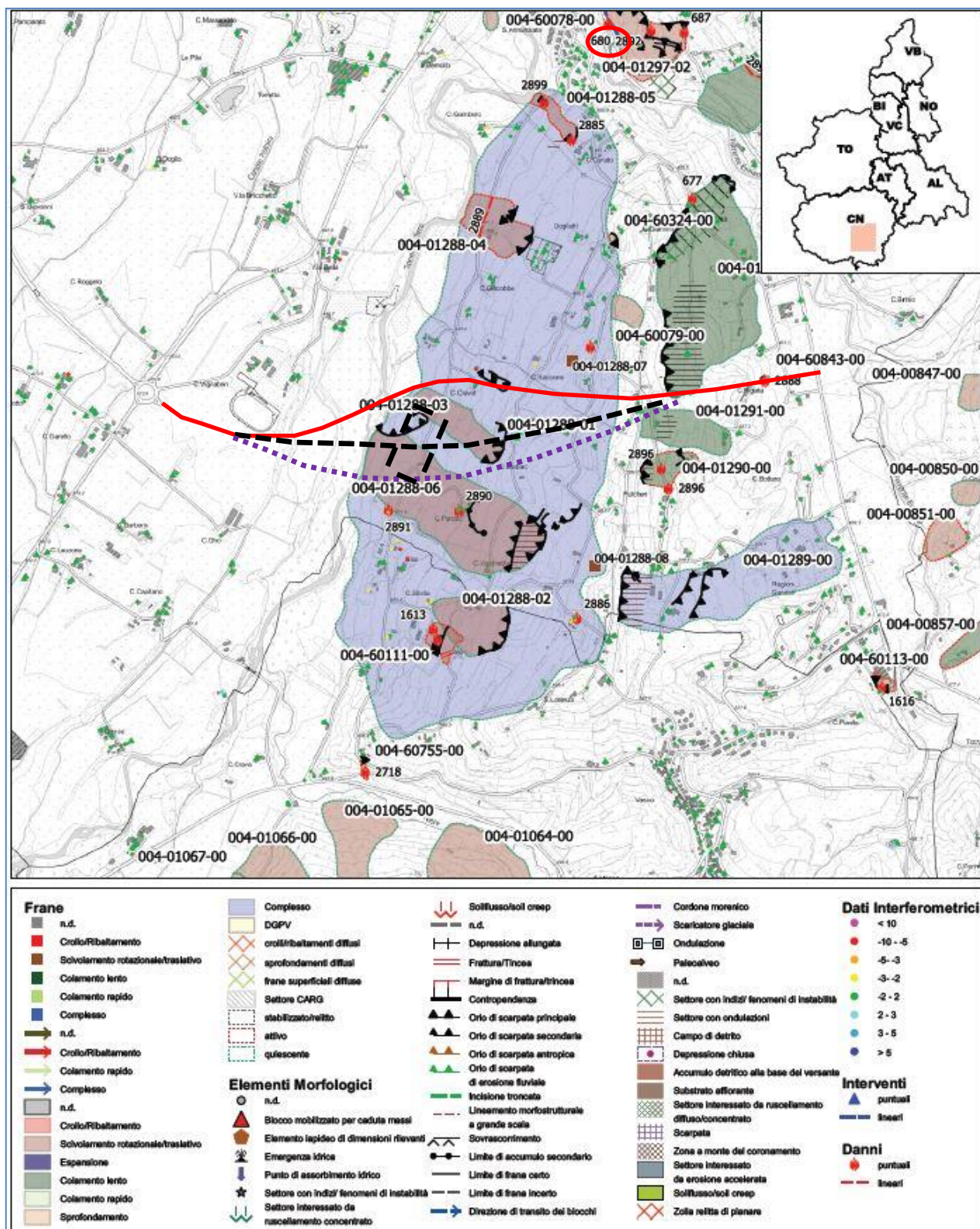


Figura 4.10 Opzioni di tracciato montate sulla scheda Sifrap redatta dall'Arpa riportante la perimetrazione delle frane censite. Al centro tratteggiato nero il tracciato di preliminare (alternativa 1) con l'area impegnata dallo svincolo. In alto e in rosso la variante nord (alternativa 2) che evita l'interferenza con le frane censite. In basso puntinato viola l'alternativa 3 - variante sud.

Come riportato in precedenza, da un punto di vista del regime vincolistico le alternative presentano i medesimi vincoli.

Per quanto riguarda i condizionamenti, presentano gli stessi condizionamenti medi, mentre per quanto concerne i condizionamenti alti, l'alternativa 1 presenta il maggior grado di condizionamento derivante dal rischio geomorfologico proprio per la presenza dell'area di frana cartografata e valutata come attiva.

Al contrario le alternative 2 – variante nord e alternativa 3 – variante sud da un punto di vista dei vincoli e dei condizionamenti risultano praticamente paragonabili, in quanto:

- Non interferiscono con la zona di frana attiva;
- Migliorano il tracciato dal punto planimetrico, prevedendo raggi di curvatura maggiori ed riducendo la lunghezza dei rettilinei;
- Migliorano il tracciato dal punto altimetrico, prevedono l'abbassamento della livelletta, che permette di interessare la zona della frana complessa per una altezza inferiore, inoltre si riduce l'impatto visivo del nuovo asse;
- La livelletta in galleria viene modificata con due pendenze che favoriscono lo scavo da due fronti;
- Il viadotto sul fiume Ellero è di minore sviluppo e con un numero di pile nettamente inferiore rispetto al progetto preliminare che prevedeva 12 pile.

Entrambe le soluzioni prevedono per il tratto in trincea la creazione di una galleria artificiale per il ricucimento del territorio ed il passaggio faunistico.

Di seguito si riporta una tabella schematica finale relativa al livello di fattibilità delle alternative:

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Vincoli	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata
Condizionamenti alti	Fortemente Condizionata	Assenza di significativi Condizionamenti	Mediamente Condizionata
Condizionamenti medi	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata

Comparazione in relazione ai possibili impatti ambientali

Le tre alternative analizzate differiscono principalmente per il tracciato planimetrico della galleria naturale e per la collocazione dell'imbocco della galleria a ovest; in tutti e tre gli scenari sono previste le medesime opere (viadotto, galleria artificiale e naturale) e il medesimo punto di arrivo all'imbocco est, con l'innesto sulla SS28.

Le analisi degli impatti dell'opera sulle matrici che hanno un'influenza maggiore sulla salute pubblica, hanno evidenziato come sostanzialmente l'impatto sia trascurabile, a fronte di un più ampio beneficio in termini di viabilità dell'area vasta.

Alternativa 1 (progetto preliminare)

Il primo tratto, a partire dalla rotatoria esistente a ovest, si sviluppa in rilevato prima e più estesamente in trincea poi lungo la sponda sinistra del fiume Ellero, scavalcato da un viadotto con sviluppo complessivo di 565 m su 13 campate da 43,5 m, caratterizzato da fondazioni profonde su pali e su pozzi, nell'area classificata come frana attiva dal PAI sulla destra idrografica. Prosegue quindi con una galleria naturale che supera la dorsale di S. Lorenzo la quale, disposta circa N-S, separa l'ampia pianura alluvionale del Fiume Ellero, ad ovest, dalla stretta pianura del Torrente Ermena, ad est. La galleria, denominata S. Lorenzo, ha una lunghezza di circa 1.450 m comprensiva dei tratti in artificiale su ambo gli imbocchi rispettivamente da 130 m ad ovest e 72,5 m ad est. Si conclude infine con un breve tratto a raso, o modesto scavo, dove avviene il collegamento con la SS28.

Fra la fine del viadotto Ellero e l'inizio della galleria S Lorenzo il progetto preliminare prevede uno svincolo di connessione con Via Vecchia di Frabosa, in modo da garantire, attraverso questa, un ulteriore collegamento con Mondovì.

Rumore e Atmosfera

Il tracciato dell'Alternativa 1 presenta l'imbocco ovest ad una quota comparabile rispetto all'Alternativa 2 (tracciato nord) ma leggermente più a sud e risulta caratterizzata da una lunghezza totale della galleria di 1.450 m, quindi poco inferiore rispetto all'alternativa prescelta. A differenza di quest'ultima però risulta caratterizzata da un lungo rettilineo di 2,045 m con pendenza longitudinale costante, di cui la maggior parte percorsi in galleria, che favorisce la percorrenza a velocità elevate (al di sopra dei limiti consentiti) con conseguente incremento delle emissioni degli inquinanti in atmosfera e del rumore. Inoltre in questa alternativa era previsto uno svincolo di connessione con Via vecchia di Frabosa con inevitabile aggravio del traffico lungo tale arteria, costellata da recettori civili e comunque non adatta a sostenere un traffico sostenuto, visto il suo carattere rurale. Tale alternativa presenta comunque il numero inferiore di recettori civili coinvolti, rispetto alle altre soluzioni, seppure la distanza media tra questi e l'opera risulti sostanzialmente uguale a quella ottenuta nell'alternativa 2 (variante nord) prescelta.

Paesaggio

Da un punto di vista paesaggistico, le tre alternative risultano equivalenti per la fruibilità delle zone di interesse e la loro percezione dall'esterno risulta comparabile.

Alternativa 2 – Variante nord

L'alternativa 2 è rappresentata dalla variante nord al tracciato di PP.

Si sviluppa in un territorio tutto sommato poco antropizzato ed abitato e prevede un viadotto in corrispondenza del torrente Ellero, la galleria San Lorenzo e l'eliminazione dello svincolo di Via Frabosa. A differenza dell'Alternativa 1 presenta un tratto in galleria naturale leggermente più esteso, ma la curvatura del tracciato sfavorisce velocità di marcia eccessive. Inoltre la scomparsa dello svincolo su Via Vecchia Frabosa, annulla le criticità ad esso legate.

Rumore e Atmosfera

Il numero di ricettori coinvolti dall'opera è maggiore rispetto alle altre due alternative, ma la distanza media tra recettori e opera è in linea con l'Alternativa 1 e comunque superiore all'Alternativa 3, che da questo punto di vista è la peggiore. Questa alternativa presenta comunque la minor lunghezza in rettilineo, sfavorendo elevate velocità di marcia che comportano più elevate emissioni.

Paesaggio

Da un punto di vista paesaggistico, le tre alternative risultano equivalenti per la fruibilità delle zone di interesse e la loro percezione dall'esterno risulta comparabile.

Alternativa 3 – Variante sud

L'alternativa 3 è rappresentata dalla variante sud al tracciato di PP.

Si sviluppa per un primo tratto da ovest sullo stesso tracciato dell'Alternativa 1, per poi proseguire più a sud ed immettersi nella galleria naturale ad una quota leggermente inferiore rispetto alle altre due soluzioni. Anche questa soluzione prevede un viadotto in corrispondenza del torrente Ellero, la galleria San Lorenzo e l'eliminazione dello svincolo di Via Frabosa. L'estensione del tratto in galleria è pari a circa 1600 m quindi superiore alle altre soluzioni analizzate.

Rumore e Atmosfera

Il numero di ricettori coinvolti dall'opera poco si discosta dalla Alternativa 1 ma la distanza media tra recettori e opera è la minore tra tutte le soluzioni analizzate, quindi potenzialmente più impattante. Inoltre una maggiore estensione del tratto in galleria rappresenta un aggravio dal punto di vista del quantitativo di materiale da mobilitare e quindi per il traffico indotto in fase di cantiere. Anche in fase di esercizio una galleria più estesa implica emissioni superiori agli imbocchi. Questa alternativa presenta una lunghezza in rettilineo inferiore rispetto all'Alternativa 1 ma superiore all'Alternativa 2.

Paesaggio

Da un punto di vista paesaggistico, le tre alternative risultano equivalenti per la fruibilità delle zone di interesse e la loro percezione dall'esterno risulta comparabile.

Risultanze

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Rumore e Atmosfera	MEDIO	BASSO	MEDIO
Paesaggio	BASSO	BASSO	BASSO

Fattibilità tecnica

In questo paragrafo si va a confrontare la fattibilità tecnica delle alternative correlata alle caratteristiche tecniche dei tracciati, il diverso grado di sicurezza stradale e la presenza di eventuali infrastrutture esistenti con cui l'opera può interferire.

Alternativa 1 - tracciato preliminare

Prevede:

- Uno svincolo di connessione con Via Vecchia di Frabosa fra la fine del viadotto Ellero e l'inizio della galleria S Lorenzo
- un tratto in galleria naturale leggermente più corto rispetto alle altre alternative
- due rettilinei di cui uno molto lungo (più di 2 km) che si sviluppa per gran parte in galleria naturale
- la sezione della galleria San Lorenzo con un raggio interno pari a 5,89 m, inferiore a quanto indicato dalle Linee Guida ANAS. Queste prevedono, per strade di tipo C1, un raggio interno pari a 6,45 m.
- nel PP non è presente alcuna via di fuga in caso di emergenza.

Alternativa 2 – variante nord

Prevede:

- l'eliminazione dello svincolo di Via Frabosa, come richiesto dal Comune di Mondovì con nota prot. 22002 del 05.07.2018
- a differenza dell'Alternativa 1 presenta un tratto in galleria naturale leggermente più esteso, rettilinei più corti e con una maggior curvatura del tracciato che sfavorisce velocità di marcia eccessive.

Alternativa 3 – variante sud

Prevede:

- l'eliminazione dello svincolo di Via Frabosa, come richiesto dal Comune di Mondovì con nota prot. 22002 del 05.07.2018
- un tratto in galleria naturale più esteso rispetto alle alternative precedenti
- rettilinei più corti rispetto all'alternativa 1
- una maggior curvatura del tracciato rispetto all'alternativa 1 che sfavorisce velocità di marcia eccessive.

Risultati

L'alternativa 1 non rispetta per alcuni elementi le Linee Guida ANAS e le richieste del Comune di Mondovì e prevede un rettilineo molto lungo che si sviluppa per gran parte all'interno della galleria naturale che agevolerebbe le elevate velocità, a discapito della sicurezza stradale.

Le altre due alternative, la variante nord e quella sud, rispettano quanto indicato dalle Linee Guida ANAS in merito ai raggi di curvatura ed alla lunghezza dei rettilinei e si diversificano in particolare per una diversa lunghezza della galleria naturale, seppur ridotta, e per numero e lunghezza dei rettilinei, che sono maggiori come numero nell'alternativa 2 ma di lunghezza inferiore.

Di seguito si riporta una tabella schematica finale relativa al livello di fattibilità delle alternative:

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Fattibilità tecnica/sicurezza stradale	Difficile Fattibilità	Normale Fattibilità	Normale Fattibilità
Interferenza con infrastrutture	Normale Fattibilità	Normale Fattibilità	Normale Fattibilità

Conclusioni del confronto tra le ragionevoli alternative analizzate

Il confronto tra le alternative progettuali proposte è stato effettuato su tre livelli di approfondimento distinti, per tenere conto degli aspetti significativi che determinano la fattibilità e la compatibilità ambientale dell'opera:

- Presenza di vincoli e/o condizionamenti nell'area interessata dall'opera
- Fattibilità tecnica dell'opera/ sicurezza stradale/Interferenze con infrastrutture
- Impatti ambientali

Il grado di condizionamento derivante dal rischio geomorfologico, dovuto alla presenza dell'area di frana (si veda elaborato 03.01_P00_GE00_GEO_RE01_ARelazione geologica, geomorfologica e idrogeologica) e l'analisi della fattibilità hanno portato a scartare l'Alternativa 1, ritenuta quindi non attuabile.

La valutazione dei possibili impatti sull'ambiente sulle soluzioni ritenute fattibili dalle analisi sopra richiamate, ha evidenziato un leggero miglioramento nell'Alternativa 2 rispetto all'Alternativa 3. Inoltre l'Alternativa 2 è caratterizzata dall'assenza di condizionamenti alti che la rende pertanto preferibile sotto ogni punto di vista.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Vincoli	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata
Condizionamenti alti	Fortemente Condizionata	Assenza di significativi Condizionamenti	Mediamente Condizionata
Condizionamenti medi	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata
Fattibilità tecnica/sicurezza stradale	Difficile Fattibilità	Normale Fattibilità	Normale Fattibilità
Interferenza con infrastrutture	Normale Fattibilità	Normale Fattibilità	Normale Fattibilità
Impatti Rumore e Atmosfera	Non valutabile	BASSO	MEDIO
Impatti Paesaggio	Non valutabile	BASSO	BASSO

4.5.2 ASSE SECONDARIO

Analisi vincoli / condizionamenti

Nella seguente analisi si è considerato se i diversi tracciati vanno ad interessare aree soggette a vincoli o che presentano determinati condizionamenti.

I condizionamenti vengono divisi in base alla rilevanza come segue:

- condizionamenti alti: beni archeologici, beni paesaggistici immobili, presenza di frane attive, parchi, siti della Rete Natura 2000
- condizionamenti medi: presenza frane inattive/quiescenti, beni paesaggistici areali, aree soggette a pericolosità di alluvione.

L'alveo del t. Ermena non risulta classificato come area soggetta a pericolosità di alluvioni secondo il Piano Gestione Rischio Alluvioni.

Ipotesi A

Il tracciato dell'ipotesi A risulta essere interessato dai seguenti vincoli:

- vincolo idrogeologico
- vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs 42/04 per la fascia di rispetto fluviale
- vincolo geomorfologico (da PRG)
 - CLASSE_2 - Aree a pericolosità geomorfologica moderata - Classe 2
 - CLASSE_3A2 - Aree a pericolosità geomorfologica da elevata a molto elevata - Classe 3a2

Il tracciato dell'ipotesi A risulta intersecare i seguenti condizionamenti alti:

- beni paesaggistici immobili: Edificio segnalato ai sensi dell'art. 24 L.u.r. 56/77 - a: di carattere storico-artistico. Si tratta della cappella della SS Annunziata

Il tracciato dell'ipotesi A risulta intersecare i seguenti condizionamenti medi:

- frana inattiva/quiescente in corrispondenza della rotatoria sulla S.S.28,
- attraversa il corso d'acqua t. Ermena e la relativa fascia di rispetto,

Il tracciato non interessa aree protette, siti della Rete Natura 2000 o aree a rischio archeologico.

Ipotesi B

Il tracciato dell'ipotesi B risulta essere interessato dai seguenti vincoli:

- vincolo idrogeologico
- vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs 42/04 per la fascia di rispetto fluviale
- vincolo geomorfologico (da PRG)

- CLASSE_2 - Aree a pericolosità geomorfologica moderata - Classe 2
- CLASSE_3A2 - Aree a pericolosità geomorfologica da elevata a molto elevata - Classe 3a2

Il tracciato dell'ipotesi B risulta intersecare i seguenti condizionamenti alti:

- Nessuno

Il tracciato dell'ipotesi B risulta intersecare i seguenti condizionamenti medi:

- frana inattiva/quiescente in corrispondenza della rotatoria sulla S.S.28,
- attraversa il corso d'acqua t. Ermena e la relativa fascia di rispetto,

Il tracciato non interessa aree protette, siti della Rete Natura 2000, aree a rischio archeologico o beni culturali.

Ipotesi C

Il tracciato dell'ipotesi C risulta essere interessato dai seguenti vincoli:

- vincolo idrogeologico
- vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs 42/04 per la fascia di rispetto fluviale
- vincolo geomorfologico (da PRG)
 - CLASSE_2 - Aree a pericolosità geomorfologica moderata - Classe 2
 - CLASSE_3A2 - Aree a pericolosità geomorfologica da elevata a molto elevata - Classe 3a2

Il tracciato dell'ipotesi C risulta intersecare i seguenti condizionamenti alti:

- beni paesaggistici immobili: Edificio segnalato ai sensi dell'art. 24 L.u.r. 56/77 - a: di carattere storico-artistico. Si tratta della cappella della SS Annunziata

Il tracciato dell'ipotesi C risulta intersecare i seguenti condizionamenti medi:

- frana inattiva/quiescente in corrispondenza della rotatoria sulla S.S.28,
- attraversa il corso d'acqua t. Ermena e la relativa fascia di rispetto,

Il tracciato non interessa aree protette, siti della Rete Natura 2000 o aree a rischio archeologico.

Ipotesi D

Il tracciato dell'ipotesi D risulta essere interessato dai seguenti vincoli:

- vincolo idrogeologico
- vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs 42/04 per la fascia di rispetto fluviale
- vincolo geomorfologico (da PRG)
 - CLASSE_2 - Aree a pericolosità geomorfologica moderata - Classe 2
 - CLASSE_3A2 - Aree a pericolosità geomorfologica da elevata a molto elevata - Classe 3a2

Il tracciato dell'ipotesi D risulta intersecare i seguenti condizionamenti alti:

- Nessuno

Il tracciato dell'ipotesi D risulta intersecare i seguenti condizionamenti medi:

- frana inattiva/quiescente in corrispondenza della rotatoria sulla S.S.28,
- attraversa il corso d'acqua t. Ermena e la relativa fascia di rispetto,

Il tracciato non interessa aree protette, siti della Rete Natura 2000, aree a rischio archeologico o beni culturali.

Ipotesi E

Il tracciato dell'ipotesi E risulta essere interessato dai seguenti vincoli:

- vincolo idrogeologico
- vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs 42/04 per la fascia di rispetto fluviale
- vincolo geomorfologico (da PRG)
 - CLASSE_2 - Aree a pericolosità geomorfologica moderata - Classe 2
 - CLASSE_3A2 - Aree a pericolosità geomorfologica da elevata a molto elevata - Classe 3a2

Il tracciato dell'ipotesi E risulta intersecare i seguenti condizionamenti alti:

- Nessuno

Il tracciato dell'ipotesi E risulta intersecare i seguenti condizionamenti medi:

- frana inattiva/quiescente in corrispondenza della rotatoria sulla S.S.28,
- attraversa il corso d'acqua t. Ermena e la relativa fascia di rispetto,

Il tracciato non interessa aree protette, siti della Rete Natura 2000, aree a rischio archeologico o beni culturali.

