

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. TO08

<b>PROGETTAZIONE:</b> RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	<b>MANDATARIA:</b> 	<b>MANDANTI:</b>  
<b>IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:</b>  Ing. Andrea Renzo – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2413	<b>IL PROGETTISTA:</b> Piccoli Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A3381	
<b>IL GEOLOGO:</b>  Geol. Emanuele Fresia – TECHNITAL Ordine Geologi Veneto n. A501	<b>GRUPPO DI PROGETTAZIONE:</b> 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	
<b>IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:</b>  Ing. Paolo Barrasso – MATILDI + PARTNERS Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. A9513	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	
<b>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:</b>  Ing. Giuseppe Danilo Malgeri	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	
<b>PROTOCOLLO:</b>	<b>DATA:</b>	

**08 – STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE**

Alternative e soluzioni – la soluzione di progetto: l'assetto futuro e l'intervento

CODICE PROGETTO DPT00008D16		NOME FILE 08.01_T00_IA01_AMB_RE01_B		PROGR. ELAB. 08.01	REV. B	SCALA: -
		CODICE ELAB. T00IA01AMBRE01				
D						
C						
B	ISTRUTTORIA ANAS	Mag.2020	Technital	Angelotti	Piccoli	Piccoli
A	EMISSIONE	Mar. 2020	Technital	Angelotti	Piccoli	Piccoli
REV.	DESCRIZIONE	DATA	SOCIETA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE GENERALE .....</b>	<b>1</b>
1.1	PREMESSA.....	1
1.2	CONTENUTI E ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO.....	2
<b>2</b>	<b>INTRODUZIONE AL PROGETTO .....</b>	<b>4</b>
2.1	LE MOTIVAZIONI ALLA BASE DELL'INIZIATIVA: OBIETTIVI E CRITICITÀ.....	4
2.1.1	OBIETTIVI E CRITICITÀ SOTTO IL PROFILO TECNICO.....	4
2.1.2	OBIETTIVI E CRITICITÀ SOTTO IL PROFILO AMBIENTALE .....	6
2.2	LA DOMANDA DI TRAFFICO .....	6
2.2.1	LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO .....	6
2.2.2	IL TRAFFICO ATTUALE.....	11
2.2.3	IL TRAFFICO ATTESO DI PROGETTO .....	12
<b>3</b>	<b>L'ANALISI DELLE ALTERNATIVE.....</b>	<b>18</b>
3.1	L'OPZIONE ZERO .....	20
3.2	ASSE PRINCIPALE - ALTERNATIVE .....	22
3.2.1	L'ALTERNATIVA 1 – tracciato del progetto preliminare.....	22
3.2.2	L'ALTERNATIVA 2 – variante nord.....	24
3.2.3	L'ALTERNATIVA 3 – variante sud .....	25
3.3	ASSE SECONDARIO - COLLEGAMENTO RIONE BORGATO.....	26
3.4	LA METODOLOGIA DI CONFRONTO.....	32
3.5	IL CONFRONTO TRA LE ALTERNATIVE: ELABORAZIONE E CALCOLO .....	34
3.5.1	ASSE PRINCIPALE.....	34
3.5.2	ASSE SECONDARIO.....	48
3.6	LA MIGLIORE RISPONDEZZA AGLI OBIETTIVI – SCELTA DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO.....	57
<b>4</b>	<b>LA SOLUZIONE DI PROGETTO .....</b>	<b>58</b>
4.1	IL TRACCIATO DI PROGETTO.....	58
4.1.1	ASSE PRINCIPALE.....	58
4.1.2	ASSE SECONDARIO.....	59
4.2	CARATTERISTICHE TECNICHE E FISICHE DEL PROGETTO .....	61

4.2.1	CARATTERISTICHE DI PIATTAFORMA DEL TRACCIATO .....	61
4.2.2	FUNZIONAMENTO DEL PROGETTO, FABBISOGNI ENERGETICI E RISORSE IMPIEGATE .....	65
4.2.3	CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI MEDIA TENSIONE .....	67
4.2.4	CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI BASSA TENSIONE - RETI NORMALE E PRIVILEGIATA..	67
4.2.5	SISTEMA ELETTRICO: CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI BASSA TENSIONE - RETE CONTINUITÀ ASSOLUTA.....	68
4.3	OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI .....	68
4.3.1	VIADOTTO ELLERO .....	68
4.3.2	VIADOTTO ERMENA .....	69
4.4	OPERE D'ARTE MAGGIORI: GALLERIA .....	70
4.4.1	GALLERIA NATURALE .....	70
4.5	OPERE D'ARTE MINORI.....	74
4.5.1	GALLERIA ARTIFICIALE .....	74
4.6	IMPIANTI TECNOLOGICI.....	74
4.6.1	Galleria Naturale.....	75
4.6.2	Galleria Artificiale .....	76
4.6.3	Tratti all'aperto viabilità principale .....	76
4.6.4	Tratti all'aperto viabilità secondaria di Rione Borgato.....	76
4.7	CANTIERIZZAZIONE.....	77
4.7.1	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE .....	77
4.8	INTERFERENZE .....	80
4.9	TECNICHE UTILIZZATE .....	83
4.10	CRONOPROGRAMMA E FASI REALIZZATIVE .....	85
<b>5</b>	<b>INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO ED AMBIENTALE .....</b>	<b>87</b>
5.1	INTERVENTI E MISURE DI MITIGAZIONE IN FASE DI CANTIERE.....	87
5.1.1	MISURE PER LA SALVAGUARDIA DELLE ACQUE E DEL SUOLO .....	87
5.1.2	MISURE PER LA SALVAGUARDIA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	89
5.1.3	MISURE PER LA SALVAGUARDIA DEL CLIMA ACUSTICO.....	90
5.1.4	MISURE PER LA SALVAGUARDIA DELLA VEGETAZIONE E DELLA FAUNA .....	92
5.1.5	MISURE PER LA SALVAGUARDIA DEL PAESAGGIO .....	93
5.2	INTERVENTI E MISURE DI MITIGAZIONE IN FASE DI ESERCIZIO.....	93
5.2.1	MISURE PER LA SALVAGUARDIA DELLE ACQUE E DEL SUOLO .....	93
5.2.2	MISURE PER LA SALVAGUARDIA DEL CLIMA ACUSTICO.....	93
5.2.3	MISURE PER LA SALVAGUARDIA DELLA VEGETAZIONE E DELLA FAUNA .....	94
5.2.4	MISURE PER LA SALVAGUARDIA DEL PAESAGGIO .....	103
5.2.5	SPECIE VEGETALI UTILIZZATE .....	108