Risultati

In conclusione le diverse ipotesi presentano i medesimi vincoli ed i medesimi condizionamenti medi. La discriminante principale è rappresentata dai condizionamenti alti, rappresentati nel dettaglio nel vincolo paesaggistico derivante dalla cappella della SS Annunziata, in quanto edificio di carattere storico-artistico.

Nello specifico le ipotesi A e C vanno ad interferire con l'area di pertinenza della cappella, anche se non direttamente con la stessa. L'ipotesi A ingloba all'interno della rotatoria in sinistra orografica la cappella della SS Annunziata, rendendone ardua la fruizione, mentre l'ipotesi C occupa l'area absidale della cappella.

Per tali motivi risultano peggiori rispetto alle altre ipotesi di tracciato.

Per quanto riguarda le ipotesi B, D ed E, dal punto di vista del regime vincolistico e dei condizionamenti si equivalgono.

Di seguito si riporta una tabella schematica finale relativa al livello di fattibilità delle alternative:

	Ipotesi A	Ipotesi B	Ipotesi C	Ipotesi D	Ipotesi E
Vincoli	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata
Condizionamenti alti	Fortemente Condizionata	Assenza di significativi Condizionamenti	Fortemente Condizionata	Assenza di significativi Condizionamenti	Assenza di significativi Condizionamenti
Condizionamenti medi	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata

Comparazione in relazione ai possibili impatti ambientali

IPOTESI A

Rumore e Atmosfera

Questa ipotesi presenta il minor numero di recettori coinvolti, ma anche la minor distanza media tra recettori e opera, rendendo quindi l'impatto potenzialmente superiore.

Paesaggio

Per l'opera in oggetto il principale elemento di pregio presente è rappresentato dalla cappella SS. Annunziata, che con l'ipotesi A risulta di scarsa fruibilità.

IPOTESI B

Rumore e Atmosfera

Questa ipotesi presenta il maggior numero di recettori coinvolti, ma la distanza media tra recettori e opere è superiore rispetto all'ipotesi A.

Paesaggio

Con questa soluzione i veicoli comunque provenienti dalla rotatoria rappresentano un elemento di disturbo per i frequentatori della cappella e da questa zona di elevato valore paesaggistico, l'impatto dell'opera sarebbe significativo.

IPOTESI C

Rumore e Atmosfera

Questa ipotesi presenta un numero di recettori coinvolti e la distanza media tra recettori e opere in linea con l'ipotesi A.

Paesaggio

Questa soluzione presenta le medesime criticità dell'ipotesi A per quanto riguarda fruibilità dell'area della cappella e in genere del parco prospiciente.

IPOTESI D

Rumore e Atmosfera

Simile all'ipotesi B, questa soluzione, non prevedendo la rotonda sul lato a destra idrografica del T. Ermena, è peggiorativa da un punto di vista viabilistico e quindi conseguentemente per le emissioni in atmosfera e rumore.

Paesaggio

Con questa soluzione i veicoli comunque provenienti dallo svincolo rappresentano un elemento di disturbo per i frequentatori della cappella e da questa zona di elevato valore paesaggistico, l'impatto dell'opera sarebbe notevole.

IPOTESI E

Rumore e Atmosfera

Il numero di recettori coinvolti in questa soluzione è a metà strada tra le ipotesi A e C e le ipotesi B e D, ma la distanza media tra opera e recettori è la maggiore tra tutte le soluzioni analizzate, quindi con un potenziale minor impatto.

Paesaggio

Questa soluzione consente la chiusura dell'attuale strada che costeggia la cappella lungo il T. Ermena e quindi la valorizzazione del luogo di pregio includendolo in un parco che funge anche da elemento di separazione tra l'opera e la cappella. La fruibilità di quest'ultima migliora, anche rispetto alla situazione attuale.

Risultati

	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa D	Alternativa E
Rumore e Atmosfera	BASSA	MEDIA	BASSA	MEDIA	MEDIA
Paesaggio	ALTA	MEDIA	ALTA	MEDIA	BASSA

Fattibilità tecnica

In questo paragrafo si va a confrontare la fattibilità tecnica delle alternative correlata alle caratteristiche tecniche dei tracciati, il diverso grado di sicurezza stradale e la presenza di eventuali infrastrutture esistenti con cui l'opera può interferire.

Ipotesi A

- Interferenza con l'acquedotto
- Interferenza con il giardino pubblico
- posizionamento non ottimale della rotonda sulla S.S. n. 28 in destra orografica, in quanto posta in corrispondenza di un alto muro intirantato a presidio del versante instabile realizzato con non poche difficoltà durante i lavori di rettifica della statale negli anni '70.

Ipotesi B

- eccessiva pendenza dell'attraversamento, superiore al 10%.
- limitata interferenza con il giardino pubblico
- posizionamento non ottimale della rotonda sulla S.S. n. 28 in destra orografica, in quanto posta in corrispondenza di un alto muro intirantato a presidio del versante instabile realizzato con non poche difficoltà durante i lavori di rettifica della statale negli anni '70.

Ipotesi C

- Interferenza con l'acquedotto
- peggioramento dello sbarco in via dell'Annunziata, per la presenza di innumeri passi carrai
- posizionamento non ottimale della rotonda sulla S.S. n. 28 in destra orografica, in quanto posta in corrispondenza di un alto muro intirantato a presidio del versante instabile realizzato con non poche difficoltà durante i lavori di rettifica della statale negli anni '70.

Ipotesi D

- eccessiva pendenza dell'attraversamento
- limitata interferenza con il giardino pubblico
- eliminazione della rotatoria in sinistra orografica comporta una peggiore funzionalità dell'intersezione.
- posizionamento non ottimale della rotonda sulla S.S. n. 28 in destra orografica, in quanto posta in corrispondenza di un alto muro intirantato a presidio del versante instabile realizzato con non poche difficoltà durante i lavori di rettifica della statale negli anni '70.

Ipotesi E

- nessuna interferenza

Risultati

Le ipotesi A, B, C e D prevedono un inserimento non ottimale della sulla S.S. n. 28, in quanto in corrispondenza di un alto muro intirantato a presidio del versante instabile, classificato come frana inattiva/quiescente.

L'ipotesi E prevede una collocazione migliore della suddetta rotatoria.

Le ipotesi A e C interferiscono con l'acquedotto, mentre le ipotesi B e D prevedono un'eccessiva pendenza del ponte.

Alla luce delle sopracitate problematiche, attentamente analizzate anche con i tecnici del Comune che ha richiesto questo intervento, è stata individuata la soluzione finale, che individua la posizione della rotonda sulla statale S.S. 28 circa 50 m a monte, senza interferire con il muro intirantato, e attraversa l'alveo del torrente Ermena pressoché in modo perpendicolare al suo scorrimento, ponendo la rotatoria in sinistra orografica al lembo meridionale dell'area a parco, senza disturbare la fruizione della cappella della SS Annunziata e l'attrezzatura a servizio dell'acquedotto.

Di seguito si riporta una tabella schematica finale relativa al livello di fattibilità delle alternative:

	Ipotesi A	Ipotesi B	Ipotesi C	Ipotesi D	Ipotesi E
Fattibilità tecnica/sicurezza stradale	Media Fattibilità	Difficile Fattibilità	Media Fattibilità	Difficile Fattibilità	Normale Fattibilità
Interferenza con infrastrutture	Difficile Fattibilità	Media Fattibilità	Difficile Fattibilità	Media Fattibilità	Normale Fattibilità

Conclusioni del confronto tra le ragionevoli alternative analizzate

Il confronto tra le alternative progettuali proposte è stato effettuato su tre livelli di approfondimento distinti, per tenere conto degli aspetti significativi che determinano la fattibilità e la compatibilità ambientale dell'opera:

- Presenza di vincoli e/o condizionamenti nell'area interessata dall'opera
- Fattibilità tecnica dell'opera/ sicurezza stradale/Interferenze con infrastrutture
- Impatti ambientali

In conclusione le diverse ipotesi presentano i medesimi vincoli ed i medesimi condizionamenti medi. La discriminante principale è rappresentata dai condizionamenti valutati come di alto livello, rappresentati nel dettaglio nel vincolo paesaggistico derivante dalla cappella della SS Annunziata, in quanto edificio di carattere storico-artistico. **Pertanto l'Ipotesi A e l'Ipotesi C non possono essere attuabili, in quanto andrebbero ad interferire con l'area di pertinenza della cappella, rendendone arduo l'accesso.**

L'analisi degli impatti conduce ad una sostanziale equivalenza tra le alternative ritenute fattibili, mentre alcuni elementi legati alle caratteristiche tecniche e di sicurezza del tracciato rendono nettamente preferibile l'Ipotesi E rispetto alle altre soluzioni analizzate.

	Ipotesi A	Ipotesi B	Ipotesi C	Ipotesi D	Ipotesi E
Vincoli	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata
Condizionamenti alti	Fortemente Condizionata	Assenza di significativi Condizionamenti	Fortemente Condizionata	Assenza di significativi Condizionamenti	Assenza di significativi Condizionamenti
Condizionamenti medi	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata
Fattibilità tecnica/sicurezza stradale	Media Fattibilità	Difficile Fattibilità	Media Fattibilità	Difficile Fattibilità	Normale Fattibilità
Interferenza con infrastrutture	Difficile Fattibilità	Media Fattibilità	Difficile Fattibilità	Media Fattibilità	Normale Fattibilità
Rumore e Atmosfera	Non Valutabile	Non Valutabile	Non Valutabile	Non Valutabile	MEDIA
Paesaggio	Non Valutabile	Non Valutabile	Non Valutabile	Non Valutabile	BASSA

4.6 LA MIGLIORE RISPONDENZA AGLI OBIETTIVI – SCELTA DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

ASSE PRINCIPALE

Come si ricava dalle analisi riportate al paragrafo precedente, la soluzione migliore sia per quanto riguarda i vincoli, i condizionamenti, gli impatti indotti e la fattibilità tecnica risulta essere l'alternativa 2, in particolare alla luce delle analisi svolte in merito al rischio geomorfologico del colle S. Lorenzo, sede della galleria naturale.

Anche per quanto riguarda gli impatti derivanti da emissioni acustiche ed atmosferiche di inquinanti, l'alternativa 2 risulta la meno impattante.

Al capitolo seguente si riporta una descrizione di massima del progetto.

ASSE SECONDARIO

Come si ricava dalle analisi riportate al paragrafo precedente, la soluzione migliore sia per quanto riguarda i vincoli, i condizionamenti, gli impatti indotti e la fattibilità tecnica risulta essere l'ipotesi E.

Le ipotesi A e C interferiscono con la cappella della SS Annunziata e con l'adiacente opera dell'acquedotto e per questo sono state scartate. Le ipotesi B e D presentano le stesse problematiche per quanto riguarda l'eccessiva pendenza del ponte, superiore al 10%, ritenuta eccessiva. Inoltre le alternative A, B, C e D prevedono la rotatoria di connessione con la SS 28 nel medesimo punto, che risulta non ottimale in quanto sito in corrispondenza di un alto muro intirantato a presidio del versante instabile realizzato con non poche difficoltà durante i lavori di rettifica della statale negli anni '70.

Solamente l'alternativa E prevede un inserimento differente della rotatoria sulla SS28, in un punto in cui non interferisce con il suddetto muro intirantato. Inoltre la soluzione E non interferisce con la cappella, con la struttura a servizio del pubblico acquedotto e comporta una buona funzionalità dell'intersezione su Rione Borgato. Inoltre dal punto di vista paesaggistico interferisce in minor misura con il giardino pubblico che, al contrario, viene ingrandito. La chiusura dell'attuale strada che costeggia la cappella lungo il T. Ermena consente di valorizzazione la cappella, includendola in un parco che funge anche da elemento di separazione tra l'opera e la cappella. La fruibilità di quest'ultima e del parco pubblico migliorano, anche rispetto alla situazione attuale.

Al capitolo seguente si riporta una descrizione di massima del progetto.

5 LA SOLUZIONE DI PROGETTO

Di seguito si riporta una breve descrizione della soluzione di progetto scelta sia per il tracciato della variante che per l'opera di collegamento con rione Borgato. Per dettagli si rimanda agli elaborati di progetto definitivo.

5.1 IL TRACCIATO DI PROGETTO

5.1.1 ASSE PRINCIPALE

L'arteria, in analogia con i lotti precedenti, è una identificabile come strada di classe C1 a doppio senso di marcia con corsie da 3,75 m, banchine laterali da 1,5 m ed elementi marginali secondo normativa per una velocità di progetto minima di 60 Km/h e massima di 100 Km/h.

Il tracciato dell'asse principale ha una lunghezza complessiva di 2667 m circa e il suo andamento ha una direzione sostanzialmente Ovest-Est.

L'intervento ha inizio sull'esistente rotatoria nella S.P. 5 Villanova – Mondovì, termine del 2° lotto già realizzato, e prosegue verso Est, superando il fiume Ellero, fino a giungere all'innesto sulla Statale 28 tramite svincolo a rotatoria.

Dopo un tratto in rilevato, trincea e galleria artificiale lungo circa 700 m scavalca il Torrente Ellero tramite un viadotto che raggiunge in sponda destra il piede della collina monregalese di S. Lorenzo, ad una quota inferiore rispetto a Via Vecchia di Frabosa. Al viadotto fa pertanto seguito la galleria naturale S. Lorenzo, che attraversa una dorsale collinare allungata in direzione Nord – Sud. L'opera in sotterraneo sottopassa non solo Via Vecchia di Frabosa ma anche altre due viabilità ad essa parallele, poste a quota assai maggiore, Via delle Oche e Via Vecchia di Monastero. Al termine della galleria il tracciato prosegue verso oriente con un breve tratto all'aperto lungo circa un centinaio di metri e si collega, tramite una rotatoria, con la S.S. 28.

Nel dettaglio il tracciato di progetto si stacca dall'attuale S.P. 'Villanova-Mondovì e dopo l'innesto sulla rotatoria esistente prosegue fino affacciarsi alla valle determinata dall'incisione del torrente Ellero con un'ampia curva di $R=700,00$ m e con pendenza (3,49%) in trincea fino al termine della galleria artificiale posta tra la progressiva 0+375 e la progressiva-0+525. Esso continua con un tratto in rilevato e alla progressiva 0+725, per superare il torrente Ellero, ha inizio il viadotto omonimo di 240,00 m di lunghezza, al termine del quale si ha un tratto di circa 150,00 m in rilevato prima di arrivare alla progressiva 1+125 dove inizia la galleria naturale che si sviluppa planimetricamente con una doppia curva di $R = 1100$ m con interposta clotoide di flesso.

La progettazione del tracciato ha inteso perfezionare i principi informatori del progetto preliminare, a parità di localizzazione delle sezioni iniziali e finali grazie alla definizione di un ampio andamento curvilineo con raggio minimo di 700 m, più sicuro rispetto al lungo rettilineo con una curva di 400 m di raggio al termine presente nel preliminare, riuscendo al contempo a ridurre significativamente l'intrusione visiva dell'intervento grazie ad una riduzione di quota del viadotto Ellero di oltre 10 m.

Le opere d'arte presenti sono, di conseguenza, la nuova galleria artificiale alla progr. km 0+375 con sezione rettangolare ed uno sviluppo di 150 m, il confermato Viadotto Ellero alla progr. km 0+735, composto da quattro campate per una lunghezza totale di 240 m, e la galleria S Lorenzo, anch'essa confermata, alla progr. km 1+125

con uno sviluppo totale di circa 1.412 m comprensivi dei tratti in artificiale agli imbocchi di lunghezza pari a circa 60 m lato Ovest e 55 m sul lato Est. La copertura della galleria naturale varia tra un minimo di circa 10 m in zona imbocco fino ad un massimo di 110 m nel settore centrale. La galleria San Lorenzo attraversa la omonima collina monregalese fino al versante a Oriente di tale dorsale. Dopo 130,00 m dall'uscita s'innesta sulla S.S. 28 con uno svincolo a rotatoria.

L'alimetria del tracciato è stata definita tenendo conto della quota determinata dal franco idraulico del Torrente Ellero e dalle quote di innesto sulle viabilità esistenti al fine di intestare lo scavalco del torrente alla minore quota possibile pur mantenendo pendenze longitudinali non eccessivamente accentuate.

L'andamento altimetrico a partire dalla rotatoria inizia, di conseguenza, in leggera salita con una pendenza dell'ordine del 0.5% e poi scende fino al torrente con pendenza (3,49%), dopo un raccordo concavo $R = 7000$ si prosegue, infine, con pendenza costante in salita del 1,5 % fino a raggiungere la SS 28 esistente a fine lotto.

La figura seguente riporta il profilo di progetto a scale alterate.

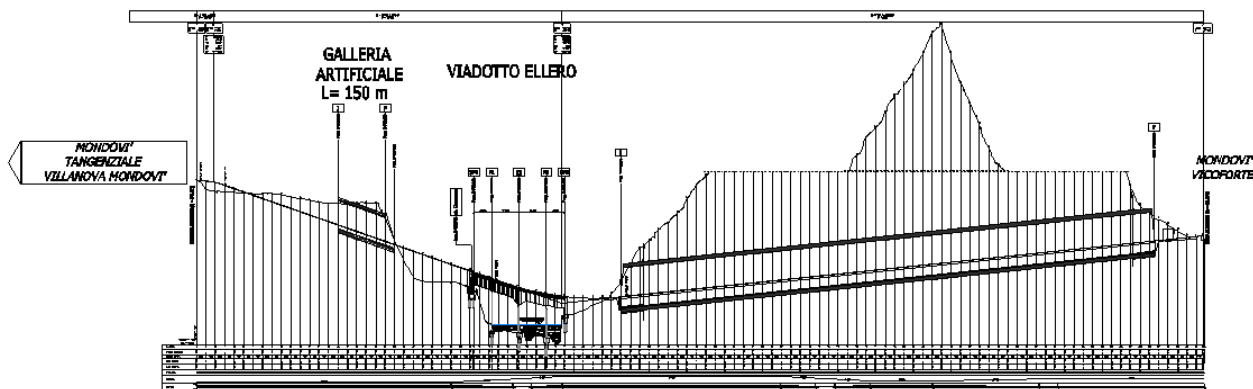


Figura 5.1 Profilo di progetto

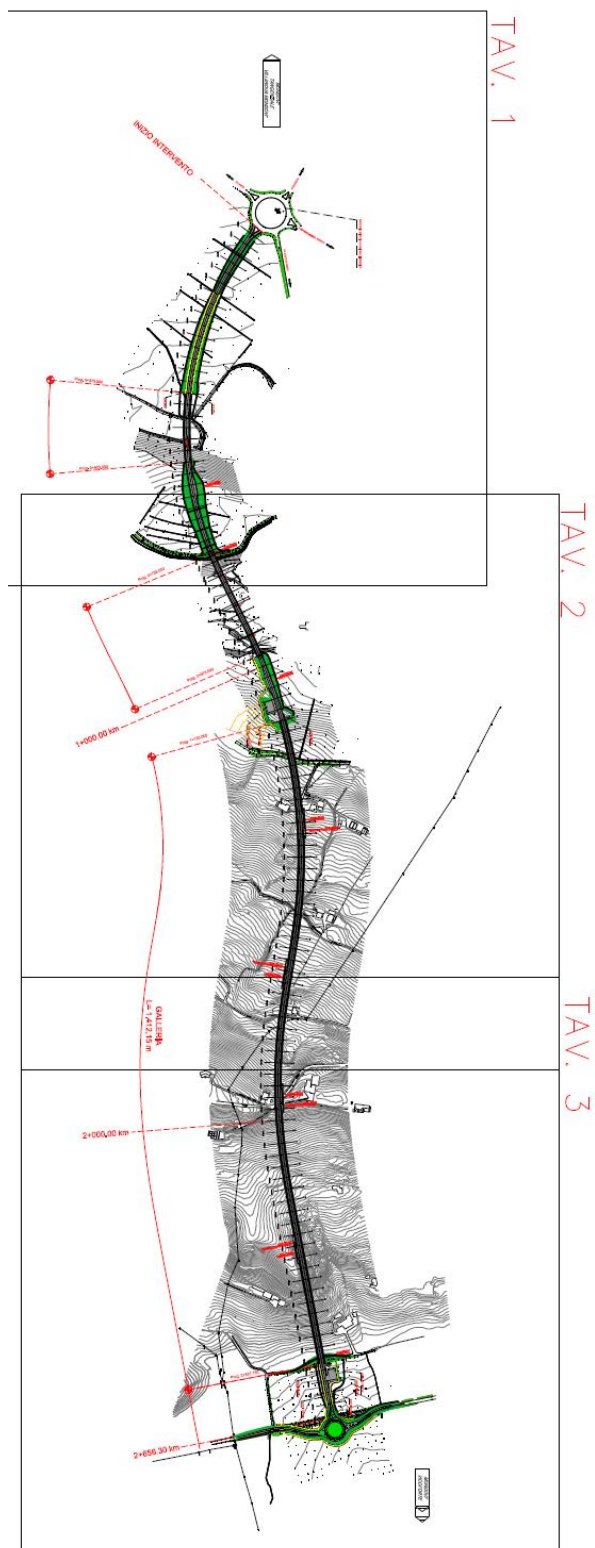


Figura 5.2 Planimetria d'insieme. Estratto 09.03_P01_PS00_TRA_PL01

5.1.2 ASSE SECONDARIO

Il Progetto Preliminare prevedeva anche uno svincolo sulla Via Vecchia di Frabosa, fra il viadotto Ellero e la Galleria S Lorenzo, per il collegamento con il Rione Borgato di Mondovì. Lo stesso Comune di Mondovì, con nota prot 22002 del 05-07.2018, ha richiesto una modifica al Progetto Preliminare con la soppressione del citato svincolo e la realizzazione, in sua vece ed in posizione distaccata rispetto al tracciato principale (circa 1,5 Km a nord), di un collegamento fra il rione Borgato ed il Km 31 della S.S.28 mediante un ponte che scavalca il torrente Ermena in ambito urbano.