---

<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIA E FONTI UTILIZZATE .....</b>	<b>124</b>
----------	--	------------



# 1 INTRODUZIONE GENERALE

## 1.1 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 drenerà 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.

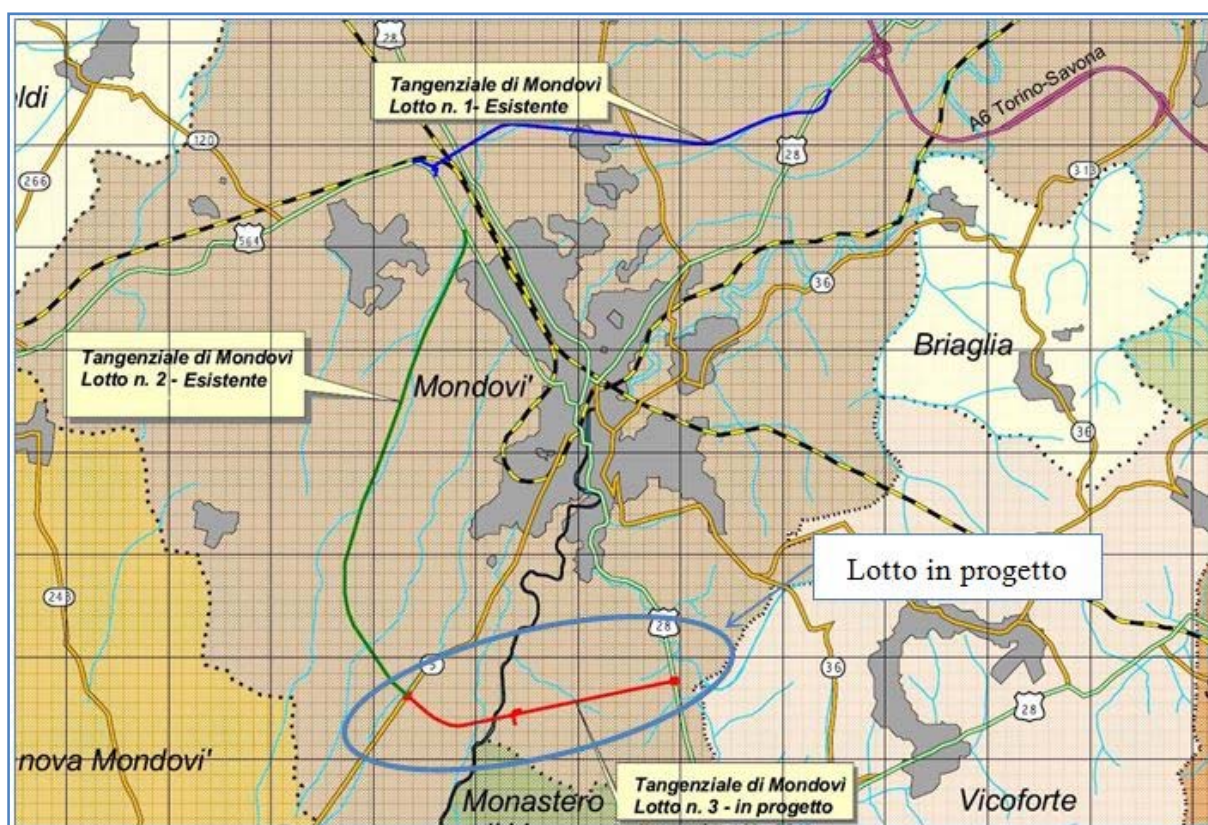


Figura 1.1 Tangenziale di Mondovì. Inquadramento geografico a grande scala

## 1.2 CONTENUTI E ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO

I contenuti dello SIA sono redatti in conformità a quanto previsto dall'Allegato VII alla parte seconda del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 così come modificato dall'art. 22 del succitato D. Lgs. 104/2017.

Tale allegato definisce i contenuti dello SIA, riassumibili in maniera schematica in:

- ✓ descrizione del progetto, anche in riferimento alle tutele e ai vincoli presenti;
- ✓ descrizione delle principali alternative ragionevoli del progetto, compresa l'alternativa zero,
- ✓ descrizione degli aspetti pertinenti dello stato attuale dell'ambiente (scenario di base) compresa l'eventuale presenza di elementi e dei beni culturali e paesaggistici,
- ✓ descrizione dei possibili impatti (positivi e negativi) ambientali rilevanti del progetto proposto, dei metodi di previsione utilizzati per individuare e valutare gli impatti ambientali significativi del progetto ed una descrizione delle relative misure di mitigazione e prevenzione,
- ✓ un riassunto non tecnico delle informazioni contenute nello SIA.