La scelta progettuale è stata fortemente influenzata dalla corografia dei luoghi, dall'assetto geomorfologico nonché dalla antropizzazione marcata del territorio.

L'intervento si inserisce nella viabilità esistente, sia lato S.S.28 che lato rione Borgato, tramite due rotatorie; il nuovo tratto di strada compreso tra le due ha uno sviluppo di circa 107m di cui 84m sono rappresentati dal ponte che scavalca il torrente Ermena con due luci e prevede, appunto, un nuovo tratto stradale che mette in collegamento la SS 28 al km 31, attraversando il torrente Ermena, con la zona a sud dell'abitato di Mondovì in corrispondenza della chiesetta dell'Annunziata in località Rione Borgato.

Il tracciato stradale proposto si innesta sulla SS 28 subito dopo una piazzola di sosta, realizzata in occasione della rettifica che il tracciato ha avuto negli anni settanta, con una intersezione a rotatoria a tre rami di diametro esterno mt. 36,50, attraversa il torrente Ermena con un viadotto di 80,00 m di lunghezza al termine del quale, si ha un tratto di circa 30m in rilevato prima di arrivare seconda rotatoria di diametro mt. esterno 29,50.

Il tratto stradale in oggetto avrà le caratteristiche geometriche di una strada locale extraurbana di tipo C2, così come specificate nel D.M. 05/11/2005 e si è associato una velocità di progetto 30 ÷ 50 km/h.

L'intervento prevede inoltre la riorganizzazione della viabilità del Rione Borgato e ampliamento del parco comunale a presidio della cappella della Annunziata.



Figura 5.3 Asse secondario – Collegamento Rione Borgato con S.S.28

5.2 OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

5.2.1 VIADOTTO ELLERO

Il viadotto Ellero scavalca l'omonimo fiume in corrispondenza della progressiva 0+735,6 km dell'asse principale, essendo l'esordio delle progressive previsto in corrispondenza del termine del lotto 2 già eseguito.

L'opera in oggetto è costituita complessivamente da quattro campate con la seguente scansione di luci 48 m + 72 m + 72 m + 48 m per una lunghezza complessiva di 240 m con schema statico a trave continua.

Lo sviluppo planimetrico dell'impalcato è caratterizzato da una doppia curvatura in clotoide di flesso tra due curve con raggio di 700 m e 1100 m; sulla spalla Sp1 la pendenza longitudinale è del 3.49% che si riduce lungo lo sviluppo per l'inserimento di un raccordo altimetrico concavo con raggio di 7000 m.

L'impalcato in struttura mista acciaio-calcestruzzo è realizzato con due travi in acciaio auto-protetto tipo Corten in acciaio S355, di sezione a doppio T con anima verticale con una altezza costante pari a 2.70 m ad eccezione dei conci a cavallo della pila 2 dove, in corrispondenza delle luci maggiori, hanno un'altezza variabile da 2.70 m a 4.00 m.

Il montaggio avverrà con sollevamento dal basso mediante autogrù con l'ausilio di pile provvisorie sulle campate di maggiore luce.

La spalla A del viadotto Ellero è posta al margine del pianoro ivi presente che ospita il canale Carassone di irrigazione e produzione di energia elettrica; al suo margine di monte è sita una strada di manutenzione che viene spostata localmente a tergo della spalla stessa, passando all'interno di uno scatolare con luce di 7 m e altezza di 4,5 m posto senza soluzione di continuo col muro frontale della struttura.

Così configurata la spalla 1 ha una altezza media di 5,35 m al filo superiore del paraghiaia e una lunghezza del plinto di fondazione di circa 15 m. per garantire il contenimento del terreno lasciando libero il passaggio a tergo sono presenti due orecchie lunghe 7 m.

La spalla B, di esecuzione ordinaria, ha una altezza media di 5,8 m e una lunghezza del plinto di fondazione di 8 m.

Le pile, in numero di tre, sono di sezione circolare con diametro di 3 m e hanno una altezza massima dei fusti di circa 10 m (P2 e P3) e di 11.5 m la P1. Le pile poggiano su plinti di fondazione rettangolari di altezza pari a 2 m, opportunamente protetti di massi di grande diametro ed ammassati sul bedrock ubicato a circa 3 m di profondità dal fondo del corso d'acqua, costituito da materiali scioli.

I plinti poggiano su pali trivellati rivestiti a tutta altezza con diametro 880 mm e profondità tra 19 e 26 m.

Per il sostegno degli scavi per la realizzazione delle fondazioni delle pile sono previste paratie provvisorie di pali secanti $\varnothing 880$.

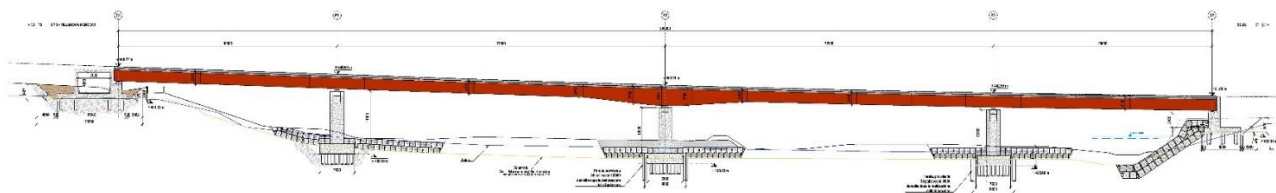


Figura 5.4 Sezione longitudinale Viadotto Ellero

A protezione di sponde e pile sono state previste le seguenti opere:

- **Scogliere laterali:** in progetto è prevista la realizzazione di una scogliera in massi ciclopici a protezione della spalla S2 che si trova in sponda destra. La protezione si estende per un tratto di circa 215 m, di cui circa 155 m a monte del nuovo attraversamento e i restanti 60 m a valle. Il tratto a monte è così esteso per inglobare tutta l'ansa che l'alveo fa appena prima dell'attraversamento. La scogliera sarà prolungata sotto il talweg per ammassarsi con il piede all'interno dello strato marnoso riscontrato nei sondaggi, in questo modo si fornisce una buona stabilità al piede dell'opera di protezione anche nel caso vi fosse un abbassamento del fondo a causa di una evoluzione erosiva dell'alveo.
- **Protezione delle pile:** nonostante le pile siano state dimensionate per tenere conto del massimo scalzamento della corrente si è previsto comunque di proteggere il plinto di fondazione con uno doppio strato di massi ciclopici. L'estensione planimetrica delle protezioni è stata pensata considerando la profondità massima di scavo e la classica forma lasciata dall'erosione. Anche in questo caso al fine di proteggere le nuove opere contro eventuali abbassamenti del fondo alveo causati da una tendenza evolutiva in erosione, si sono ammassati i plinti di fondazione nello strato marnoso che è può essere eroso dalla corrente con processi

evolutivi molto più lenti rispetto a quelli caratteristici dei materiali granulari. La protezione molto ampia in massi sciolti è appoggiata direttamente sullo strato marnoso.

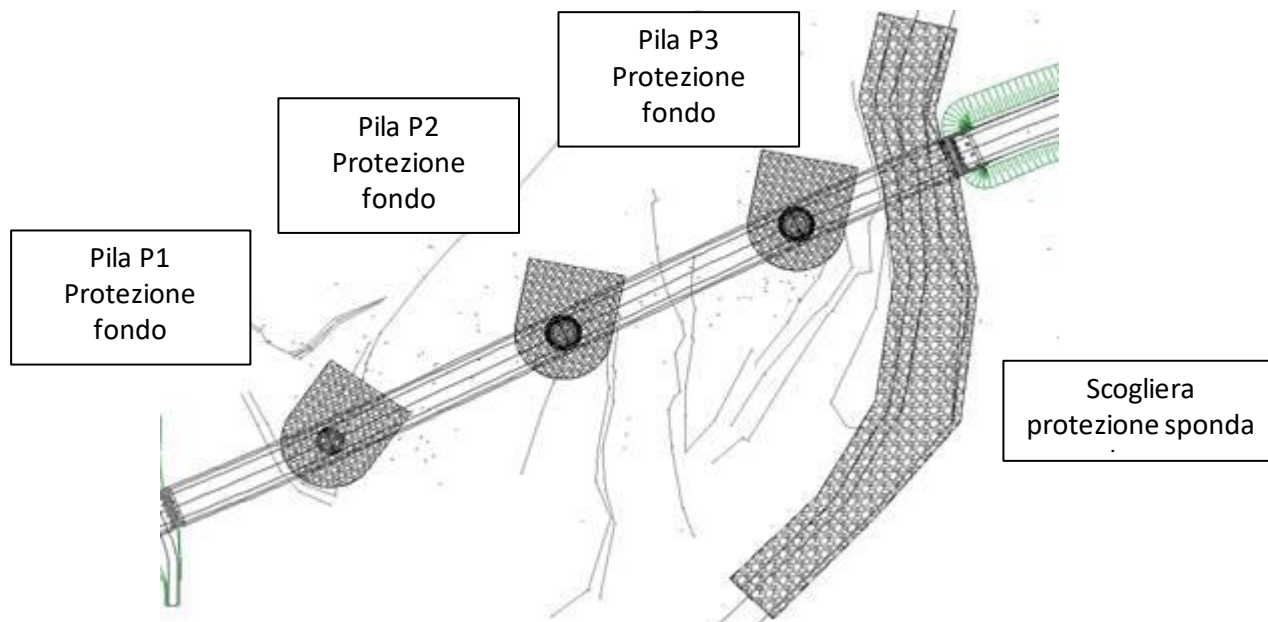


Figura 5.5 Planimetria delle opere di protezione in alveo

La tipologia di protezione scelta è quella visibile nella sezione sottostante ove i massi verranno in ogni caso cementati per fornire una maggiore stabilità e resistenza al trascinamento.

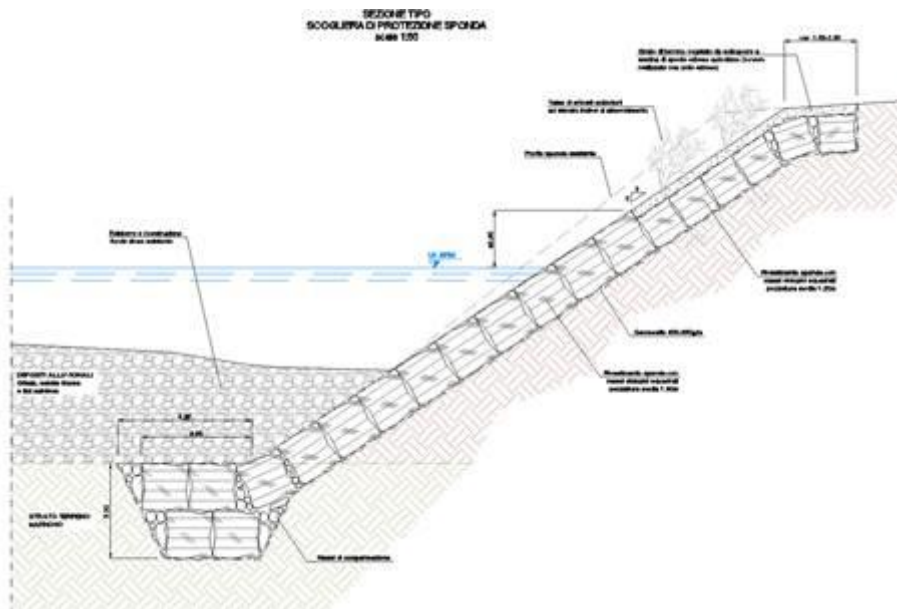


Figura 5.6 Sezione protezione con massi

La sezione può essere suddivisa, sotto il profilo funzionale in due parti: L'unghia al piede con quota di posa sempre al di sotto dello strato marnoso che consenta la posa di almeno due file di massi, così come il suo sviluppo all'interno dell'alveo. La seconda parte è il rivestimento spondale che avrà una pendenza non inferiore a 3 su 2, ma che in ogni caso non supererà la pendenza naturale del terreno della scarpata esistente. A tergo della protezione

visto che si prevede che questa sia cementata si prevede l'inserimento di drenaggi per l'allontanamento dell'acqua allo scopo di ridurre le spinte esercitate da ipotetiche variazioni di livelli di falda. I rivestimenti spondali in massi cementati sono opere in grado di resistere a pesanti sollecitazioni e solitamente sono caratterizzate da una buona durabilità.

In corrispondenza dell'inizio e la fine della protezione sarà posata una doppia fila di massi sulla scarpata con la finalità di garantire un maggior ammorsamento e scongiurare erosioni localizzate dovute alla variazione di scabrezza delle superfici di contatto.

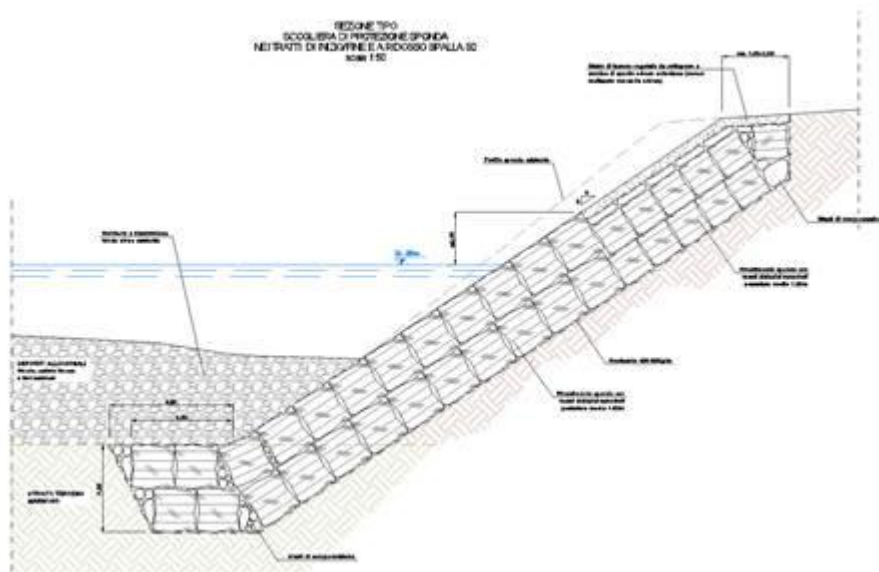


Figura 5.7 Sezione rinforzata protezione con massi ad inizio e fine scogliera

In corrispondenza della spalla S2, lato est, del nuovo impalcato per una larghezza a cavallo della stessa di circa 40 m, con la finalità di garantire una maggiore protezione contro lo scalzamento si è previsto di rafforzare la difesa con una doppia fila di massi sulla scarpata. Nel tratto non interessato dal livello idrico di piena (2 m sopra il livello di TR200) si realizzerà una scarpata più pendente del 3 su 2 per ricostruire l'andamento del terreno esistente. In questo modo sarà possibile garantire il passaggio del personale per le ispezioni.

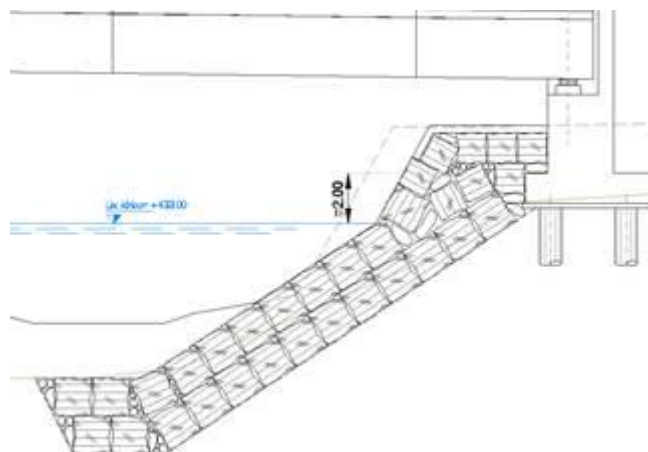
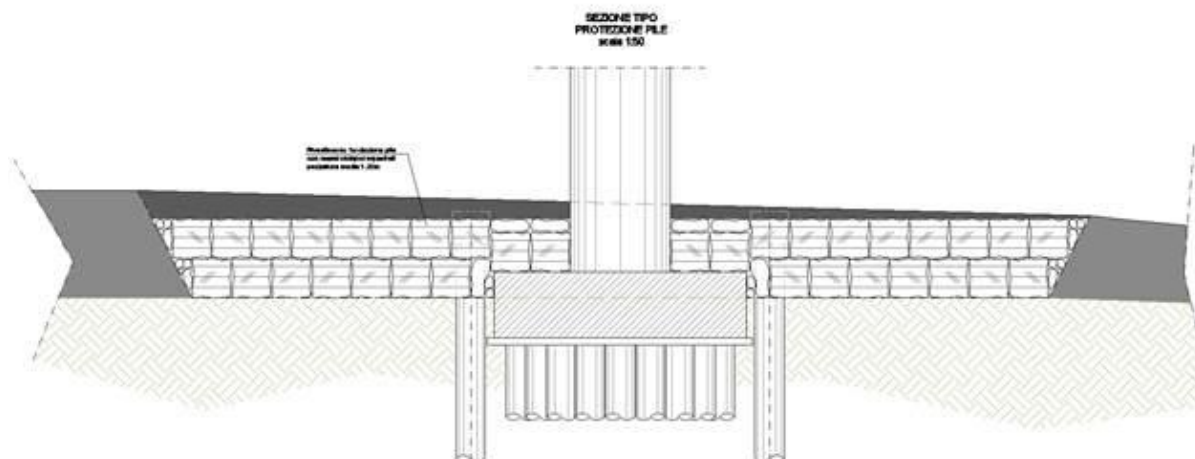


Figura 5.8 Sezione rinforzata protezione con massi in corrispondenza della spalla est

In corrispondenza delle pile si provvede di proteggere il fondo alveo andando a realizzare una doppia fila di massi ciclopici che saranno posati attorno alla pila e sopra il plinto di fondazione. I massi in questo caso saranno sciolti. Tale configurazione consente di avere una protezione flessibile che bene si adatta al fondo. I massi saranno appoggiati sullo strato marnoso.



5.2.2 VIADOTTO ERMENA

Il viadotto Ermena ha da due campate con luci pari a 39 m e 45 m per una lunghezza complessiva di 84 m con schema statico a trave continua. In sezione trasversale l'opera si compone di una sede stradale di tipo C2 e cordoli che ospitano i guard-rail di larghezza pari a 0.75 m.

Rispetto alla richiesta iniziale di una unica luce è stata inserita una pila posta in posizione comunque sicura nei confronti dell'alveo attivo del torrente; non era in ogni caso possibile superare altrimenti la luce di progetto che discende dalla necessità di posizionare l'attraversamento a monte rispetto alle ipotesi iniziali per garantire la funzionalità stradale del collegamento e minimizzarne l'impatto antropico.

Nel tratto iniziale dell'opera, in corrispondenza della spalla SpA, l'impalcato ha una geometria peculiare determinata dalla presenza della rotonda di inserimento sulla S.S. n. 28, con un significativo aumento della larghezza dell'impalcato.

L'impalcato in struttura mista acciaio-calcestruzzo è realizzato con travi in acciaio auto-protetto tipo Corten, con sezione a doppio T, trasversalmente connesse da diaframmi.

Il montaggio dell'impalcato avverrà per sollevamento dal basso delle singole travi. I conci verranno saldati a piè d'opera fino a formare macroelementi in grado di superare la distanza tra spalla e pila. Successivamente tali elementi verranno portati in quota mediante l'ausilio di autogru poste in goleni.

Lo schema di vincolamento prevede in corrispondenza della spalla SpA due appoggi fissi; questa scelta discende dal fatto che essa si trova all'interno della rotatoria ed ha un andamento bilatero con vertice al limite della aiuola

centrale; il vincolo fisso permette di porre un giunto di sottopavimentazione invisibile agli utenti con la massima sicurezza per il traffico stradale.

Entrambe le spalle hanno fondazioni profonde intestate su pali trivellati rivestiti a tutta altezza con diametro 880 mm e lunghezza di 24 m e hanno altezza minima, tale da permettere di appoggiare l'impalcato direttamente sul dado di fondazione.

L'unica pila del viadotto ha una sezione a setto coi bordi stondati larga 2 m e lunga 10 m per ospitare le tre travi poste a un interasse di 3,5 m; la fondazione, profonda, si intesta su 10 pali trivellati rivestiti a tutta altezza con diametro 880 mm e lunghezza di 24 m.

5.3 OPERE D'ARTE MAGGIORI: GALLERIA

5.3.1 GALLERIA NATURALE

La galleria naturale S. Lorenzo è compresa tra progressive 1+125,00 e 2+536,92 ed ha quindi uno sviluppo totale di 1411,92 m, di cui 1296 m in naturale ed i restanti in galleria artificiale, con 60 m in corrispondenza dell'imbocco ovest e 55,92 m in quello est.

Si tratta di una galleria a canna unica, caratterizzata, nella sezione corrente, da un raggio interno di 6,45 m, in modo da contenere una carreggiata di tipo C1 con le stesse caratteristiche geometriche di quella all'esterno, con una larghezza complessiva di 10,50 m, comprendenti le due corsie di marcia da 3,75 m ciascuna e le due banchine laterali da 1,50 m ciascuna; queste ultime sono delimitate, come previsto dalla vigente normativa, da New Jersey a ridosso dei piedritti della galleria stessa, con a tergo il vano per l'alloggiamento dei cavidotti per gli impianti.

E' prevista 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.

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 fase definitiva parzialmente tombate o rivestite in pietra per inserirle nel modo migliore da un punto di vista ambientale.

La copertura litostatica varia tra un minimo di circa 4 m agli imbocchi fino ad un massimo di 110 m nel settore centrale e gli ammassi interessati sono costituiti essenzialmente dalle marne sabbiose più o meno argillose della formazione delle Marne di S. Agata e dalle arenarie sabbioso marnose della formazione di Lequio.

La tipologia di avanzamento prevede lo scavo a piena sezione con la realizzazione di consolidamenti al contorno e/o al fronte nelle zone di bassa copertura e maggior fratturazione e solo con centine e spritz dove l'ammasso presenta coperture adeguate e migliori caratteristiche geomeccaniche.

Inoltre, in ciascuna uscita di sicurezza sono previsti degli idonei spazi calmi ricavati a valle del filtro a prova di fumo per utenti con ridotta capacità motoria senza intralcio al percorso di esodo principale per gli utenti che si dirigono verso il cunicolo di fuga ubicato al di sotto della carreggiata. Le uscite di sicurezza si trovano in corrispondenza delle piazzole di sosta, ubicate ogni 300 m a quinconce lungo la galleria naturale.

In prossimità dello spazio calmo, a valle del locale filtro, è stato inoltre prevista una postazione SOS con interfono di chiamata al fine di poter mettere nelle condizioni l'utente con ridotta capacità di movimento di poter chiamare gli operatori preposti al soccorso e nel contempo assicurargli una assistenza che lo possa assicurare in attesa del loro intervento. I locali sono dotati di impianto di videosorveglianza collegato con la sala compartimentale ANAS che, in caso di incidente, avrà la possibilità di coordinare la fase di emergenza ed anche la fase di evacuazione di eventuali soggetti deboli. Da rilevare, inoltre, che il luogo ove staziona temporaneamente l'utente con ridotta capacità motoria è separato dalla galleria mediante filtro pressurizzato con compartimentazione REI 120 ed inoltre, la porta di chiusura verso la galleria è del tipo EI 120 rinforzata in grado di sopportare elevati cicli di pressioni dovute al passaggio dei veicoli in galleria, a beneficio della sicurezza degli utenti. Pertanto, gli utenti con ridotta capacità motoria, una volta raggiunto il luogo sicuro, verranno successivamente portati all'esterno dalle preposte squadre addette al soccorso degli utenti.

5.4 OPERE D'ARTE MINORI

5.4.1 GALLERIA ARTIFICIALE

La galleria artificiale posta alla progressiva km 0+375 ha uno sviluppo di 150 m.

Essa è inserita al fine di ricostruire la continuità territoriale del bordo della pianura prospiciente la valle incisa del torrente Ellero in destra orografica; alla urgenza ambientale si somma, in ragione non irrilevante, la presenza del campo sportivo che dista 25 m dal ciglio stradale e la cui fruizione non è così disturbata dal traffico che interessa il nuovo asse viario.

In assenza di limiti geometrici specifici la struttura è costituita da una sezione scatolare con altezza interna di 7,35 m, in funzione dell'andamento curvilineo dell'asse con pendenza trasversale del 5,18%; la curva impone anche un allargamento di 95 cm per una larghezza totale interna di 13,15 m.

Per garantire la continuità del piano di campagna la struttura, interamente impermeabilizzata al contorno è ricoperta di terreno vegetale con uno spessore medio di 1 m; a metà del suo sviluppo è ricostituita la continuità dello stradello già presente.

I muri di imbocco sono paralleli all'asse stradale a ovest, sulla scarpata di discesa all'alveo del torrente Ellero, per accompagnare al meglio l'inserimento paesaggistico dell'opera mentre sono perpendicolari ad esse nell'imbocco est sito in trincea, al fine di contenerne l'ingombro.

5.5 CANTIERIZZAZIONE

Le aree di cantiere previste sono di due tipologie:

- Cantiere base, con funzione logistica, localizzato in un'area facilmente raggiungibile e collegato con le principali arterie di comunicazione della zona

- Cantieri Operativi posizionati in corrispondenza delle opere più importanti e strategici ai fini di una corretta cantierizzazione di tutto l'intervento.

Tutte le aree di cantiere si rapportheranno in modo sinergico, attraverso la rete delle piste di cantiere e la viabilità esistente.

E' prevista la realizzazione delle seguenti piste e viabilità di cantiere principali:

Pista A: La pista si distacca dalla S.P. 5 "Villanova" in prossimità dell'intersezione a rotatoria esistente e si sviluppa con direzione da Ovest verso Est parallelamente all'asse principale.

Pista A1: La pista prolunga una viabilità secondaria esistente che si dirama dalla S.P. 5 "Villanova" sino a consentire il raggiungimento della spalla SA del viadotto sul fiume Ellero.

Pista B: La pista si distacca dalla viabilità esistente denominata via Vecchia di Frabosa sino a raggiungere il cantiere operativo 1, posto a margine dell'imbocco Ovest della galleria naturale.

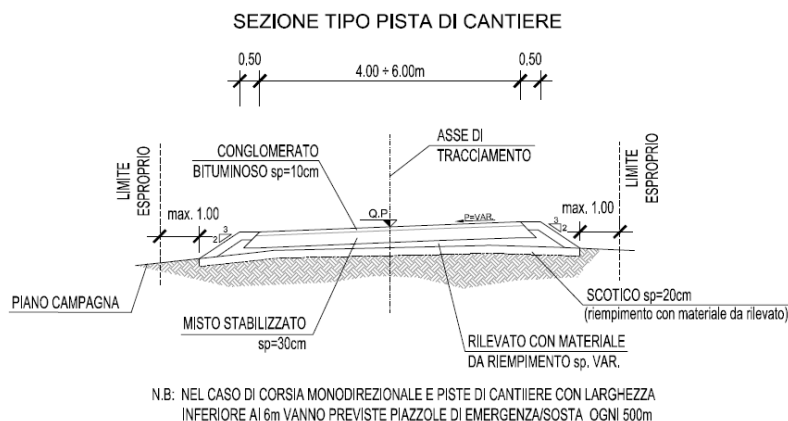
Lungo l'asse della tangenziale di Mondovì (asse principale), si prevede la realizzazione di un unico cantiere base posto in corrispondenza della rotatoria esistente lungo la S.P. 5 "Villanova". Il cantiere base sarà diviso in tre aree distinte: 1 area per il deposito del terreno vegetale, 1 area di deposito dei materiali e 1 area con uffici, laboratori, magazzini, impianti, spogliatoi, ...

Il cantiere operativo 1 sarà realizzato in prossimità dell'imbocco Ovest della galleria naturale. L'accesso avverrà da Nord mediante via Vecchia di Frabosa. Tale cantiere sarà principalmente impiegato per la realizzazione della galleria naturale (Lato Ovest) e per la realizzazione del viadotto sul fiume Ellero (Lato Est).

Il cantiere operativo 2 sarà realizzato in prossimità dell'imbocco Est della galleria naturale, a ridosso della S.S. 28 Sud. L'accesso avverrà quindi direttamente dalla viabilità principale esistente. Tale cantiere sarà principalmente impiegato per la realizzazione della galleria naturale (Lato Est) e per la realizzazione della nuova rotatoria sulla S.S. 28.

Il cantiere operativo 3 sarà realizzato in corrispondenza dell'area attualmente destinata a parco pubblico, delimitata da via Vecchia di Monastero, via F. Castellino e via Vecchia di Frabosa e ubicata a Sud dell'abitato di Rione Borgato. Tale cantiere sarà principalmente impiegato per la realizzazione del viadotto sull'alveo del Fiume Ermena e per la costruzione delle due nuove rotatorie poste ai capi del nuovo asse viario.

Per le piste e viabilità di cantiere è prevista la realizzazione della sezione tipo riportata nell'immagine seguente.



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

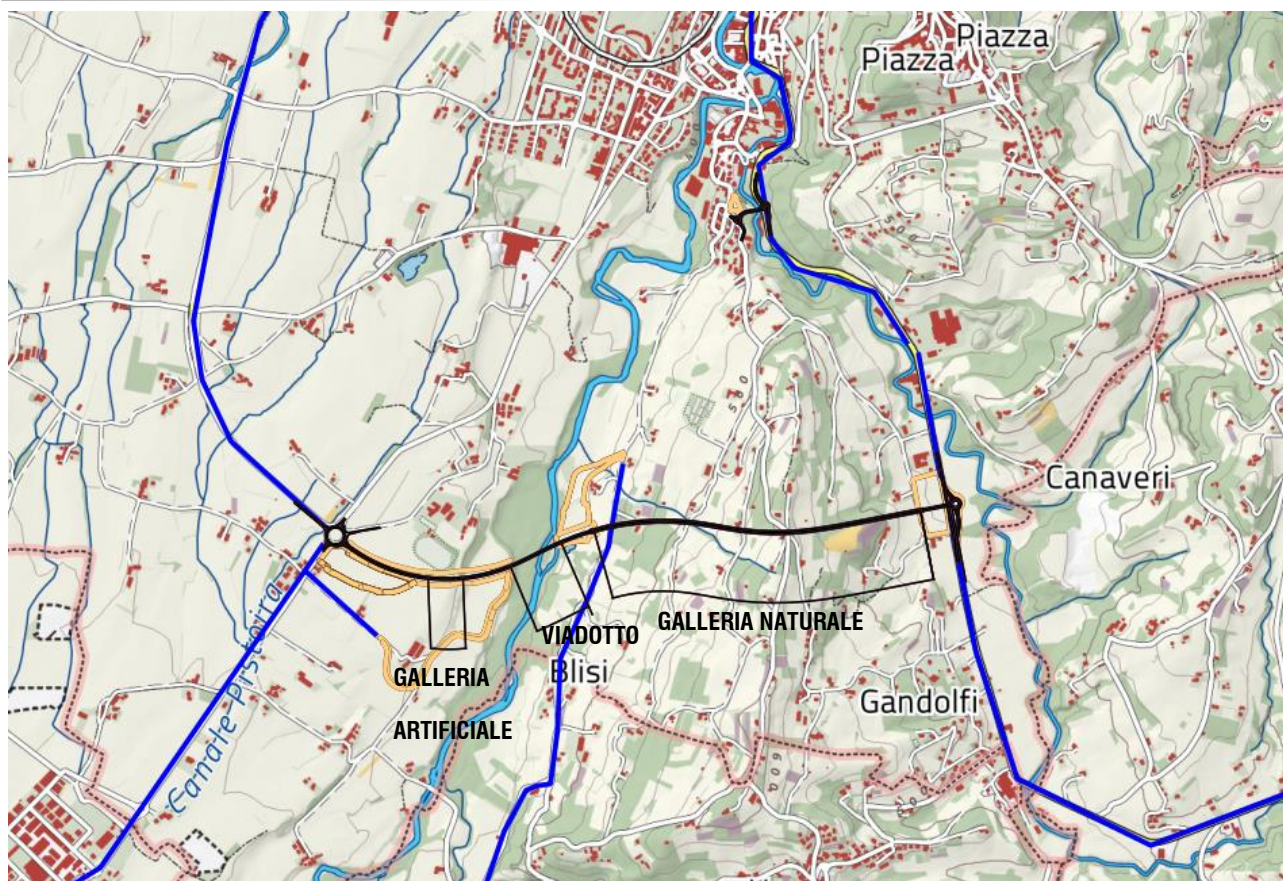


Figura 5.9: In blu i percorsi dei mezzi di cantiere dai/verso i siti di approvvigionamento o deposito definitivo

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.

5.6 CRONOPROGRAMMA E FASI REALIZZATIVE

Di seguito si riporta l'estratto del cronoprogramma (elaborato 17.20_P00_CA00_CAN_CR01_A Cronoprogramma).



6 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI, PREVENZIONE E MITIGAZIONE

Nel presente capitolo si riporta una valutazione dei potenziali impatti indotti dalla realizzazione delle opere e dal loro esercizio nei confronti delle matrici ambientali considerate. Si riportano anche le misure di prevenzione e mitigazione previste per ogni matrice in fase di cantiere ed esercizio.

6.1 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.

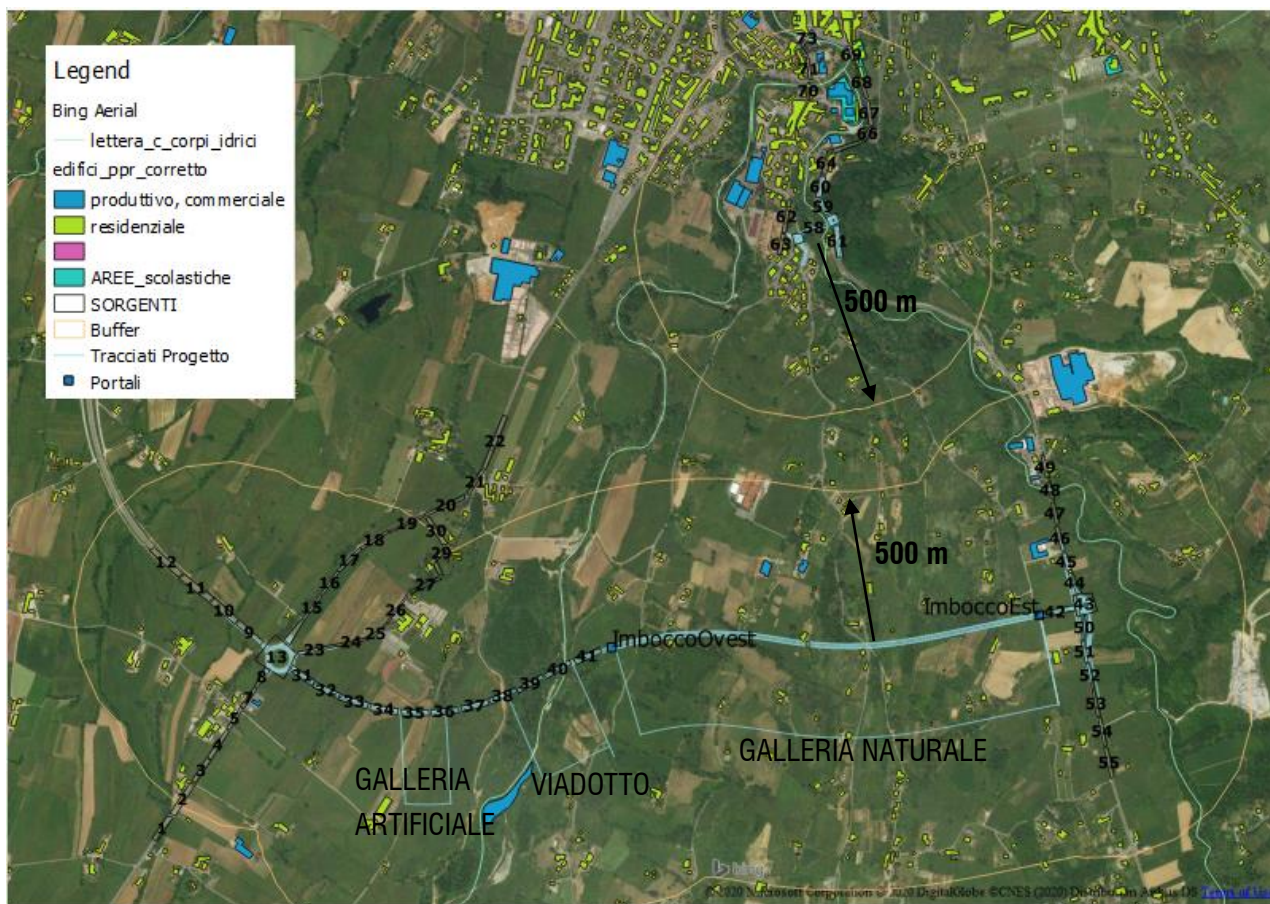


Figura 6.1 – Rappresentazione delle sorgenti considerate nella modellazione numerica

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.

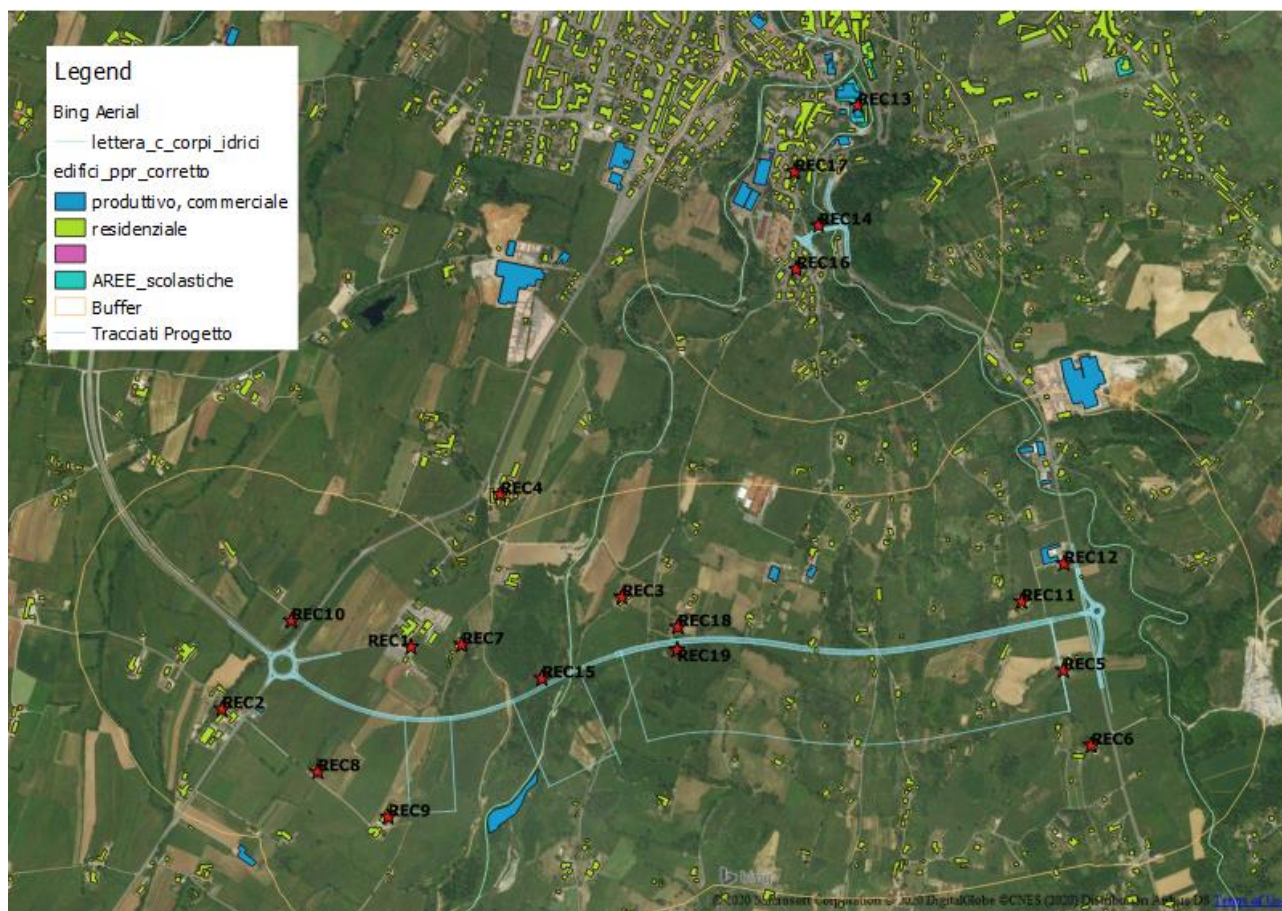


Figura 6.2 – Mappa dei recettori considerati

6.1.1 Impatti in fase di cantiere

La polvere è il principale problema che si riscontra in fase di cantiere. I

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

Per le polveri fini, il recettore maggiormente interessato risulta l'R3, nei pressi dell'imbocco ovest della galleria naturale e in prossimità del cantiere operativo 1, con valori comunque ampiamente al di sotto dei limiti normativi. Il recettore sensibile a Rione Borgato (scuola) non risulta sostanzialmente interessato dalla polverosità di cantiere.

Anche per le polveri sottili i valori risultano al di sotto dei limiti normativi e il recettore sensibile a Rione Borgato (scuola) non risulta sostanzialmente interessato dalla polverosità 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.