Lo SIA è articolato in n. 4 relazioni ed in diversi elaborati sia cartografici che testuali di approfondimento, che contengono le informazioni richieste dalla succitata normativa.

Si riporta l'estratto relativo allo SIA dell'elenco elaborati in cui sono resi tutti gli elaborati costituenti lo SIA e la struttura dello stesso.

### 08 - STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE

08.01_T00_IA00_AMB_RE01_B	Alternative e soluzioni - La soluzione di progetto: l'assetto futuro e l'intervento
08.02_T00_IA00_AMB_RE02_B	Lo scenario di base
08.03_T00_IA00_AMB_RE03_B	Verifiche di coerenza con il sistema della pianificazione e dei vincoli
08.04_T00_IA00_AMB_RE04_B	Impatti e mitigazioni

#### 08.01 - Strumenti di pianificazione e sistema vincolistico

08.01_T00_IA01_AMB_CO01_B	Corografia generale ed organizzazione attuale del sistema infrastrutturale
08.02_T00_IA01_AMB_CT01_B	Stralci dei piani territoriali e di settore - Tav 1/2
08.03_T00_IA01_AMB_CT02_B	Stralci dei piani territoriali e di settore - Tav 2/2
08.04_T00_IA01_AMB_CT03_B	Stralci dei piani territoriali e di settore - Piani Regolatori Comunali
08.05_T00_IA01_AMB_CT04_B	Stralcio Piano delle Alluvioni - Rischio e Pericolo
08.06_T00_IA01_AMB_CT05_B	Carta dei vincoli e delle tutele
08.07_T00_IA01_AMB_CT06_B	Carta delle Aree Naturali Protette
08.08_T00_IA01_AMB_CT07_B	Carta delle valenze artistiche, architettoniche storiche e archeologiche

#### 08.02 - Inquadramento Progettuale

08.01_T00_IA02_AMB_PO01_B	Planimetria di progetto su ortofoto
08.02_T00_IA02_AMB_PV01_B	Documentazione fotografica
08.03_T00_IA02_AMB_CT01_B	Carta dei Condizionamenti in relazione alle alternative
08.04_T00_IA02_AMB_PF01_B	Planimetrie e profili longitudinali Alternativa 1 (Tav. 1/4)
08.05_T00_IA02_AMB_PF02_B	Planimetrie e profili longitudinali Alternativa 1 (Tav. 2/4)
08.06_T00_IA02_AMB_PF03_B	Planimetrie e profili longitudinali Alternativa 1 (Tav. 3/4)
08.07_T00_IA02_AMB_PF04_B	Planimetrie e profili longitudinali Alternativa 1 (Tav. 4/4)

08.08_T00_IA02_AMB_SZ01_B	Sezioni tipo corpo stradale e opere d'arte
08.09_T00_IA02_AMB_CO01_B	Cantierizzazione: ubicazione cave e discariche e viabilità
08.10_T00_IA02_AMB_CT02_B	Cantierizzazione: ubicazione delle aree di cantiere e viabilità di servizio
08.11_T00_IA02_AMB_SC01_B	Schede di cantiere - cantiere Base
08.12_T00_IA02_AMB_SC02_B	Schede di cantiere - cantiere Operativo 1
08.13_T00_IA02_AMB_SC03_B	Schede di cantiere - cantiere Operativo 2
08.14_T00_IA02_AMB_SC04_B	Schede di cantiere - cantiere Operativo 3
08.15_T00_IA02_AMB_CT03_B	Planimetria di sistemazione dei siti di cava e discarica
08.15_T00_IA02_AMB_CT04_B	Sezioni tipo di sistemazione delle aree di cantiere e deposito
08.16_T00_IA02_AMB_PL01_B	Planimetria degli interventi di inserimento paesaggistico e ambientale (Tav. 1/2)
08.17_T00_IA02_AMB_PL02_B	Planimetria degli interventi di inserimento paesaggistico e ambientale (Tav. 2/2)
08.18_T00_IA02_AMB_SZ02_B	Sezioni e dettagli interventi di mitigazione
08.19_T00_IA02_AMB_PP01_B	Planimetria di dettaglio interventi opere a verde (Tav. 1/2)
08.20_T00_IA02_AMB_PP02_B	Planimetria di dettaglio interventi opere a verde (Tav. 2/2)
08.21_T00_IA02_AMB_SZ03_B	Sezioni e dettagli interventi opere a verde

### **08.03 - Analisi Ambientale**

#### **08.03.01 - Aria**

08.01_T00_IA03_AMB_RE01_B	Studio atmosferico
08.02_T00_IA03_AMB_PL01_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni NOx - Ante Operam
08.03_T00_IA03_AMB_PL02_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni NOx - Post Operam
08.04_T00_IA03_AMB_PL03_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni NOx - Opzione Zero
08.05_T00_IA03_AMB_PL04_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni CO - Ante Operam
08.06_T00_IA03_AMB_PL05_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni CO - Post Operam
08.07_T00_IA03_AMB_PL06_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni CO - Opzione Zero
08.08_T00_IA03_AMB_PL07_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni PM10 (24 H) - Ante Operam
08.09_T00_IA03_AMB_PL08_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni PM10 (24 H) - Corso Operam
08.10_T00_IA03_AMB_PL09_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni PM10 (24 H) - Post operam
08.11_T00_IA03_AMB_PL10_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni PM10 (24 H) - Opzione Zero
08.12_T00_IA03_AMB_PL11_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni PM10 (Media Annuale) - Ante Operam
08.13_T00_IA03_AMB_PL12_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni PM10 (Media Annuale) - Corso Operam
08.14_T00_IA03_AMB_PL13_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni PM10 (Media Annuale) - Post operam
08.15_T00_IA03_AMB_PL14_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni PM10 (Media Annuale) - Opzione Zero
08.16_T00_IA03_AMB_PL15_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni PM2.5 - Ante Operam
08.17_T00_IA03_AMB_PL16_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni PM2.5 - Corso Operam
08.18_T00_IA03_AMB_PL17_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni PM2.5 - Post operam
08.19_T00_IA03_AMB_PL18_B	Planimetria dei recettori e concentrazioni PM2.5 - Opzione Zero