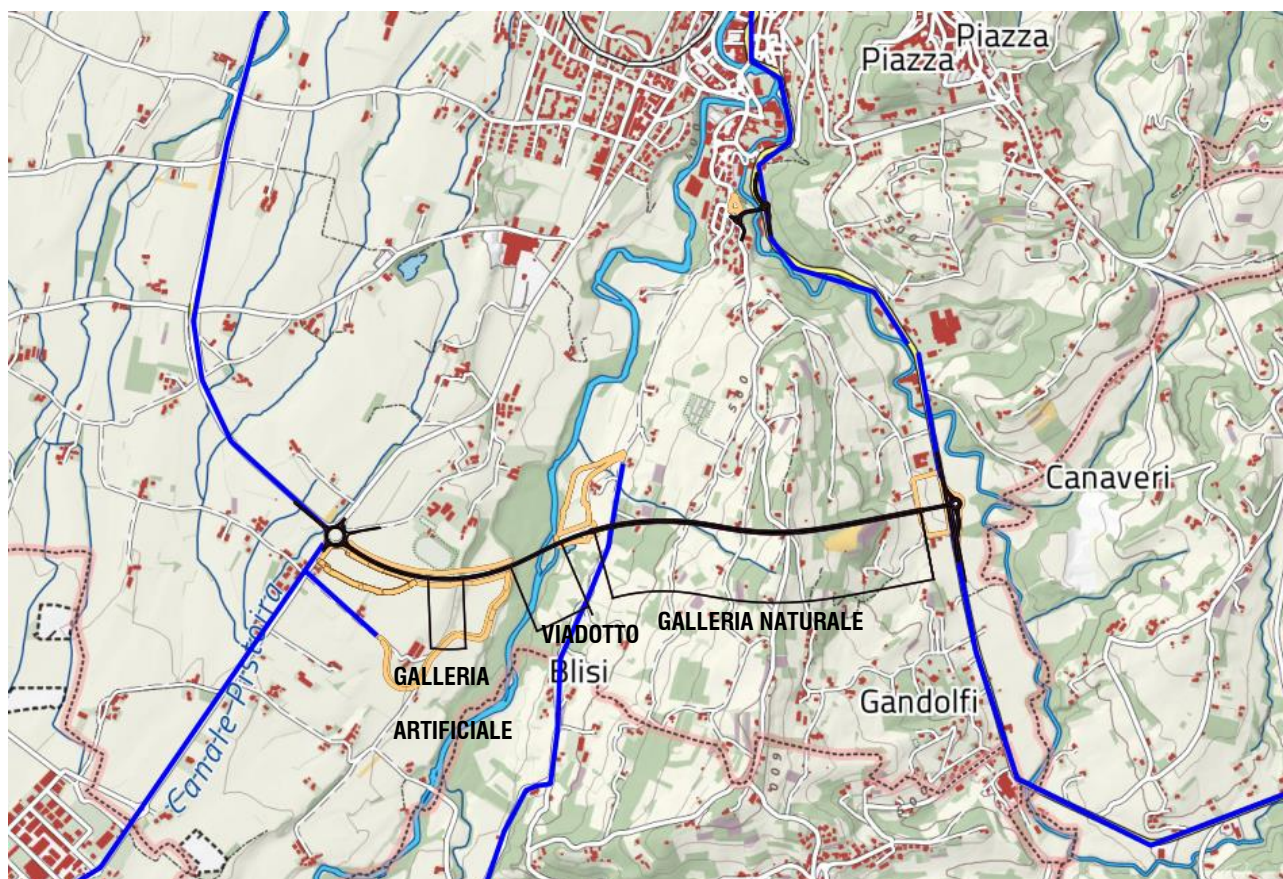


Figura 6.3- In blu i percorsi dei mezzi di cantiere dai/verso i siti di approvvigionamento o deposito definitivo

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e come media annuale (per il PM10 limite pari a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e per PM2.5 (il cui limite sulla concentrazione annua è pari a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 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.

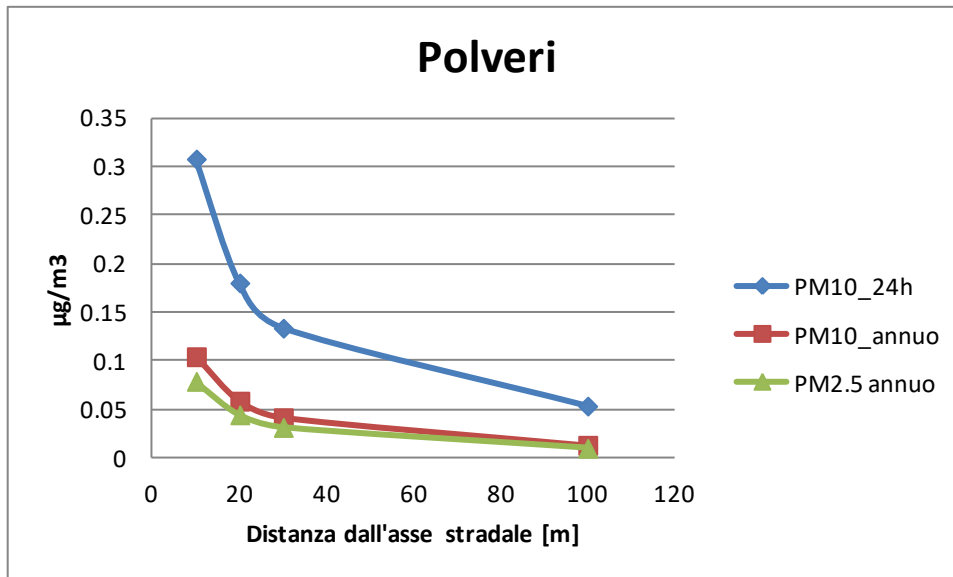


Figura 6.4- Concentrazione di PM10 e PM2.5 in recettori a diversa distanza dall'asse stradale interessata dal transito dei mezzi pesanti indotti dall'opera.

6.1.2 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.

I risultati mostrano comunque come ai recettori i valori risultino inferiori al limite normativo previsto.

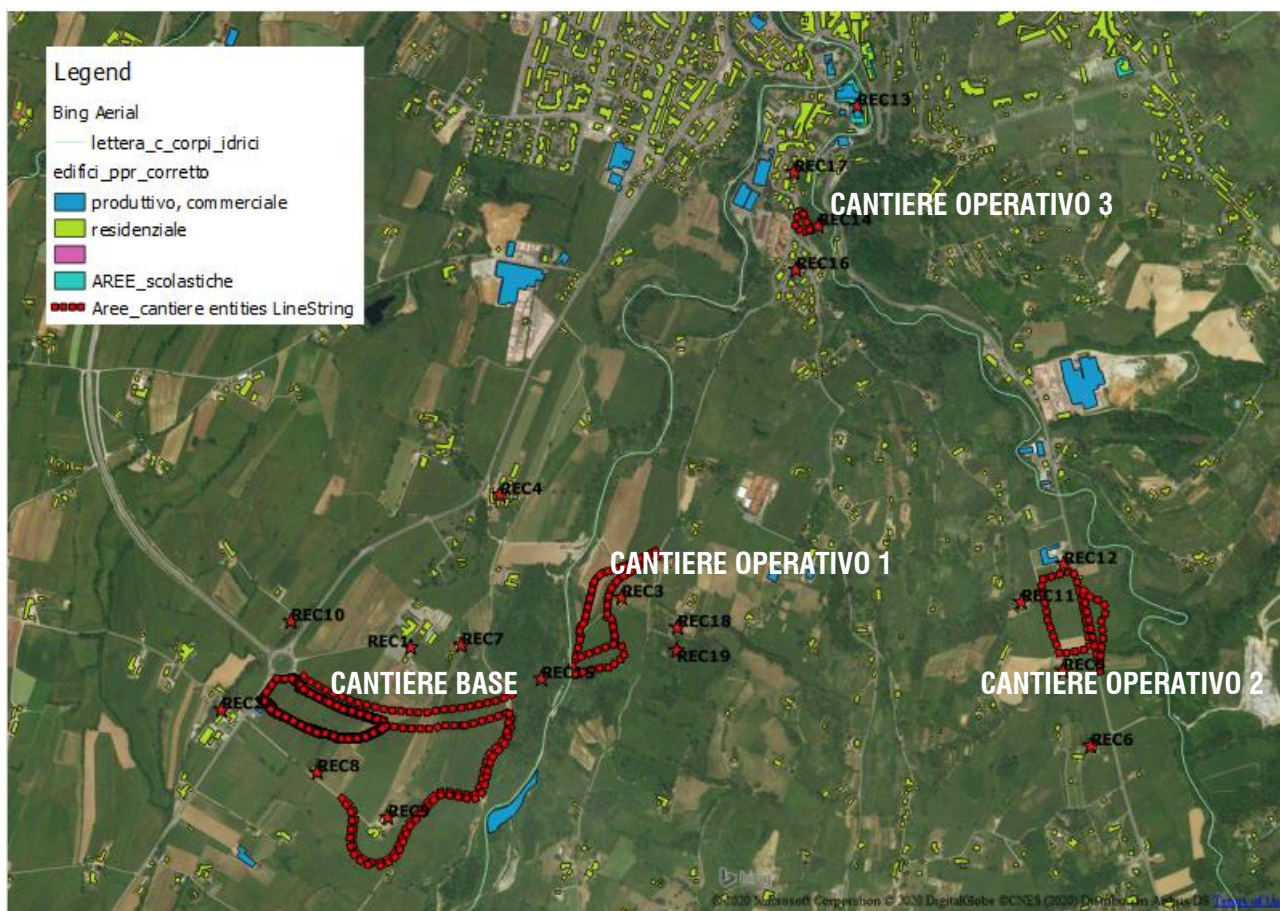


Figura 6.5 – Aree di cantiere

6.1.3 Impatti in fase di esercizio

Il processo di combustione nei motori dei veicoli produce delle emissioni sia in termini gassosi (NO_x, 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.

Copert 5.2 è un software sviluppato come strumento europeo per il calcolo delle emissioni appositamente per il settore del trasporto su strada. Le emissioni calcolate includono diversi tipi di contaminanti tra cui CO, NOX, VOC, PM, ma anche NH3, SO2, etc...

Copert 5.2 è in grado di valutare le emissioni di diversi tipi di veicoli, che utilizzano diverse tecnologie, tenendo conto del carburante utilizzato e della classificazione Europea. Il software offre tre metodologie differenti per la stima delle emissioni da trasporto su strada.

La galleria naturale di per sé non rappresenta una fonte di emissione, però vista la presenza di un sistema di aereazione bidirezionale, sono state considerate due sorgenti di emissione puntuali in corrispondenza di ciascun imbocco. Il calcolo per la richiesta di ricambio d'aria nella galleria è stato effettuato sulla base della metodologia indicata dalle linee guida PIARC (2019):

L'implementazione del modello matematico ha dato origine ad una serie molto interessante di risultati.

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

Per la stima di ricaduta delle polveri sottili (PM10) è stato ipotizzato un diametro aerodinamico avente media geometrica di 0,48 μm , per le polveri fini (PM2,5) un diametro aerodinamico di 0,2 μm ; entrambi sono valori scientificamente accettabili per la rappresentazione di tali classi di particolato.

Da segnalare che sono stati simulati quegli inquinanti che avessero una concentrazione alla sorgente già di per sé stessa significativa; per gli altri è stata considerata trascurabile la concentrazione alla sorgente e di conseguenza la ricaduta al suolo non è stata simulata.

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.

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

Per quanto riguarda le polveri gli impatti risultano assolutamente trascurabili ai recettori e si osserva comunque un lieve miglioramento al recettore 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.

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).

6.1.4 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.

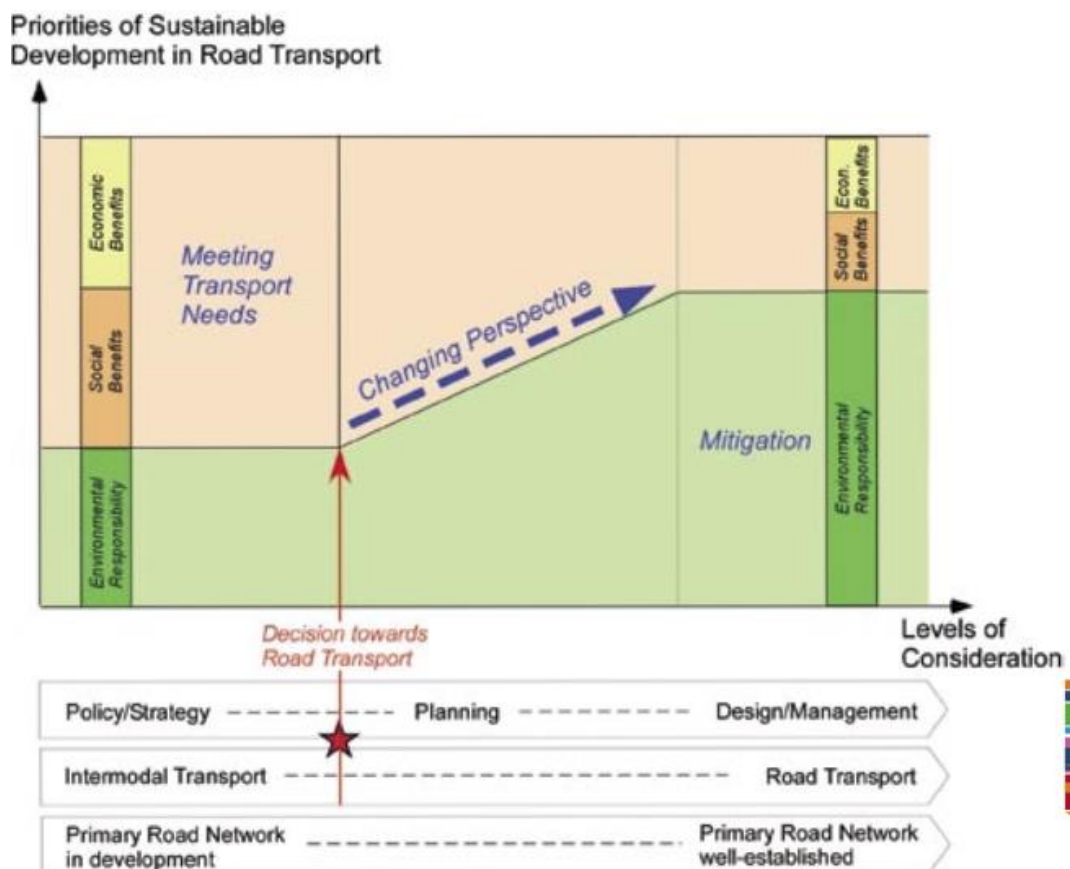


Figura 6.6 Sostenibilità e mitigazioni (PIARC)

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.

6.2 AMBIENTE IDRICO

Si prendono qui in considerazione gli impatti che l'opera può avere sull'“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, il tracciato stradale di progetto attraversa un'area soggetta a pericolosità di alluvioni elevata ed a rischio moderato, in corrispondenza del fiume Ellero mentre in corrispondenza di Rione Borgato, dove è previsto il ponte sul torrente Ermena, non vengono segnalate aree esondabili.

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.

6.2.1 Impatti in fase di cantiere

Per quanto riguarda l'alterazione del **regime delle acque superficiali** va considerato gli impatti saranno riferibili principalmente ai seguenti aspetti.

L'impermeabilizzazione di buona parte delle aree indicate come cantiere base, cantiere operativo 1, cantiere operativo 2 e cantiere operativo 3 di superficie rispettivamente 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

Le impermeabilizzazioni produrranno una modificazione dei deflussi superficiali e pertanto risulta necessario mettere in atto adeguate misure atte a garantire raccoglie e collettare le acque meteoriche ed a convogliarle in corpo recettore con portate adeguate a regimare i deflussi verso l'esterno delle aree impermeabilizzate.

L'escavazione in alveo per la realizzazione delle fondazioni delle pile del viadotto sull'Ellero e sul ponte sull'Ermena. Le fasi di scavi per la realizzazione delle fondazioni delle pile potrebbero determinare temporanei sbarramenti del deflusso idrico. Tuttavia, nel caso del fiume Ellero la sezione golenale risulta ampia e considerando anche i risultati delle modellazioni per la fase di esercizio che contempla la sussistenza delle pile in alveo 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. Questo vale a maggior ragione per il torrente Ermena per il quale la pila da realizzarsi risulta ad una quota sopraelevata rispetto al livello del corso d'acqua e pertanto si escludono interferenze. Premesso quanto sopra, e considerando le misure di mitigazione e prevenzione previste dal progetto stesso l'impatto residuo in merito alla potenziale Alterazione del regime delle acque superficiali si può considerare TRASCURABILE.

Per quanto riguarda la **Contaminazione delle acque superficiali** va considerato che 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 fondazioni 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. È evidente che tali lavorazioni potrebbero costituire elementi di contaminazione diretta delle acque nel caso di perdita di sostanze inquinanti. Oltre agli interventi diretti in alveo, un ulteriore effetto di rischio per le acque superficiali potrà essere costituito dalle acque di dilavamento provenienti dalle superfici impermeabilizzate delle aree cantierate verranno eseguite anche alcune lavorazioni sui materiali (frantumazione, vagliatura, ecc.) e dove comunque ci sarà circolazione dei mezzi d'opera.

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, pertanto l'impatto residuo può essere considerato TRASCURABILE.

6.2.2 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 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

Sversamenti accidentali di sostanze contaminanti

Nel caso si verificano degli sversamenti accidentali in cantiere si dovrà provvedere immediatamente a circoscrivere il materiale, avvisare immediatamente i responsabili del cantiere, individuare la sorgente/causa del rilascio, arrestare la fuoriuscita del rilascio, utilizzando gli appositi dispositivi di protezione ed 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. L'area dello spandimento dovrà essere delimitata e si dovrà procedere al recupero del prodotto sversato mediante materiali assorbenti, aspirazione o escavazione ed infine provvedere a trasferire i materiali/rifiuti raccolti all'area di stoccaggio dei rifiuti o direttamente all'invio agli impianti autorizzati.

6.2.3 Impatti in fase di esercizio

Per quanto riguarda la **Alterazione del regime delle acque superficiali**, la realizzazione delle pile in alveo potrebbe potenzialmente costituire un ostacolo alla corrente e quindi produrre sia un aumento della velocità della corrente quindi della capacità di erosione sia aumento della superficie allagabile dei corsi d'acqua soprattutto in condizioni delle fasi di piena. Nel caso specifico si è considerato che il progetto ha effettuato le simulazioni per valutare l'interferenza delle pile con le piene considerate e gli effetti esondativi sono risultati essere insignificanti nel caso del fiume Ellero e nulli nel caso del torrente Ermena. Anche se nessuna pila è interessata dal passaggio di una piena con portata bicentenaria, si prevede comunque una protezione spondale del torrente Ermena per evitare cedimenti spondali in sinistra idrografica. In destra, vista la presenza del muro di sostegno della strada provinciale esistente e visto che questo non presenta segni di scalfamento della fondazione e che da un sopralluogo si è potuto appurare che non vi sono evidenze di sofferenze strutturali, non essendo presenti lesioni, si è ritenuto di non prevedere nuove opere di protezione.

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 434,20 m s.l.m. portando così un franco effettivo dal pelo libero al intradosso dell'opera viadotto pari a 4,58 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 trova 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 7,30 m.

La trasformazione di superfici agricole in superfici pavimentate, per una superficiale pari a circa 16.000 m², comporterà una variazione dei deflussi. A tal proposito il progetto prevede di laminare le acque meteoriche afferenti le superfici stradali pavimentate oltre ad effettuare il trattamento per l'abbattimento dei contaminati. In tal modo si garantisce il convogliamento delle acque verso i corsi d'acqua con portate idonee a garantire la sicurezza idraulica dei luoghi.

La 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 circa.

Premesso quanto sopra, e considerando le misure di mitigazione e prevenzione previste dal progetto stesso l'impatto residuo in merito alla potenziale Alterazione del regime delle acque superficiali si può considerare POCO SIGNIFICATIVO.

Per quanto riguarda la Contaminazione delle acque superficiali il transito dei veicoli può sottendere, nel corso della vita dell'opera stradale, possibili accadimenti che possono determinare il contatto tra inquinanti e acque superficiali legati a spandimento accidentali diretti di inquinanti (es. incidente di automezzi con sversamento di sostanze liquide) oppure a 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 che è il fiume Ellero. Un altro disoleatore è previsto per il trattamento delle acque di piattaforma afferenti al ponte situato nei pressi di Rione Borgato e dove lo scarico è previsto nel torrente Ermena. Per rispettare le normative vigenti e l'abbattimento degli inquinanti ricettore, si è considerato trattare tutta l'acqua e in regime continuo. Premesso quanto sopra, e considerando le misure di mitigazione e prevenzione previste dal progetto stesso l'impatto residuo in merito alla potenziale Contaminazione delle acque superficiali si può considerare TRASCURABILE.

6.2.4 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.

6.3 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 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 franosità 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.
- Dal punto di vista idrogeologico la falda risulta poco profonda nei tratti di pianura del tracciato e pertanto se ne prevede l'intercettazione in fase di scavo. Anche lungo la galleria S Lorenzo si prevede che gli scavi possono intercettare venute d'acqua la falda in quanto in alcuni dei sondaggi eseguiti è stata riscontrata a 20-40m al di sopra della calotta.

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 per le pile del viadotto sul fiume Ellero e del ponte sul torrente Ellero.
- 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 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:

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

6.3.1 Impatti in fase di cantiere

Per quanto riguarda il **Consumo di suolo** 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. Premesso quanto sopra, e considerando per il ripristino dei luoghi verrà riutilizzato il terreno vegetale scotciato e temporaneamente accumulato in cantiere, l'impatto vien considerato TRASCURABILE.

Per quanto riguarda la **Sottrazione di Sottosuolo** si considera il progetto comporterà scavi per oltre 500.000 m³ derivanti dalla realizzazione del cassonetto stradale, dagli sbancamenti per la galleria artificiale, dalla perforazione dei pali per le pile delle opere di attraversamento fluviali e dallo scavo della galleria naturale. Premesso quanto sopra considerando che sarà possibile riutilizzare i materiali scavati all'intero del progetto stradale (per la realizzazione dei rilevati e dei riempimenti), per un volume stimato pari a circa 200.000 m³ l'impatto vien considerato POCO SIGNIFICATIVO.

Per quanto riguarda la **Contaminazione del suolo, il sottosuolo e le acque sotterranee** 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 vi siano 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 ed in tal senso l'impatto si considera TRASCURABILE.

Per quanto riguarda **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 superficiali. 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 previsto la messa in opera di alcuni **punti di monitoraggio inclinometrico** che proseguirà anche nella fasi successive in modo da 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 coltri superficiale ove si possono verificare i fenomeni franosi. Premesso quanto sopra l'impatto considera POCO SIGNIFICATIVO.

6.3.2 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 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

Sversamenti accidentali di sostanze contaminanti

Nel caso si verificano degli sversamenti accidentali in cantiere si dovrà provvedere immediatamente a circoscrivere il materiale, avvisare immediatamente i responsabili del cantiere, individuare la sorgente/causa del rilascio, arrestare la fuoriuscita del rilascio, utilizzando gli appositi dispositivi di protezione ed 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. L'area dello spandimento dovrà essere delimitata e si dovrà procedere al recupero del prodotto sversato mediante materiali assorbenti, aspirazione o escavazione ed infine provvedere a trasferire i materiali/rifiuti raccolti all'area di stoccaggio dei rifiuti o direttamente all'invio agli impianti autorizzati.

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 dovranno essere spostati 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.

6.3.3 Impatti in fase di esercizio

Per quanto riguarda la **Contaminazione di Suolo, Sottosuolo e Acque sotterranee** va considerato che 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. In tal senso 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.

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 e pertanto l'impatto si considera TRASCURABILE.

6.3.4 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

6.4 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 combusti 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.

6.4.1 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.

6.4.2 Prevenzione e mitigazioni impatti in fase di 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".

Durante la cantierizzazione per la realizzazione dell'intervento gli interventi di mitigazione per la componente floro-faunistica sono riconducibili 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.

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.

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 lungo il tracciato e nei pressi degli ingressi della galleria.

6.4.3 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.

6.4.4 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'ecomosaico, 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

Interventi di miglioramento forestale

Tra gli interventi di mitigazione previsti si andranno ad effettuare degli interventi di miglìoria 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 volgare*, *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 quinquonce.

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

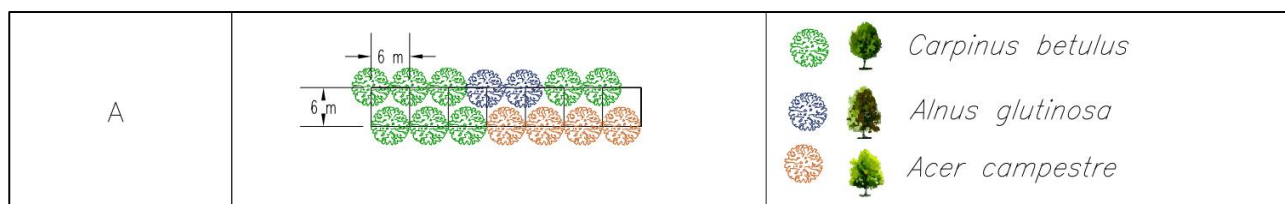
Come anticipato, il progetto prevede la piantumazione di essenze arboree ed arbustive in sesti filari, quadrati ed a quinquonce.

- 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.

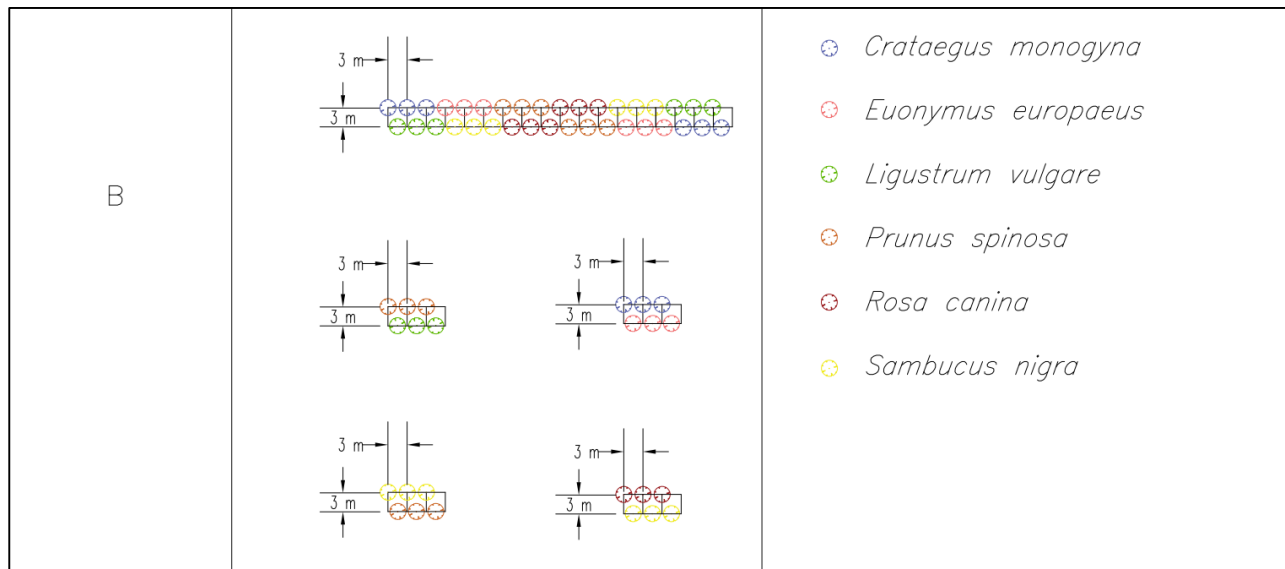
Tipo A

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 interfilarie di 6 m.



Tipo B

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



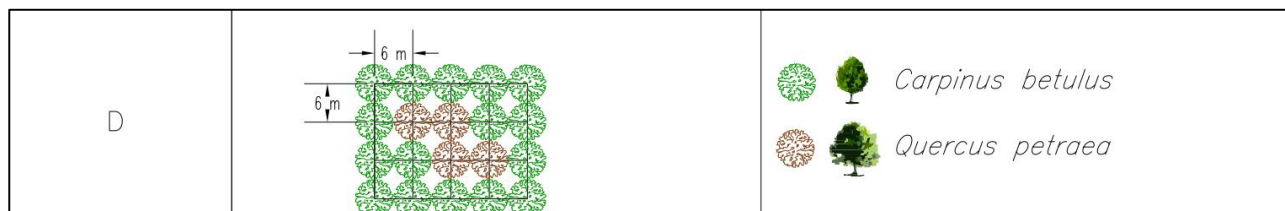
Tipo C

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



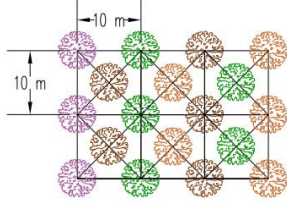
Tipo D

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



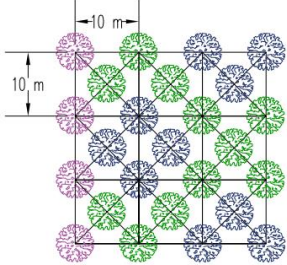
Tipo E

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

E		 <i>Carpinus betulus</i>  <i>Quercus petraea</i>  <i>Acer campestre</i>  <i>Populus alba</i>
---	---	---

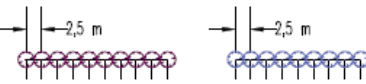
Tipo F

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

F		 <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		 <i>Salix purpurea</i>  <i>Crataegus monogyna</i>
---	---	--

Piantumazione di fasce arboree lungo il rilevato per innalzare le traiettorie di volo di chirotteri e uccelli

Nella progettazione dei nuovi filari è stata posta attenzione nel mantenere un orientamento dei filari parallelo all'asse stradale in modo da non invitare la fauna, principalmente chirotteri ed uccelli, ad avvicinarsi al tracciato.

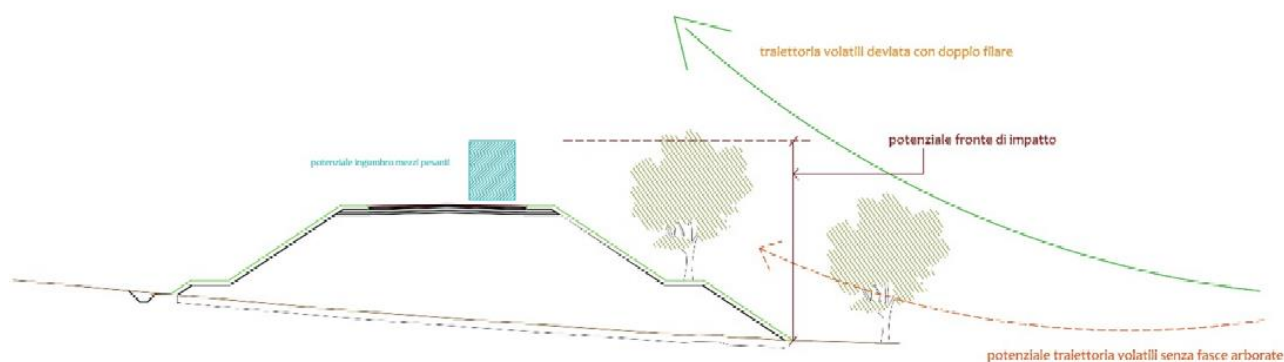


Figura 6.7 Schema di innalzamento del piano di involo.

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
		<i>Cercis siliquastrum</i>	10 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 I° 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>	56 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	Eliofiglo
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
Floritura	Primaverile. Fiori a calice costituiti da 5 petali ovali di colore bianco. Leggermente profumati
Frutti	Drupa todeggianti di colore blastro e dal sapore acidulo. Contengono 1 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 amarognole
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



6.5 RUMORE E VIBRAZIONI

Lo Studio di Impatto Ambientale ha previsto uno specifico Studio Acustico (08.01_T00_IA03_AMB_RE02_B) relativo sia alla caratterizzazione dello stato di fatto che all'analisi previsionale per la fase di cantiere e di esercizio.

Per quanto riguarda la classificazione acustica dell'area, si fa riferimento alla classificazione operata dal Comune.

Il Comune di Mondovì ha provveduto, infatti, ad adottare la classificazione acustica del territorio comunale di cui alle norme sopra citate. L'area di studio risulta prevalentemente in classe III (aree di tipo misto) con limiti di immissione pari a 60 dB per il periodo diurno e 50 dB per quello notturno.

Il nuovo ponte di Rione Borgato coinvolge aree a classificazione eterogenea dove si riconoscono zone residenziali in Classe II e una zona prevalentemente industriale in Classe V. Il Comune ha previsto fasce "cuscinetto" o di transizione in Classe III e IV. Per quanto la maggior parte del territorio compreso in un raggio di 100 metri dal futuro ponte sia definita in Classe III, i ricettori risultano collocati per lo più in Classe II e IV.

Si ritiene che il recente sviluppo edilizio nella fascia di transizione a Est degli impianti industriali S.I.C.M.A. SpA richieda una rivisitazione del piano di classificazione acustica che consideri i nuovi ricettori residenziali.

La fascia di pertinenza stradale per il ponte Rione Borgato è di 150 metri (infrastruttura di tipo C2) con limiti di immissione pari a 65 dBA in periodo diurno e 55 dBA notturno.

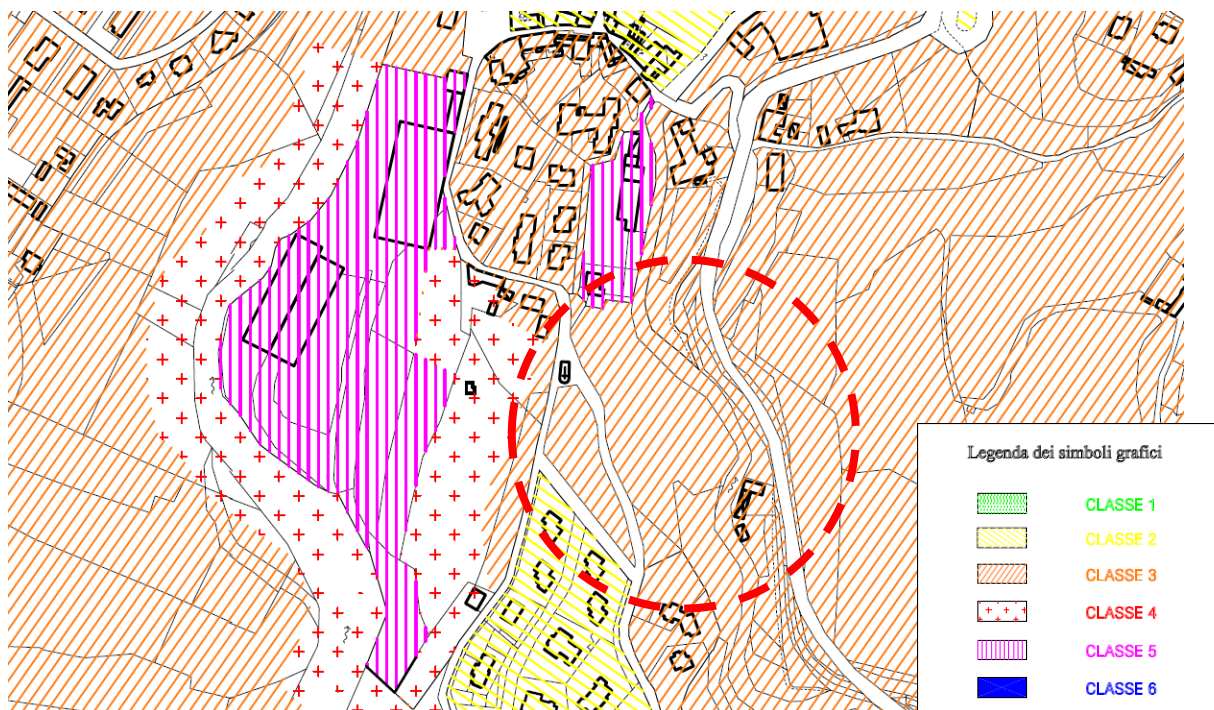


Figura 6-8 Stralcio Zonizzazione acustica Rione Borgato, in rosso l'area di intervento

La nuova tangenziale Sud attraverserà un'area completamente inserita in Classe III – Area di tipo misto.

La tipologia di infrastruttura è C1 con fasce di pertinenza pari a 250 metri per lato.

Tutti i ricettori individuati all'interno della fascia di pertinenza risultano anch'essi inquadrati in Classe acustica III.

I limiti applicabili per la rumorosità stradale all'interno della propria fascia di pertinenza risultano pari a 65 dB in periodo diurno e 55dB in periodo notturno. All'esterno delle fasce di pertinenza invece il traffico concorre al valore di rumorosità ambientale e devono essere rispettati i limiti della Classe acustica di riferimento.

In corrispondenza del tratto in galleria prevista per la nuova tangenziale ogni effetto del rumore è stato considerato trascurabile e non è stata definita alcuna fascia di pertinenza né identificati ricettori.

Poco a nord rispetto all'innesto Est della tangenziale, si può riconoscere una piccola area artigianale in Classe IV.

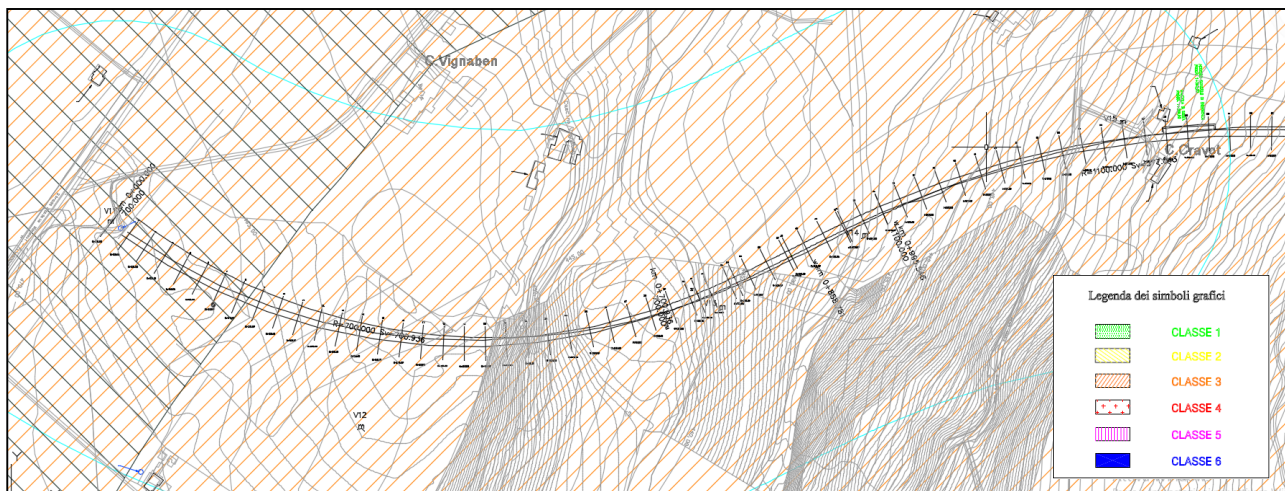


Figura 6-9 Zonizzazione acustica innesto Ovest della nuova tangenziale

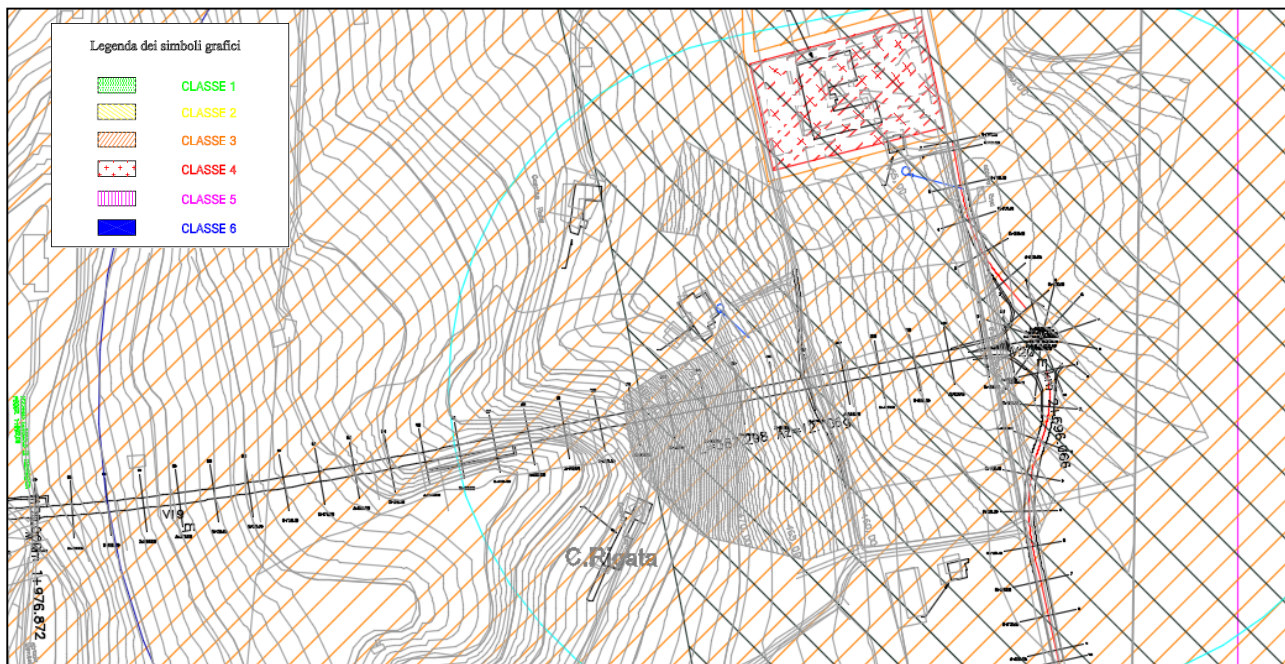


Figura 6-10 Zonizzazione acustica innesto Ovest della nuova tangenziale

Per quanto riguarda i ricettori, sono state identificate n. 4 aree di intervento come di seguito specificato:

1. area Ponte Rione Borgato
2. area innesto Ovest – tangenziale – SP5
3. area ingresso galleria Ovest
4. area innesto Est – tangenziale SS28

In ciascuna area sono stati numerati i ricettori con una lettera ed un progressivo univoco. Per ogni ricettore è stata redatta una scheda riassuntiva (documento 08.03_T00_IA03_AMB_SC01_A).

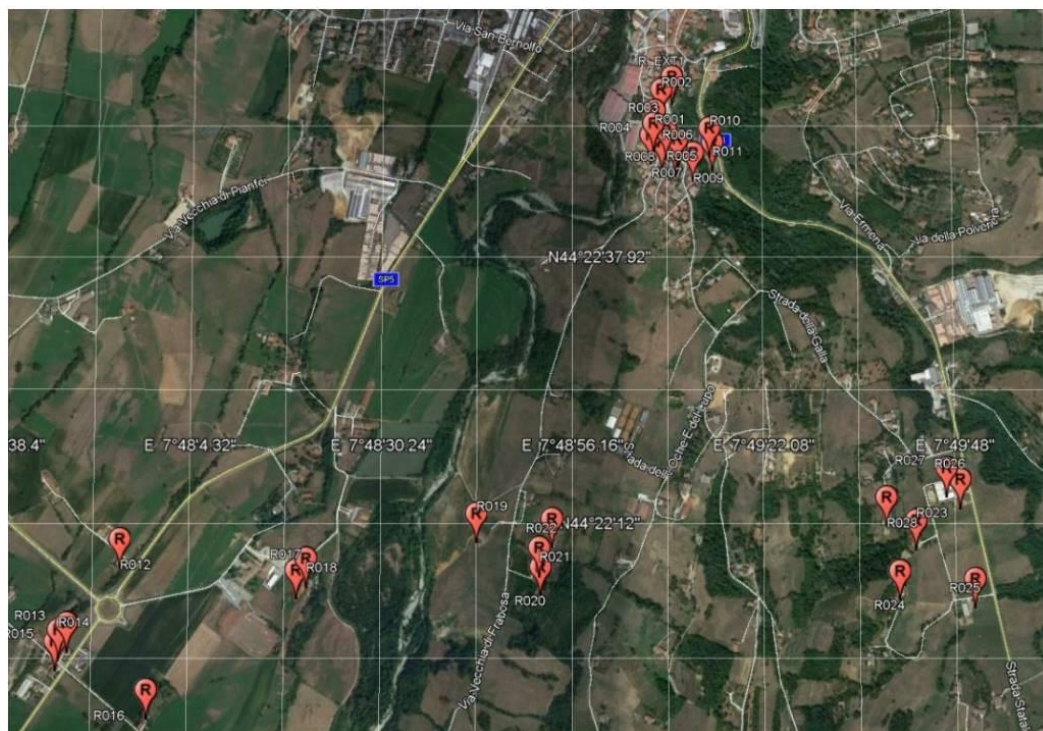


Figura 6.11 Mappa dei ricettori. La mappa completa e dettagliata è disponibile su apposita tavola.