#### **08.03.02 - Geologia e Acque**

08.01_T00_IA03_AMB_CT01_B	Carta geologica e geomorfologica
08.02_T00_IA03_AMB_CT02_B	Carta del reticolo idrografico e dei ricettori delle acque di piattaforma
08.03_T00_IA03_AMB_CT03_B	Carta idrogeologica
08.04_T00_IA03_AMB_CT04_B	Carta della vulnerabilità degli acquiferi

#### **08.03.03 - Territorio e Suolo**

08.01_T00_IA03_AMB_CT05_B	Carta dell'uso del suolo: Matrice agricola
08.02_T00_IA03_AMB_CT06_B	Carta dell'uso del suolo: Matrice naturale
08.03_T00_IA03_AMB_CT07_B	Carta dell'uso del suolo: Matrice antropica

#### **08.03.04 - Biodiversità**

08.01_T00_IA03_AMB_CT08_B	Carta della vegetazione reale
08.02_T00_IA03_AMB_CT09_B	Carta delle unità ecosistemiche
08.03_T00_IA03_AMB_CT10_B	Carta dell'ecomosaico - rete ecologica

#### **08.03.05 - Rumore**

08.01_T00_IA03_AMB_RE02_B	Studio acustico
08.02_T00_IA03_AMB_RE03_A	Rapporto di misura per i rilievi acustici
08.03_T00_IA03_AMB_SC01_A	Schede censimento ricettori acustici
08.04_T00_IA03_AMB_CT11_B	Carta dei ricettori, zonizzazioni acustiche comunali e punti di misura (Tav. 1/2)



08.04_T00_IA03_AMB_CT12_B	Carta dei ricettori, zonizzazioni acustiche comunali e punti di misura (Tav. 2/2)
08.05_T00_IA03_AMB_CT13_B	Clima acustico - Stato attuale diurno (Tav. 1/2)
08.05_T00_IA03_AMB_CT14_B	Clima acustico - Stato attuale diurno (Tav. 2/2)
08.06_T00_IA03_AMB_CT15_B	Clima acustico - Stato attuale notturno (Tav. 1/2)
08.06_T00_IA03_AMB_CT16_B	Clima acustico - Stato attuale notturno (Tav. 2/2)
08.07_T00_IA03_AMB_CT17_B	Clima acustico allo stato di progetto diurno (Tav. 1/2)
08.07_T00_IA03_AMB_CT18_B	Clima acustico allo stato di progetto diurno (Tav. 2/2)
08.08_T00_IA03_AMB_CT19_B	Clima acustico allo stato di progetto notturno (Tav. 1/2)
08.08_T00_IA03_AMB_CT20_B	Clima acustico allo stato di progetto notturno (Tav. 2/2)
08.09_T00_IA03_AMB_CT21_B	Clima acustico allo stato di cantiere (Tav. 1/4)
08.10_T00_IA03_AMB_CT22_B	Clima acustico allo stato di cantiere (Tav. 2/4)
08.11_T00_IA03_AMB_CT23_B	Clima acustico allo stato di cantiere (Tav. 3/4)
08.12_T00_IA03_AMB_CT24_B	Clima acustico allo stato di cantiere (Tav. 4/4)
08.13_T00_IA03_AMB_CT25_B	Clima acustico post mitigazione diurno (Tav. 1/4)
08.14_T00_IA03_AMB_CT26_B	Clima acustico post mitigazione diurno (Tav. 2/4)
08.15_T00_IA03_AMB_CT27_B	Clima acustico post mitigazione diurno (Tav. 3/4)
08.16_T00_IA03_AMB_CT28_B	Clima acustico post mitigazione diurno (Tav. 4/4)
08.17_T00_IA03_AMB_CT29_B	Clima acustico relativo all'opzione zero diurno (Tav. 1/2)
08.17_T00_IA03_AMB_CT30_B	Clima acustico relativo all'opzione zero diurno - (Tav. 2/2)
<b>08.03.06 - Paesaggio</b>	
08.01_T00_IA03_AMB_CT31_B	Carta del contesto e della struttura del paesaggio
08.02_T00_IA03_AMB_CT32_B	Elementi di struttura del paesaggio
08.03_T00_IA03_AMB_CT33_B	Elementi di valorizzazione
08.04_T00_IA03_AMB_CT34_B	Morfologia del paesaggio
08.05_T00_IA03_AMB_CT35_B	Carta della percezione visiva e dell'intervisibilità
08.06_T00_IA03_AMB_F001_B	Fotosimulazioni
<b>08.04 - Sintesi Non Tecnica</b>	
08.01_T00_IA04_AMB_RE01_B	Relazione