I risultati dello studio nello scenario Ante Operam riportano alcuni valori eccedenti i dei limiti di zona: sono stati calcolati livelli di rumore superiori alla classe di appartenenza presso alcune facciate dei ricettori R009, R010 e R011, tutti ricadenti nell'area di studio denominata Rione Borgato. L'analisi di dettaglio su tali ricettori ha permesso di verificare il contributo di ogni singola sorgente, rivelando come il rumore generato dal torrente Ermena giochi un ruolo fondamentale in particolare durante il periodo notturno.

6.5.1 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.

6.5.2 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.

6.5.3 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.

La procedura di VIA prescrive di identificare e valutare le alternative al progetto, compresa la sua non realizzazione (Opzione Zero). Si osserva che, sebbene i valori di pressione sonora calcolati presso le facciate di tutti i ricettori siano prevedibilmente inferiori nello scenario denominato opzione zero rispetto alla situazione di realizzazione del progetto, le eccedenze rispetto ai limiti sussistono per entrambe le situazioni sui medesimi ricettori.

6.5.4 Prevenzione e mitigazioni impatti rumore in fase di esercizio

Si ritiene doveroso sottolineare che tutte le criticità rilevate dal modello di calcolo sono attribuibili al ponte di Rione Borgato dove già nello scenario Ante Operam si ipotizzano livelli di clima acustico superiori alla classe di appartenenza. Negli scenari Post Operam al 2025 e soprattutto nel lungo periodo, i ricettori più coinvolti dalle modifiche viabilistiche (R02 e R10) subiranno un graduale aumento del disturbo da rumore. Su alcune facciate, gli incrementi, pur restando all'interno dei limiti previsti dal DPR 142/04 saranno rilevanti (oltre i 3dB). Ma il particolare contesto urbano del Rione di Mondovì, rende impraticabile la posa in opera di barriere a protezione dei ricettori per ragioni sia tecnico-economiche che ambientale-percettivo. Si dovranno quindi accantonare adeguati risorse al fine di garantire la protezione dei ricettori tramite interventi diretti a quest'ultimi in modo tale da mantenere il livello di LAeq inferiore a 40,0 dB misurato in periodo notturno a centro stanza a finestre chiuse in ossequio a quanto stabilito dall'art. 6¹ del DPR 142/2004.

Poiché l'impatto acustico rilevante si prevede possa concretizzarsi nel lungo periodo e poiché si può ragionevolmente ipotizzare che al 2045 una parte del parco mezzi circolante avrà propulsione elettrica (a ridotta emissione acustica), si ritiene che, allo stato attuale, non sia appropriato proporre piani di bonifica acustica rimandando ogni valutazione al piano di monitoraggio ambientale.

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

6.5.5 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.

¹ "... qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzia l'opportunità di procedere a interventi diretti sui ricettori, deve essere assicurato il rispetto del valore di LAeq = 40,0 dB(A) in periodo notturno misurato all'interno di un locale a destinazione d'uso abitativa in condizioni di finestre chiuse"

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.

6.5.6 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.

6.5.7 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.

6.5.8 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.

6.6 PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE

Il tracciato di progetto del III lotto della variante di Mondovì ricade in parte in vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs 42/04 per la fascia di rispetto del torrente Ellero, mentre l'opera sul t. Ermena di collegamento fra SS28 e Rione Borgato ricade interamente in vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs 42/04 per la fascia di rispetto fluviale.

In conformità a quanto indicato dalla normativa di riferimento nazionale D.P.C.M. 12 dicembre 2005 e dalla normativa regionale in materia L.R. 1 dicembre 2008 n. 32 (art. 3) è stata predisposta una specifica Relazione Paesaggistica al fine di procedere all'acquisizione dell'autorizzazione paesaggistica.

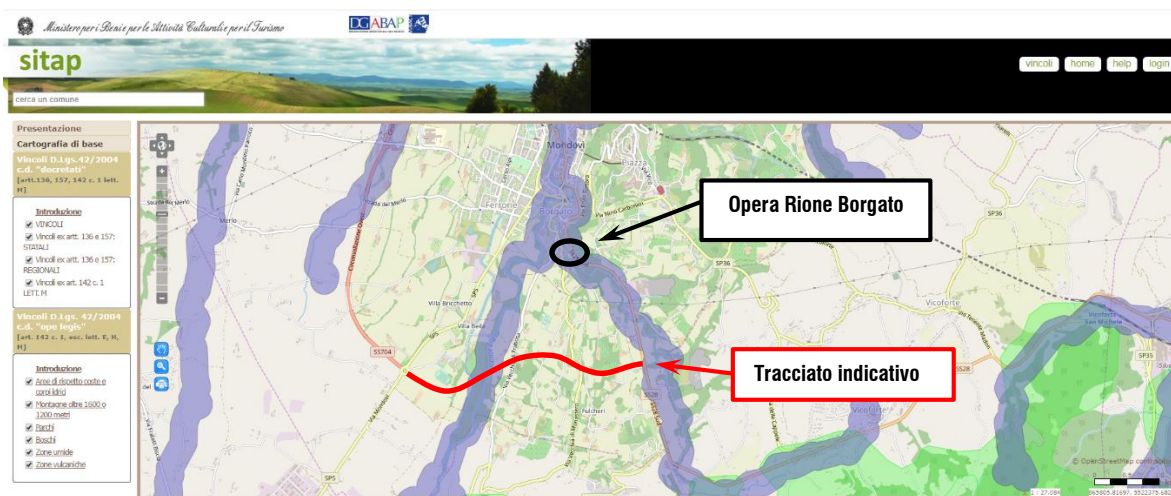


Figura 6.12 Vincoli D. Lgs. 42/2004

- Aree di rispetto di 150 metri dalle sponde dei fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle Acque Pubbliche, e di 300 metri dalla linea di battigia costiera del mare e dei laghi, vincolate ai sensi dell'art.142 c. 1 lett. a), b), c) del Codice
- Aree boscate acquisite dalle carte di uso del suolo disponibili al 1987 (acquisite per ogni regione in base alle cartografie disponibili), tutelate ai sensi dell'art. 142 c. 1 lettera g) del Codice

Per quanto concerne la componente archeologica, da specifiche indagini è risultato che la zona interessata dal 3° lotto non presenta alcun particolare interesse archeologico. Per dettagli si rimanda alla specifica Relazione archeologica (06.01_P00_IA00_AMB_RE01_A Relazione, schede e carte delle presenze archeologiche e del rischio).

Il tracciato in esame, come evidenziato dalla cartografia tratta dal GeoPortale della Regione Piemonte, non attraversa neanche aree della Rete Natura 2000 o Aree protette. L'ambito tutelato più vicino è rappresentato dal SIC/ZPS IT1160003 Oasi di Crava Morozzo, la quale è anche Riserva Naturale e dista dall'area d'intervento circa 7 km.

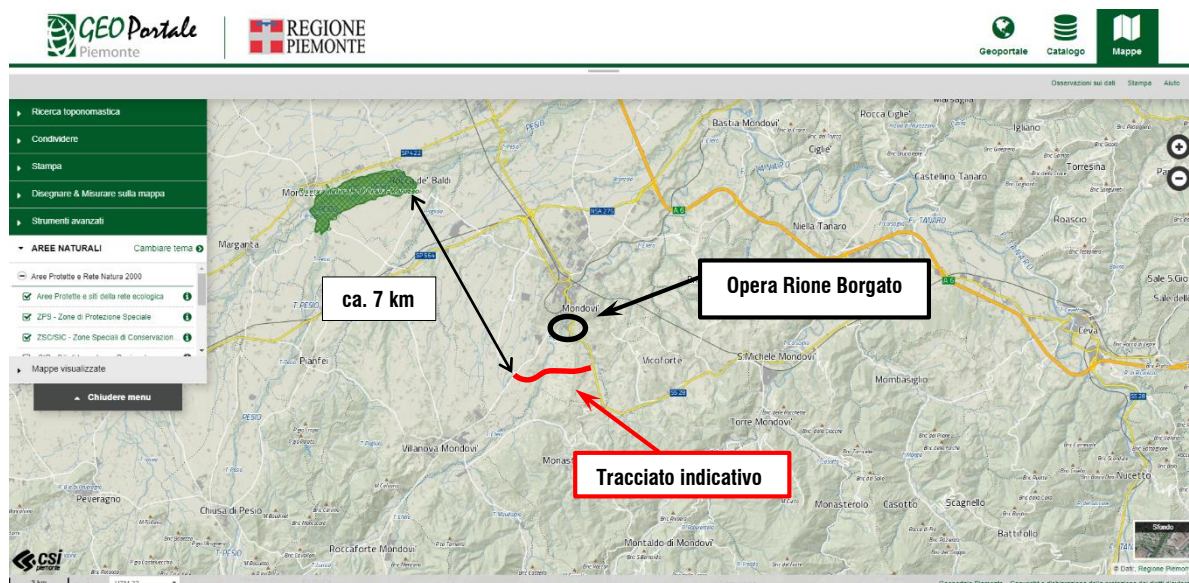


Figura 6.13 Aree Protette e Rete Natura 2000

Si segnala, inoltre, che in Comune di Mondovì, ma esternamente alle aree d'intervento, con Deliberazione di Giunta Regionale n. 1-62 del 12/07/2019 vi è stata la *"Dichiarazione di notevole interesse pubblico della fascia collinare del Rione Piazza di Mondovì (CN) ai sensi dell'articolo 136, comma 1, lett. c) e d) del D.lgs. 42/2004 recante "Codice dei beni culturali e del paesaggio"*. Come si nota dalla successiva immagine, l'area vincolata non è direttamente interessata dalle opere in esame.

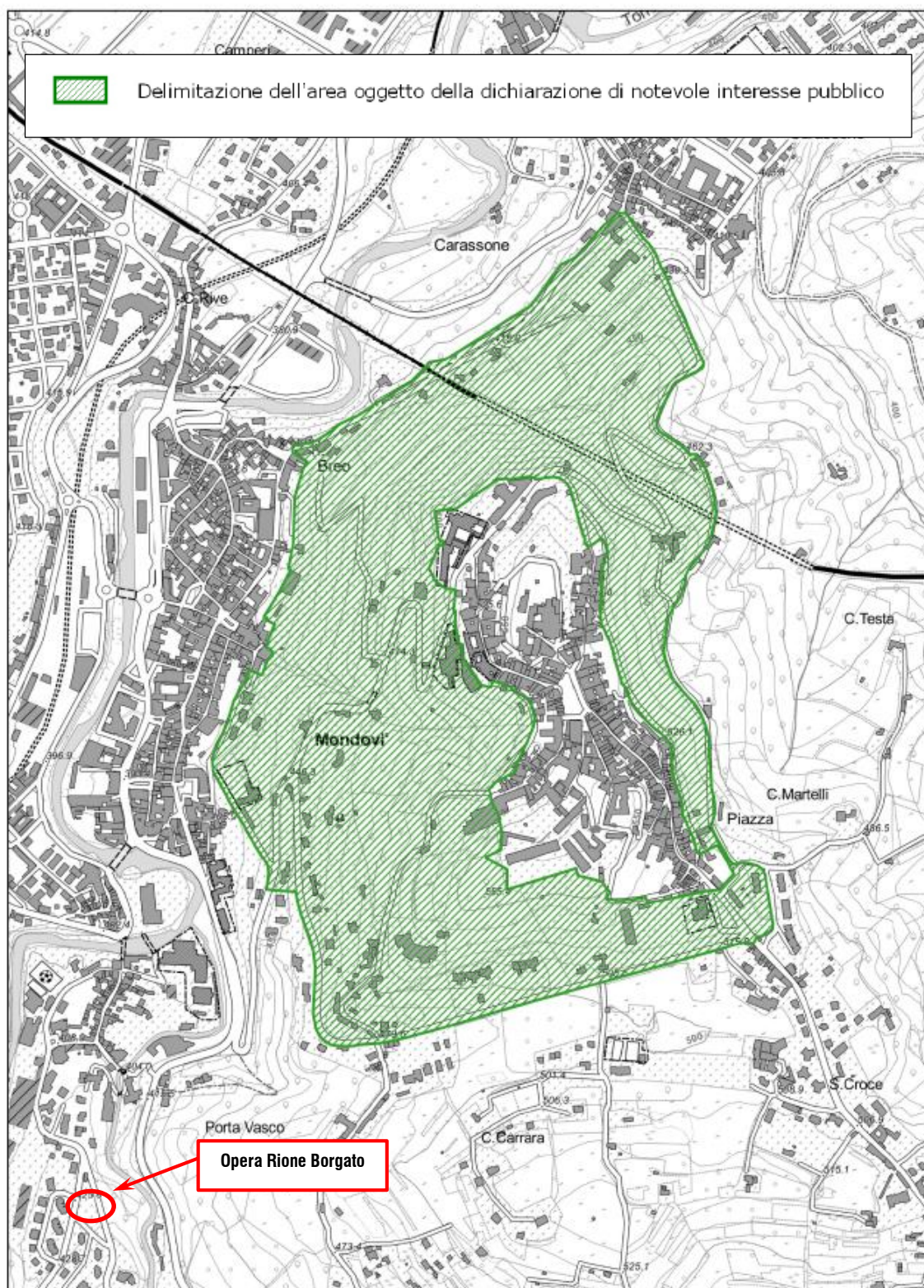


Figura 6.14 Estratto dichiarazione di notevole interesse pubblico della fascia collinare del Rione Piazza di Mondovì

6.6.1 Analisi della qualità percettiva

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.

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.

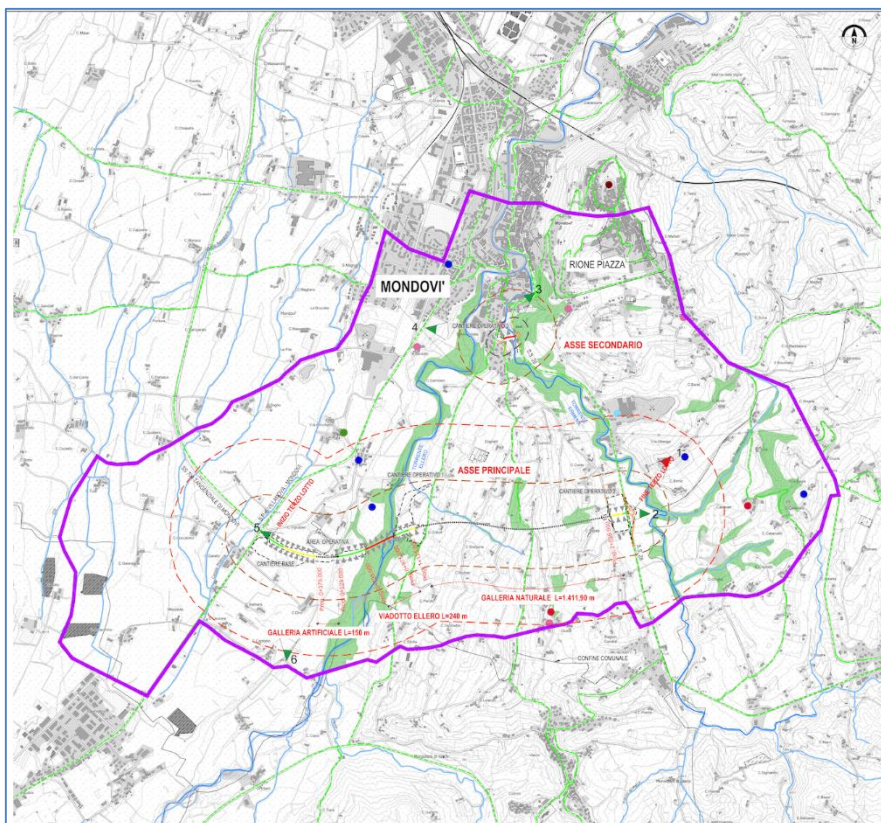


Figura 6.15– Percezione visiva ed interscambiabilità



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 occupato 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 6.16 – Tratto compreso tra la rotatoria 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 6.17 - 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 6.18 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 6.19 Interisibilità 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 6.20 Intervisibilità assente

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



6.6.2 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:

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.

Modificazione della compagine vegetale

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

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.

6.6.3 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 esauti, 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.

6.6.4 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.

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 roatorie saranno oggetto di ripristino.

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.

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 roatoria 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.

6.6.5 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'ecomosaico, 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'ecomosaico
- recupero estetico di spazi interclusi

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

Il progetto in esame è stato attentamente analizzato e sono stati individuati interventi di inserimento paesaggistico, supportati da scelte vegetazionali e forestali.

L'obiettivo degli interventi è stato anche quello di innescare processi di valorizzazione degli ambiti di paesaggio attraversati, oltreché di integrazione visiva dell'opera.

Pertanto possono individuarsi diverse tipologie di intervento, quali:

- valorizzazione dei beni storico culturali;
- mascheramento visivo delle opere connesse:

si tratta di piantumazioni arboree o arbustive disposte a filari previste nei tratti allo scoperto

- recupero del paesaggio vegetale:
attraverso il riutilizzo di materiale vegetale proveniente da scotico;
favorendo lo sviluppo della vegetazione ripariale con interventi di pulitura forestale.
- recupero degli spazi interclusi con interventi di rinverdimento;
- opere finalizzate all'inserimento paesaggistico:
realizzando le sovrastrutture dei viadotti in acciaio Corten;
inserendo vegetazione ricadente in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie.

VALORIZZAZIONE DEI BENI STORICO CULTURALI

Attualmente la cappella della SS Annunziata è racchiusa tra due strade e nell'area posteriore ad essa si trova un parco giochi. Attraverso l'intervento in oggetto viene dismesso un ramo della viabilità che verrà smantellato e ripristinato a verde. Tale intervento consente di valorizzare la cappella attraverso un migliore inserimento nel contesto e una migliore fruizione. La cappella non sarà più isolata tra le infrastrutture, ma verrà inserita all'interno del parco cittadino e per favorire la sua integrazione è stata prevista una pavimentazione che di fatto si configura come un'area di rispetto. Inoltre l'intervento consente l'ampliamento del parco giochi, attraverso una sistemazione a verde che si pone in continuità con la vegetazione preesistente. Infine la rotonda di progetto prevede interventi a verde che consentono un migliore inserimento delle opere stradali antistanti la cappella. E' stata redatta una tavola di dettaglio dell'area della cappella allegata al SIA e alla presente Relazione Paesaggistica. A tale proposito si veda anche la fotosimulazione n. 7



Estratto Elaborato P00_IA00_AMB_PL02 Interventi di inserimento paesaggistico: Cappella Santa Annunziata

PIANTUMAZIONE DI ELEMENTI VEGETAZIONALI LINEARI (SIEPI E FILARI)

E' stata prevista la piantumazione di siepi e filari, sia in sostituzione delle parti sottratte in fase di costruzione dell'opera, sia per valorizzare il contesto paesaggistico.

Per gli interventi a siepe sono state selezionate le seguenti specie arbustive: *Sambucus nigra*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum volgare*, *Rosa canina*, *Prunus spinosa*, *Euonymus europaeus*.

Per gli interventi a filari alberati le specie sono: *Acer campestre*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Salix alba*, *Ulmus minor*. Nella progettazione dei nuovi filari è stata posta attenzione nel mantenere un orientamento dei filari parallelo all'asse stradale in modo da non invitare la fauna, principalmente chirotteri ed uccelli ad avvicinarsi al tracciato.

RICUCITURA PAESAGGISTICA DELL'AREA

Rilevati e trincee saranno soggette a modellamento morfologico a fine lavori. 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.

Oltre alle attività previste per il rinverdimento sopra descritto, verranno piantumate essenze arbustive con sesto di impianto naturaliforme.

RINVERDIMENTO DEI RILEVATI

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 prevede una semina di rinforzo (idrosemmina 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: *Bromus erectus*, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Phleum ambigum*, *Trifolium campestre*, *Trifolium pratense*, *Medicago sativa*.

RECUPERO DEL PAESAGGIO VEGETALE ATTRAVERSO INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO FORESTALE

Sono previsti interventi di miglioria forestale finalizzati al miglioramento della situazione boschiva presente nelle aree che presentano formazioni boschive classificate come Formazioni riparie. Tali interventi avranno una sensibile ricaduta sul paesaggio, valorizzando il contesto in maniera significativa e favorendo la visualità.

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

Per una maggiore comprensione degli interventi si vedano le Planimetrie degli interventi a verde (IA02AMBPP01 e IA02AMBPP02).

Relativamente alla sottrazione di vegetazione forestale e ripariale è stata redatta una apposita relazione forestale. Le uniche superfici boscate interessate dall'opera saranno localizzate lungo i torrenti Ermena e Ellero, in particolare al di sotto delle opere di attraversamento previste, ed in prossimità della SS 28, nell'area di realizzazione della nuova rotonda di progetto. In seguito ai rilievi effettuati nelle aree di interesse si sono rilevate condizioni simili per quanto riguarda la consistenza dei popolamenti nei pressi delle aree riparie. Si tratta di formazioni riparie di scarso interesse economico produttivo essendo composte da piante di dimensioni ridotte ed in uno stato fitosanitario deperiente.

Così come previsto dalla DGR 4-3018 del 2021 è prevista la compensazione economica delle superfici sottratte. Per una maggiore comprensione degli interventi si veda la Relazione Forestale.

MISURE PER LA SALVAGUARDIA DELLA VEGETAZIONE E DELLA FAUNA

Gli interventi di mitigazione adottati per la salvaguardia della vegetazione si possono suddividere tra gli interventi previsti in fase di cantiere e quelli previsti in fase di esercizio.

Durante la cantierizzazione gli interventi di mitigazione per la componente floro-faunistica sono riconducibili al contenimento delle perturbazioni acustiche ed atmosferiche, come meglio indicato nello studio di impatto ambientale, anche attraverso la modulazione delle attività di cantiere, che dovranno tenere conto delle attività vitali della fauna.

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 prevedono l'inerbimento per restituire all'uso agricolo le aree in esame.

Nella fase di esercizio gli interventi vegetazionali sono riconducibili a quelli previsti per la componente Paesaggio.