## 2 INTRODUZIONE AL PROGETTO

### 2.1 LE MOTIVAZIONI ALLA BASE DELL'INIZIATIVA: OBIETTIVI E CRITICITÀ

#### 2.1.1 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.

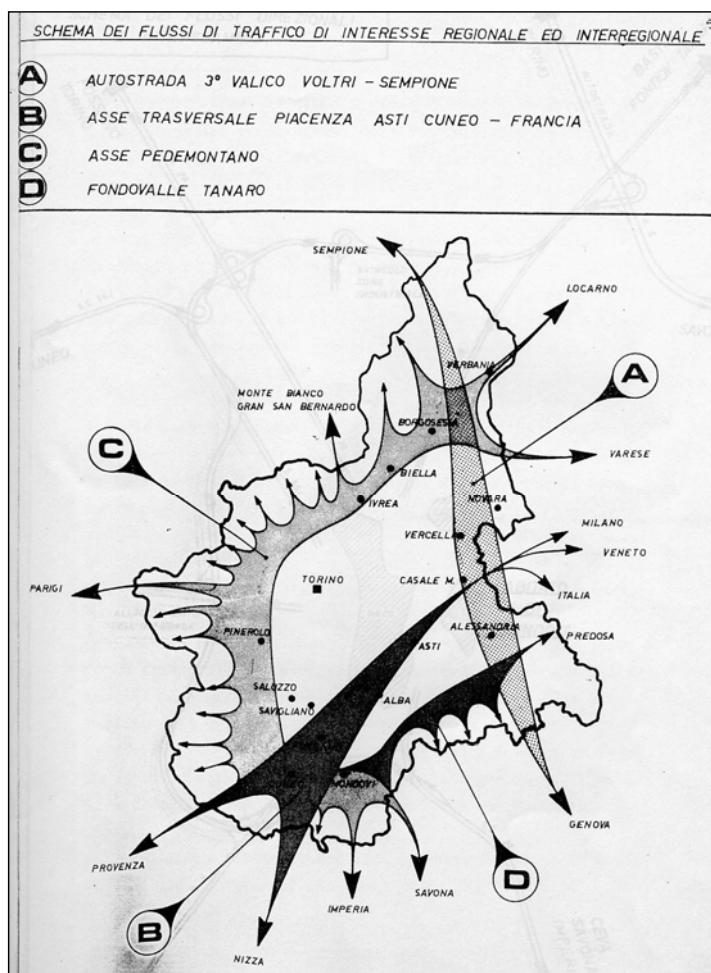


Figura 2.1. Schema dei Flussi di traffico

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 giù 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.

### **2.1.2 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.

Come meglio esplicitato al capitolo 4, le alternative progettuali si basano proprio sul minimizzare tale criticità.

Non sono emerse ulteriori criticità sotto il profilo ambientale.

## **2.2 LA DOMANDA DI TRAFFICO**

### **2.2.1 LA RETE STRADALE DI RIFERIMENTO**

L'offerta di infrastrutture viarie è definita dalle caratteristiche della rete esistente. La conoscenza del sistema di offerta ha come scopo primario la costruzione del grafo della rete viaria dell'area, ovvero schematizzare la rete in un insieme di archi e nodi.

Queste operazioni vanno eseguite usando opportuni codici, omogenei con quelli usati nella zonizzazione e nell'analisi della domanda, di modo che il grafo sia riproducibile al calcolatore e quindi utilizzabile nell'ambito dei modelli di simulazione.

Nel caso della rete viaria, gli archi rappresentano tratti di strada non interessati da intersezioni di particolare rilievo; tutti gli archi sono delimitati da due nodi, che, in generale, rappresentano il punto in cui due o più archi si incrociano.

Il problema della schematizzazione di un sistema viabile, mediante un grafo, consiste nell'individuazione dei nodi e dei collegamenti da nodo a nodo, ritenuti significativi ai fini dell'analisi del sistema viabile attuale e per il quale si vogliono conoscere i flussi veicolari. I nodi e gli archi rappresentano realtà fisiche ben distinte.

I primi individuano punti del territorio aventi coordinate spaziali e temporali definite.

I secondi rappresentano i legami fisici che legano due diversi punti (nodi) del territorio in esame ai quali è associato un costo di trasferimento.

Al fine di ottenere una corretta modellizzazione del sistema viabile, ogni arco nello *Studio del traffico* di progetto è stato caratterizzato con il proprio costo generalizzato di trasporto. In pratica, ogni arco è stato descritto attraverso la lunghezza, la velocità di percorrenza, la capacità a vuoto, la tipologia dell'arco ed una particolare curva di deflusso che esprime il costo di trasporto in relazione al volume di traffico presente sull'arco (calcolati dalle caratteristiche geometriche e morfologiche della strada).