Pertanto di seguito si riportano esclusivamente le schede illustrative delle essenze vegetali previste.

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

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 volgare*, *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 quinquonce.

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

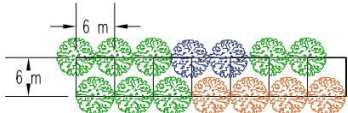
Come anticipato, il progetto prevede la piantumazione di essenze arboree ed arbustive in sesti filari, quadrati ed a quinquonce.

- **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.

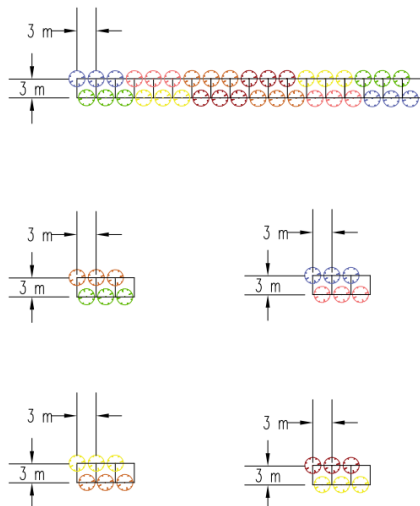
Tipo A

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.

A		 <i>Carpinus betulus</i>  <i>Alnus glutinosa</i>  <i>Acer campestre</i>
---	---	---

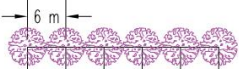
Tipo B

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

B		 <i>Crataegus monogyna</i>  <i>Euonymus europaeus</i>  <i>Ligustrum vulgare</i>  <i>Prunus spinosa</i>  <i>Rosa canina</i>  <i>Sambucus nigra</i>
---	--	--

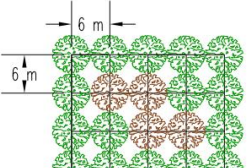
Tipo C

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

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

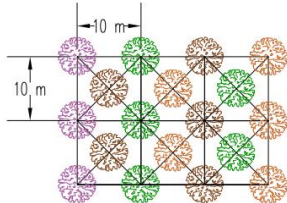
Tipo D

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

D		 <i>Carpinus betulus</i>  <i>Quercus petraea</i>
---	---	---

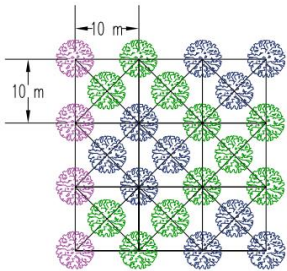
Tipo E

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

E		 <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		 <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		 <i>Salix purpurea</i>  <i>Crataegus monogyna</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

Riqualficazione paesaggistica delle rotonde

Il progetto prevede la riqualficazione 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.

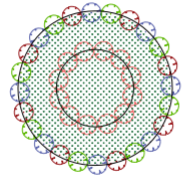
Specie	%
<i>Festuca rubra</i>	32
<i>Poa alpina</i>	20
<i>Trifolium repens</i>	10
<i>Lotus corniculatus</i>	8
<i>Poa pratensis</i>	7
<i>Lolium perenne</i>	5
<i>Dactylis glomerata</i>	4
<i>Achillea millefolium</i>	3

<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*.

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



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
	Erpatura	530 mq
	Concimazione	530 mq
	Semina a spaglio	530 mq
	Apertura buche	n. 36

Figura 6.21 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
	Ercatura	120 mq
	Concimazione	120 mq
	Semina a spaglio	120 mq
	Apertura buche	n. 12

Figura 6.22 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>
-----------	---	---

PIANTUMAZIONI ROTONDE C		
	SPECIE	QUANTITA'
	<i>Crataegus monogyna</i>	7 piante
INTERVENTI PREPARATORI		
	INTERVENTO	QUANTITA'
	Aratura	90 mq
	Ercatura	90 mq
	Concimazione	90 mq
	Semina a spaglio	90 mq
	Apertura buche	n. 7

Figura 6.23 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
	<i>Cercis siliquastrum</i>	10 piante

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>	56 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

6.6.7 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.

Sono stati presi in considerazione i punti di vista con fruizione dinamica lungo la viabilità che si pone in rapporto percettivo con le due opere stradali ed i punti di vista con fruizione statica nei punti in cui sono presenti i beni culturali.

La nuova campagna fotografica ha rilevato lo scarso o inesistente rapporto percettivo tra i punti di vista fotografici e le opere in progetto. Ciò viene determinato dalle particolari condizioni orografiche e dalla presenza di vegetazione e dell'edificato che costituiscono elementi di ostruzione visiva.

Va ricordato che il tracciato principale è lungo 2600 metri circa e che i tratti al coperto sono 1560m circa, pertanto i tratti eventualmente percepibili sono di lunghezza pari a circa 1000 m.

Il tracciato secondario è lungo in totale circa 100 m, di cui circa 80 m sono rappresentati dal viadotto per l'attraversamento dell'Ermena.

In totale ci sono circa 1100 m di tratti allo scoperto con possibilità di percezione molto, molto limitata. Soprattutto dai beni vincolati che risultano non in rapporto percettivo con le opere.

Si riportano le schede di alcune simulazioni effettuate. Per ciascuna simulazione si descrivono i caratteri del contesto in cui l'intervento si inserisce e gli interventi previsti e si riportano il punto di vista da cui è stato effettuato lo scatto fotografico e le relative viste ante operam e post operam. Per maggiori dettagli si veda la tavola delle fotosimulazioni allegata al SIA.

FOTOSIMULAZIONI 1 E 2 – VIADOTTO ELLERO

La fotosimulazione 1 è stata sviluppata partendo da un punto di presa fotografico ubicato sulla una strada posta a Sud – Est del torrente Ellero, la via Vecchia di Frabosa. Il viadotto è notevolmente nascosto dalla vegetazione e anche la morfologia favorisce un inserimento poco invasivo, nonostante l'alta visibilità dell'area.



Figura 6.24 Fotosimulazione 1: Punto di vista fotografico



Figura 6.25 Fotosimulazione 1: Vista ante operam



Figura 6.26 Fotosimulazione 1: Vista post operam

La fotosimulazione 2 è stata sviluppata quasi sul greto del fiume, nell'area di vincolo paesaggistico. Da questo punto di vista è possibile vedere principalmente la struttura sospesa dell'impalcato, che si inserisce anche cromaticamente nel contesto.



Figura 6.27 Fotosimulazione 2: Vista ante operam



Figura 6.28 Fotosimulazione 2: Vista post operam

FOTOSIMULAZIONE 3 - VIADOTTO ELLERO

La fotosimulazione 3 è stata sviluppata partendo da un punto di presa fotografico ubicato sulla strada posta a Sud – Est del torrente Ellero, la via Vecchia di Frabosa. Il punto di vista si trova in prossimità del cippo votivo. Il viadotto è notevolmente nascosto dalla vegetazione e anche la morfologia favorisce un inserimento poco invasivo, nonostante l'alta visibilità dell'area.



Figura 6.29 Fotosimulazione 3: Punto di vista fotografico



Figura 6.30 Fotosimulazione 3: Vista ante operam



Figura 6.31 Fotosimulazione 3: Vista post operam

FOTOSIMULAZIONE 4 – IMBOCCO GALLERIA

La fotosimulazione 4 è stata sviluppata prendendo in considerazione la visibilità dai nuclei a ridosso del viadotto e dell'imbocco in galleria. La lontananza dell'imbocco determina una scarsa visibilità dell'opera e la vegetazione mitiga l'inserimento del viadotto, che in ogni caso, grazie alla veletta in corten si inserisce bene nel contesto della vegetazione ripariale e boschiva.



Figura 6.32 Fotosimulazione 4: Punto di vista fotografico



Figura 6.33 Fotosimulazione 4: Vista ante operam



Figura 6.34 Fotosimulazione 4: Vista post operam

FOTOSIMULAZIONE 5 – TERMINE TRACCIATO PRINCIPALE

La fotosimulazione 5 è stata sviluppata prendendo in considerazione la fine del tracciato principale fino a giungere all'innesto sulla Statale 28 tramite una rotatoria. La vista include l'imbocco in galleria con gli interventi di mascheramento a verde che si inseriscono nella preesistente vegetazione della collinetta.



Figura 6.35 Fotosimulazione 5: Punto di vista fotografico



Figura 6.36 Fotosimulazione 5: Vista ante operam



Figura 6.37 Fotosimulazione 5: Vista post operam

FOTOSIMULAZIONI A, B, C, D – TRACCIATO SECONDARIO

Le fotosimulazioni A-B-C-D, sono finalizzate a rappresentare il progetto secondario ed in particolare l'inserimento del viadotto sul torrente Ermena e dell'opera nel contesto urbano.

Sono state quindi sviluppate le fotosimulazioni A e B secondo i punti di presa fotografici, ubicati sulla SS28 sia da Nord che da Sud, all'ingresso dell'abitato di Mondovì. Da queste visuali è possibile vedere la rotatoria di innesto con la SS28 e l'inizio del viadotto di attraversamento sul Torrente Ermena che porterà al Rione Borgato. E' 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 o il cemento.

E' stata poi sviluppata la fotosimulazione C della rotatoria di innesto con via Vecchia di Frabosa. L'inserimento nel contesto non altera la qualità del tessuto urbano, anche grazie agli interventi di inserimento ambientale in prossimità e sulla rotatoria stessa.



Figura 6.38 Punto di vista fotografico



Figura 6.39 Fotosimulazione A: Vista ante e post operam



Figura 6.40 Fotosimulazione B: Vista ante e post operam

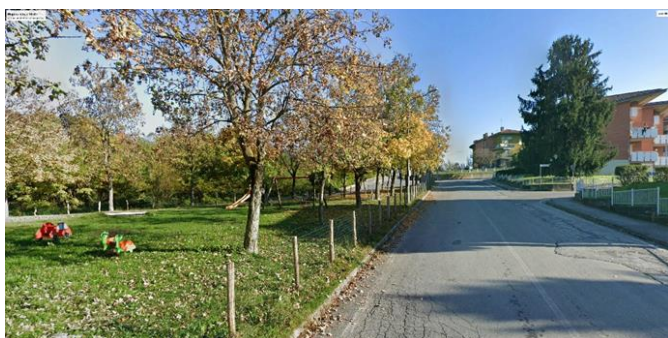


Figura 6.41 Fotosimulazione C: Vista ante e post operam

La fotosimulazione D, riferita alla cappella della SS Annunziata, 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 notare che il progetto consente di eliminare un ramo della rotatoria esistente con conseguente ripristino a verde dell'area, ampliamento del parco giochi esistente e notevole valorizzazione della cappella della SS Annunziata. La cappella avrà una propria area di rispetto e sarà collegata al parco cittadino, migliorando nettamente il contesto e la fruizione della stessa. Dal punto di vista paesaggistico e naturalistico la nuova fascia di parco assume importanza anche per la riconnessione ecologica e la continuità con la vegetazione sponale preesistente.



Figura 6.42 Fotosimulazione D: Vista ante operam



Figura 6.43 Fotosimulazione D: Vista post operam (diurno)



Figura 6.44 Fotosimulazione D: Vista post operam (notturno)

6.7 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.

6.7.1 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

6.7.2 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 ricettori o da aree sensibili.

6.7.3 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.

6.7.4 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 ricettori più prossimi.

6.8 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

	FASE DI CANTIERE					FASE DI ESERCIZIO				
PROGETTO	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 liquidi di risulta Corretto stoccaggio rifiuti	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

			Impermeabilizzazione cantieri operativi							
			Corretta gestione eventuali sversamenti contaminati							

SUOLO E SOTTOSUOLO

	FASE DI CANTIERE					FASE DI ESERCIZIO				
PROGETTO	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				Contaminazione di acque sotterranee	TRASCURABILE
			Utilizzo di sistema di impermeabilizzazione dei cantieri operativi	Contaminazione di Suolo, Sottosuolo ed 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

	FASE DI CANTIERE					FASE DI ESERCIZIO				
PROGETTO	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 L'installazione di barriere acustiche Monitoraggio delle vibrazioni	Vibrazioni	POCO SIGNIFICATIVO			Regolare e tempestiva manutenzione e ripristino della regolarità stradale La corretta posa in opera dei giunti dei viadotti, la loro periodica verifica e l'inserimento di membrane elastiche	Vibrazioni	TRASCURABILE

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

7 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il PMA indica l'insieme dei controlli, effettuati periodicamente o in maniera continua, da attuarsi durante le fasi ante-corso-post operam, attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali potenzialmente impattate, in modo significativo e negativo, dalla realizzazione e/o dall'esercizio dell'intervento in progetto.

Alla luce del contesto territoriale attraversato e della tipologia di lavorazioni da effettuare per la costruzione dell'infrastruttura in oggetto, le componenti che si ritiene significativo monitorare sono:

- atmosfera
- acque superficiali
- acque sotterranee
- suolo
- vegetazione
- fauna
- ecosistemi
- rumore e vibrazioni
- paesaggio

La scelta della localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio è stata effettuata sulla base delle analisi e delle valutazioni condotte nell'ambito del progetto. Si è tenuto conto di:

- eventuale presenza di recettori sensibili,
- presenza di aree sensibili o vulnerabili nel contesto di progetto,
- punti e aree rappresentative delle aree potenzialmente interferite in corso d'opera ed in post operam.

Si precisa che la localizzazione effettiva dei punti di monitoraggio potrà essere rimodulata in funzione delle esigenze riscontrate in fase di cantiere.

Il monitoraggio si compone di due tipologie distinte di attività:

- monitoraggio "esteso": sviluppato lungo tutto il tracciato di progetto per una fascia di indagine sufficientemente ampia attorno ad esso;
- monitoraggio "puntuale": limitato a specifiche aree con presenza di potenziali impatti all'interno delle quali possono essere svolte una o più differenti tipi di indagine.

Di seguito è sintetizzata la tipologia di monitoraggio applicata per ogni componente:

Componente ambientale	Monitoraggio areale	Monitoraggio puntuale
Atmosfera		X
Acque superficiali		X
Acque sotterranee		X
Suolo	X	
Vegetazione	X	
Fauna	X	
Ecosistemi	X	
Rumore/vibrazioni		X
Paesaggio	X	

Monitoraggio Ante Operam (MAO), verrà eseguito prima dell'avvio dei cantieri con lo scopo di:

- fornire una descrizione dello stato dell'ambiente prima della lavorazione;
- fungere da base per la previsione delle variazioni che potranno intervenire durante la costruzione, proponendo le eventuali contromisure. Tali dati dovranno essere rappresentativi delle diverse stagionalità;
- costituire, per quanto possibile, il livello iniziale di riferimento cui rapportare gli esiti delle campagne di misura in corso d'opera (stato 'di bianco').

Per il MAO sono previsti 6 mesi di monitoraggio.

Monitoraggio In Corso d'Opera (MCO), verrà eseguito per tutta la durata del cantiere con l'obiettivo di:

- documentare l'evolversi della situazione ambientale ante operam al fine di verificare che la dinamica dei fenomeni ambientali sia coerente rispetto alle previsioni dello studio d'impatto ambientale;
- segnalare il manifestarsi di eventuali criticità ambientali affinché sia possibile intervenire nei modi e nelle forme più opportune per evitare che si producano eventi irreversibili e gravemente compromissivi della qualità dell'ambiente;
- garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali.

Il MCO si svolgerà durante tutta la durata della fase di costruzione, ovvero per circa 3,5 anni e le attività seguiranno l'avanzamento del cantiere, con diverse ripetizioni a seconda dalla componente.

Si specifica che la fase in corso d'opera nel suo complesso dura 3,5 anni circa e comprende sia la fase di cantiere del tracciato principale sia la fase di cantiere dell'opera a rione Borgato. Come esplicitato nel cronoprogramma (elaborato 17.20_P00_CA00_CAN_CR01_A), la fase di cantiere dell'asse principale dura circa 2, 5 anni, mentre la fase di cantiere di rione Borgato dura circa 1 anno e praticamente si sviluppano in maniera consequenziale, senza quasi sovrapposizione fra le due fasi, come indicato nel succitato cronoprogramma.

Monitoraggio Post Operam o in esercizio (MPO), ha l'obiettivo di:

- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione ambientale e delle metodiche applicate;
- stabilire i nuovi livelli dei parametri ambientali;
- verificare le ricadute ambientali positive, a seguito dell'aumento di servizio del trasporto pubblico.

Per il MPO sono previsti dai 6 ai 12 mesi di monitoraggio, con diverse ripetizioni a seconda della componente.

Si riporta di seguito un riepilogo delle attività di monitoraggio previste per ciascuna componente:

ATMOSFERA (PM10, PM2.5, NO2, NOX, Ozono, CO, Btex, IPA, metalli)			
Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne
AO	1 anno	14 gg ogni 3 mesi	4
CO Asse principale (solo polveri)	2,5 anni	14 gg ogni 3 mesi	10
CO Rione Borgato (solo polveri)	1 anno	14 gg ogni 3 mesi	4
PO	1 anno	14 gg ogni 3 mesi	4
ACQUE SUPERFICIALI (Parametri idrologici – portata)			
Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne
AO	1 anno	1 misura ogni 3 mesi	4
CO Opera principale	2,5 anni	1 misura ogni 3 mesi	10
CO Rione Borgato	1 anno	1 misura ogni 3 mesi	4
PO	1 anno	1 misura ogni 3 mesi	4
ACQUE SUPERFICIALI (Parametri fisico-chimici, chimico- batteriologici)			
Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne
AO	1 anno	1 misura ogni 3 mesi	4
CO Opera principale	2,5 anni	1 misura ogni 3 mesi	10
CO Rione Borgato	1 anno	1 misura ogni 3 mesi	4
PO	1 anno	1 misura ogni	4

		3 mesi	
ACQUE SUPERFICIALI (Macroinvertebrati)			
Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne
AO	1 anno	1 misura ogni 6 mesi	2
CO Opera principale	2,5 anni	1 misura ogni 6 mesi	5
CO Rione Borgato	1 anno	1 misura ogni 6 mesi	2
PO	1 anno	1 misura ogni 6 mesi	2
ACQUE SOTTERRANEE (Livello piezometrico)			
Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne
AO	6 mesi	mensile	6
CO Opera principale	2,5 anni	semestrale	5
CO Rione Borgato	1 anno	semestrale	2
PO	6 mesi	trimestrale	2
ACQUE SOTTERRANEE (Parametri chimico-fisici)			
Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne
AO	6 mesi	trimestrale	2
CO Opera principale	2,5 anni	semestrale	5
CO Rione Borgato	1 anno	semestrale	2
PO	6 mesi	trimestrale	2
MONITORAGGIO SUOLO (Parametri pedologici, fisico chimici e chimici dei terreni)			
Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne
AO	6 mesi	Semestrale	1
CO Opera principale	2,5 anni	All'occorrenza	/
CO	1 anno	All'occorrenza	/

Rione Borgato			
PO	6 mesi	Semestrale	1
MONITORAGGIO VEGETAZIONE (Identificazione e conteggio delle specie)			
Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne
AO	6 mesi	Semestrale	2 (primavera ed autunno)
CO Opera principale	2,5 anni	Non si ritiene necessario un monitoraggio in CO data la presenza dei cantieri.	
CO Rione Borgato	1 anno		
PO	2 anni consecutivi	semestrale	2 (primavera ed autunno)
MONITORAGGIO FAUNA (Identificazione e conteggio delle specie di anfibi, pesci e rettili)			
Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne
AO	1 anno	Semestrale	1
CO Opera principale	2,5 anni	Annuale	2
CO Rione Borgato	1 anno	Annuale	1
PO	2 anni	Annuale	2
MONITORAGGIO FAUNA (Identificazione e conteggio delle specie di avifauna)			
Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne
AO	1 anno	Annuale - Primavera	2
CO Opera principale	2,5 anni	Annuale - Primavera	4
CO Rione Borgato	1 anno	Annuale - Primavera	2
PO	2 anni	Annuale - Primavera	4
MONITORAGGIO RUMORE			
Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne
AO	1 anno	7 gg ogni 3 mesi	4
	1 anno	24 h ogni 3 mesi	4
CO	2,5 anni	24 h ogni 3 mesi	10

Opera principale			
CO	1 anno	24 h ogni 3 mesi	4
Rione Borgato			
PO	1 anno	7 gg ogni 3 mesi	4
MONITORAGGIO VIBRAZIONI			
Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne
AO	6 mesi	semestrale	1
CO	2,5 anni	Mensile	30
Opera principale			
CO	1 anno	/	/
Rione Borgato			
PO	1 anno	/	/
Monitoraggio paesaggio (rilievi fotografici con restituzione di schede descrittive)			
Fase	Durata fase	Frequenza	n. campagne
AO	6 mesi	2 indagini (1 invernale ed una estiva)	2
CO	2,5 anni	/	/
Opera principale			
CO	1 anno	/	/
Rione Borgato			
PO	6 mesi	2 indagini (1 invernale ed una estiva)	2

8 BIBLIOGRAFIA E FONTI UTILIZZATE

- Piano Territoriale Regionale (P.T.R.) della Regione Piemonte
- Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.) della Regione Piemonte
- Piano Regionale Mobilità e Trasporti
- Piano Forestale Regionale 2017-2027 della Regione Piemonte
- Piano Forestale Territoriale (P.F.T.)
- Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.)
- Piano Regionale di Qualità dell'Aria (P.R.Q.A.)
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino distrettuale del Fiume Po
- Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (P.G.R.A.) del Bacino distrettuale del Fiume Po
- Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Cuneo
- Piano Regolatore Generale del Comune di Mondovì
- 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, Tecnical reference manual; U.S. Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center; Year 2000.
- River Analysis System HEC-RAS, Tecnical 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. Hoelpi;
- 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." Agrigusinness 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. Cusl, Milano
 - SITAP - <http://www.sitap.beniculturali.it/>
 - GeoPortale della Regione Piemonte - <http://www.geoportale.piemonte.it/cms/>