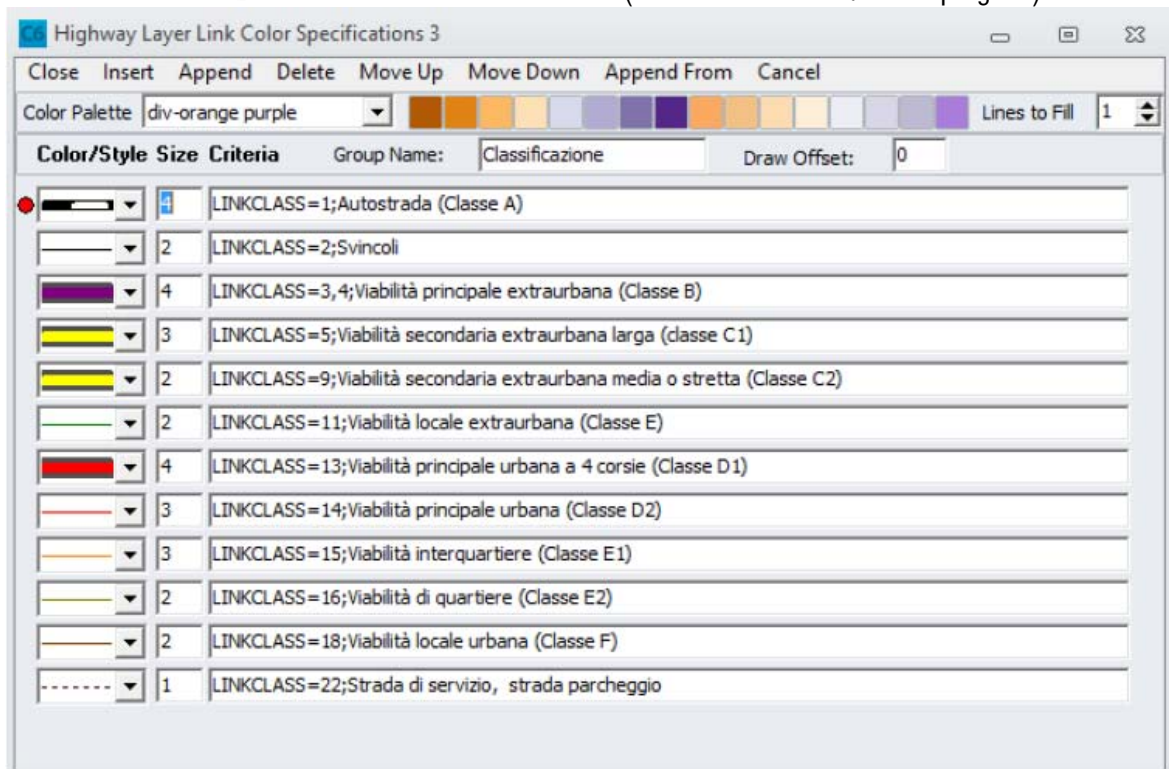
Il grafo di seguito riportato è tratto dallo *Studio del traffico* di progetto e rappresenta la rete veicolare dell'area di studio. In base a quanto riportato nel suddetto studio, è stato ottenuto a partire dalle basi disponibili Open Street Map da una semplificazione della rete viaria esistente, eliminando le strade interpoderali non pavimentate.

Per effettuare un'adeguata modellizzazione della rete viaria, tale da consentire di conoscerne nel dettaglio le caratteristiche capacitive dei singoli archi stradali, sono state individuate attraverso Google Earth e Street View le caratteristiche funzionali e morfologiche delle strade presenti sul territorio intercomunale di Mondovì e delle principali direttrici intercomunali, introdotte nel grafo per connettere i percorsi alla rete sovraordinata.

Operativamente, il grafo è stato implementato attribuendo alla viabilità una serie di codici (linkclass) tali da distinguere la viabilità esistente nelle classi che fanno riferimento alla funzione principale svolta dall'arco stradale, ai sensi del D.M. 11/05/2001 (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade), oltre che distinguere la rete esistente dalle varie infrastrutture di progetto.

La tabella seguente, tratta dallo *Studio del traffico* di progetto, riporta l'elenco delle classi attribuite agli archi durante l'implementazione del grafo del trasporto privato (linkclass).

Tabella 2.1 Classificazione delle rete viaria (Fonte: *Studio del traffico* di progetto)



Color/Style	Size	Criteria	Group Name	Draw Offset
	4	LINKCLASS=1;Autostrada (Classe A)	Classificazione	0
	2	LINKCLASS=2;Svincoli		
	4	LINKCLASS=3,4;Viabilità principale extraurbana (Classe B)		
	3	LINKCLASS=5;Viabilità secondaria extraurbana larga (classe C1)		
	2	LINKCLASS=9;Viabilità secondaria extraurbana media o stretta (Classe C2)		
	2	LINKCLASS=11;Viabilità locale extraurbana (Classe E)		
	4	LINKCLASS=13;Viabilità principale urbana a 4 corsie (Classe D1)		
	3	LINKCLASS=14;Viabilità principale urbana (Classe D2)		
	3	LINKCLASS=15;Viabilità interquartiere (Classe E1)		
	2	LINKCLASS=16;Viabilità di quartiere (Classe E2)		
	2	LINKCLASS=18;Viabilità locale urbana (Classe F)		
	1	LINKCLASS=22;Strada di servizio, strada parcheggio		

Con i parametri raccolti sono state successivamente attribuite le capacità di ciascun tipo di tronco stradale per ognuno dei sensi di marcia, ossia il volume massimo di traffico che può transitare sull'arco nell'unità di tempo.

Ciascun arco del grafo, impiegato per rappresentare il sistema viabile, è anche caratterizzato da un tempo di percorrenza e/o da altri oneri sopportati dall'utente del sistema stesso per spostarsi da un nodo iniziale ad uno finale. Il costo di trasporto è una grandezza che sintetizza le diverse voci di costo sopportate dagli utenti nella misura in cui questi le percepiscono. Il costo si riferisce al costo generalizzato, che rappresenta il peso relativo attribuito dal guidatore al tempo, alla distanza o ad entrambi su differenti percorsi.

La funzione del costo generalizzato può essere assunta secondo la seguente formulazione:

$$a_{\text{totale}} = a_t + a_d$$

con

$a_t$  = coefficiente di peso del tempo

$a_d$  = coefficiente di peso della distanza

Questi pesi variano, in linea di principio, in accordo con fattori quali:

- lo scopo del viaggio (i viaggiatori tendono ad attribuire più peso al tempo che non alla distanza);
- la lunghezza del viaggio (i guidatori stimano la distanza in maniera più diretta e sono da essa influenzati maggiormente su viaggi a lunga percorrenza).



I costi associati a ciascun arco della rete sono riferiti ad un utente medio, perciò il costo su ciascun arco del grafo può essere ritenuto costante per tutti gli utenti che lo interessano.

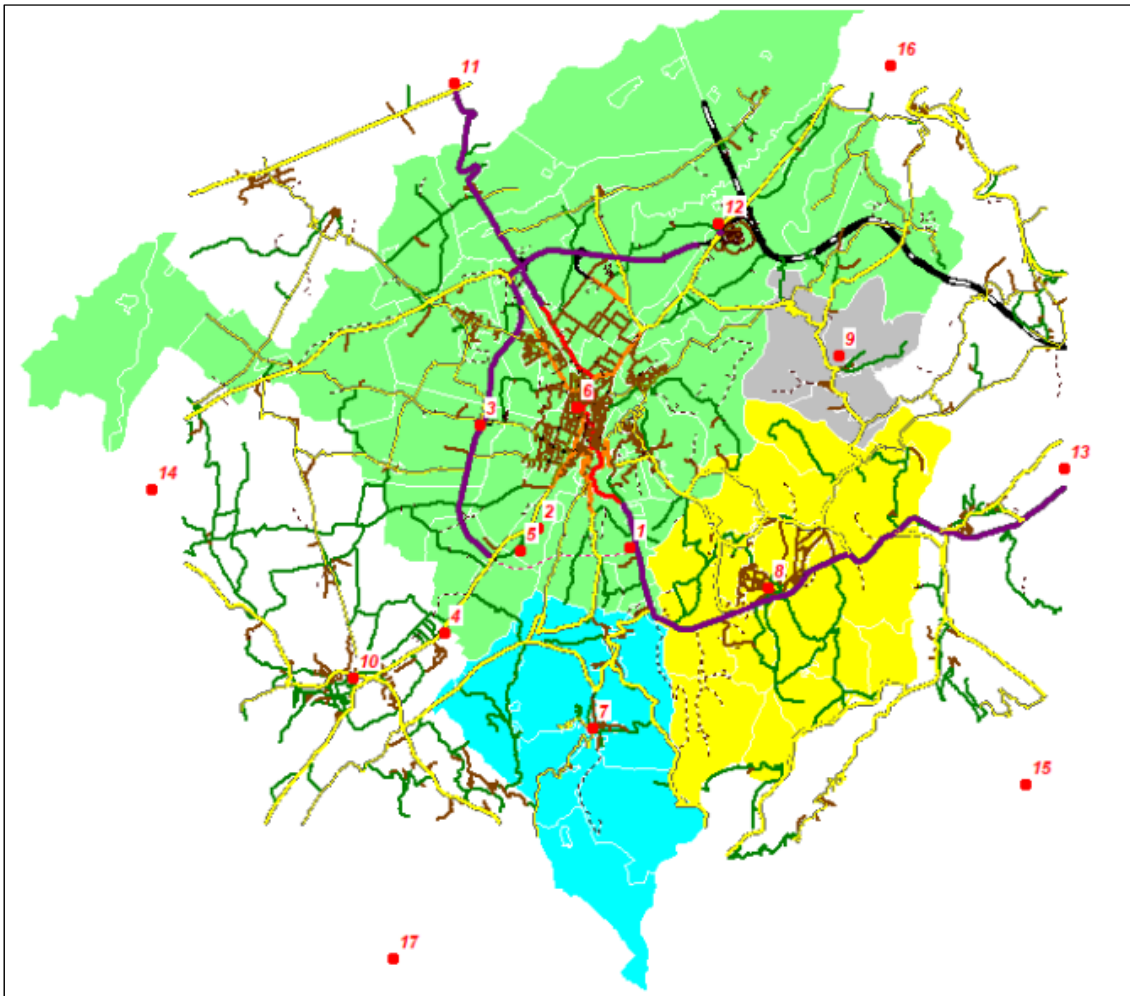


Figura 2.2 Grafo della rete relativo all'area studio (Fonte: *Studio del traffico* di progetto)

Un importante sotto insieme di nodi è rappresentato dai cosiddetti nodi "centroidi", i quali individuano i soli punti del territorio da cui si origina e verso cui è destinata la domanda di mobilità, ovvero rappresentano le zone di Origine e/o di Destinazione dei viaggi.

Questi nodi centroidi possono essere connessi sia direttamente ad un nodo (intersezione) reale oppure ad un nodo fittizio. Nell'ambito della predisposizione del modello di traffico dell'area intercomunale di Mondovì i centroidi sono rappresentati da 17 zone derivanti dalla zonizzazione del territorio descritta di seguito. I nodi regolari sono, invece, rappresentati dalle intersezioni tra due o più strade della rete.

Per consentire la connessione fisica tra le zone, materializzate nel centroide di zona, e la viabilità ordinaria, sono stati inseriti nel grafo originale degli archi connettori "fittizi", ai quali corrisponde lo spostamento fra il centroide di zona ed un nodo reale o fittizio della rete.

Il grafo del trasporto privato così predisposto risulta formato da 7.318 archi monodirezionali e 3.402 nodi, per un'estensione complessiva della rete di 1.211 km.

### **2.2.1.1 LA ZONIZZAZIONE DELL'AREA DI STUDIO**

La zonizzazione del territorio, insieme all'analisi dei flussi di traffico ed ai dati raccolti dalle diverse fonti informative e di rilievo, costituisce la base di riferimento su cui impostare la modellizzazione degli scenari di traffico. La suddivisione in zone dell'area di studio, della quale s'intende modellare il sistema della mobilità, è operazione di primaria importanza perché una scelta adeguata del perimetro della zona permette di identificare nel "polo" del territorio tutta la domanda di mobilità generata in origine e in destinazione dalla zona stessa. Si tratta di un'operazione di lettura semplificata del territorio, necessaria per la schematizzazione della struttura della mobilità e della rete di trasporti e infrastrutture viarie. Di conseguenza, la dimensione delle zone è condizionata dalla possibilità di rappresentare in questo modo le funzioni territoriali che generano la domanda di mobilità e dal grado di dettaglio che si vuole raggiungere con l'analisi e le successive elaborazioni di "costruzione" delle matrici Origine/Destinazione.

L'area geografica nella quale si trova il sistema di mobilità oggetto del presente studio, è definita come l'ambito territoriale nel quale si ritiene che si esauriscano la maggior parte degli interventi previsti. Tutto ciò che ricade al di fuori del cordone ideale che delimita l'area di studio è considerato come ambiente esterno: di questo interessano solo le interconnessioni con il sistema viario del territorio comunale.

In termini reali, gli spostamenti che si effettuano all'interno dell'area possono, in generale, iniziare e terminare in qualunque punto del territorio. Ciò nonostante, la schematizzazione modellistica del sistema della mobilità impone necessariamente una rappresentazione discreta del problema, ossia una suddivisione dell'area di studio interessata in zone, fra le quali si suppone nascano le relazioni tali da generare la mobilità. In tal modo, la domanda di mobilità può collocarsi su due livelli:

- un livello interzonale, riguardante gli spostamenti che hanno origine e destinazione collocate rispettivamente in zone diverse;
- un livello intrazonale, relativo a spostamenti che hanno origine e destinazione all'interno della medesima zona.

Dato che l'obiettivo della zonizzazione è quello di approssimare tutti i punti di inizio e termine dei viaggi interzonali con un unico punto (centroide), il criterio seguito per la zonizzazione coincide con l'individuazione di porzioni dell'area in esame per le quali l'accorpamento di punti fisici del territorio in un unico centroide di zona possa essere ritenuta un'ipotesi accettabile, ovvero sia che le diverse approssimazioni sui centroidi possano essere ritenute sufficientemente omogenee, relativamente alle principali caratteristiche territoriali ed insediative (ripartizione relativa tra le presenze di residenze, attività produttive, terziarie, agricole, dimensione del reticolo stradale interno, confini naturali ed artificiali).

Il modello di traffico predisposto assegna infatti alla rete stradale unicamente la domanda di mobilità interzonale.

Secondo il criterio sopra esposto, considerando la vocazione prevalentemente intercomunale dell'opera in progetto, sono state individuate per il modello dell'area di studio 17 zone generatrici e/o attrattrici di traffico, di cui 10 interne al territorio intercomunale e 8 esterne all'area di studio; queste ultime rappresentano essenzialmente le "zone direttrici" verso o dalle quali si compiono gli spostamenti di relazione con l'esterno in origine o destinazione (sezioni di ingresso e uscita dal cordone ideale che delimita l'area di studio, dette anche portali).

Tabella 2.2 Zonizzazione dell'area di studio

Zona	Direzione
1	SS28 (cordone indagini della infrastruttura di progetto)
2	SP5 nord (cordone indagini della infrastruttura di progetto)
3	SS704 tangenziale Mondovì (cordone della infrastruttura di progetto)
4	SP5 sud (cordone della infrastruttura di progetto)
5	Attestamento tangenziale (cordone della infrastruttura di progetto)
6	Mondovì
7	Monastero di Vasco
8	Vicoforte
9	Briaglia
10	Villanova Mondovì
11	Direttrice Nord (Fossano, Saluzzo, Savigliano)
12	Direttrice autostrada (casello di Mondovì)
13	Direttrice Sud Est (San Michele Mondovì, Niella Tanaro, Ceva, Albenga)
14	Direttrice Ovest (Cuneo, Pianfei, Borgo San Dalmazzo)
15	Direttrice Sud (Montaldo di Mondovì, Pamparato)
16	Direttrice Nord Est (Bastia Mondovì, Carrù, Alba)
17	Direttrice Sud Ovest (Roccaforte M., Frabosa Soprana, Frabosa Soprana)

## 2.2.2 IL TRAFFICO ATTUALE

Nello *Studio del traffico* di progetto, è stato implementato un modello di macrosimulazione di traffico in ambiente Cube Citilabs per rappresentare il carico veicolare sulla rete stradale sia esistente che di progetto nell'ora di punta del mattino.

Tale modello di interazione domanda offerta (modello di assegnazione) ha consentito di stimare i flussi in transito nell'ora di punta del mattino (distinti tra mezzi leggeri e mezzi pesanti) in tutti gli archi della rete ed eseguire il calcolo dei livelli di servizio e la verifica di capacità sugli archi e sui nodi per stimarne gli impatti trasportistici. I volumi di traffico sono sempre espressi in termini di veicoli equivalenti. Negli archi stradali è stata inoltre effettuata la proiezione anche con riferimento al traffico giornaliero medio (feriale).

Il processo di macrosimulazione ha previsto l'analisi della domanda di trasporto al 2019, ovvero la stima della matrice O/D origine/destinazione del trasporto privato nell'area di studio sulla base dei rilievi effettuati e delle fonti informative disponibili, attraverso l'applicazione della procedura di matrix estimation per l'aggiornamento delle matrici disponibili (veicoli leggeri e pesanti).

Di seguito si riportano le risultanze tratte dallo Studio del traffico per quanto concerne lo stato attuale, con il carico veicolare simulato nello stato di fatto (2019) e la tabella di sintesi dei risultati delle simulazioni riferite al TGM feriale nei tronchi della rete stradale considerati. Per quanto riguarda lo stato di fatti i tronchi della rete stradale considerati sono 4: 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.

Tabella 2.3 Stima valori medi giornalieri sulla rete afferente - stato di fatto (2019)  
\* 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)	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	-	-	-

### 2.2.3 IL TRAFFICO ATTESO DI PROGETTO

Il processo di macrosimulazione 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.

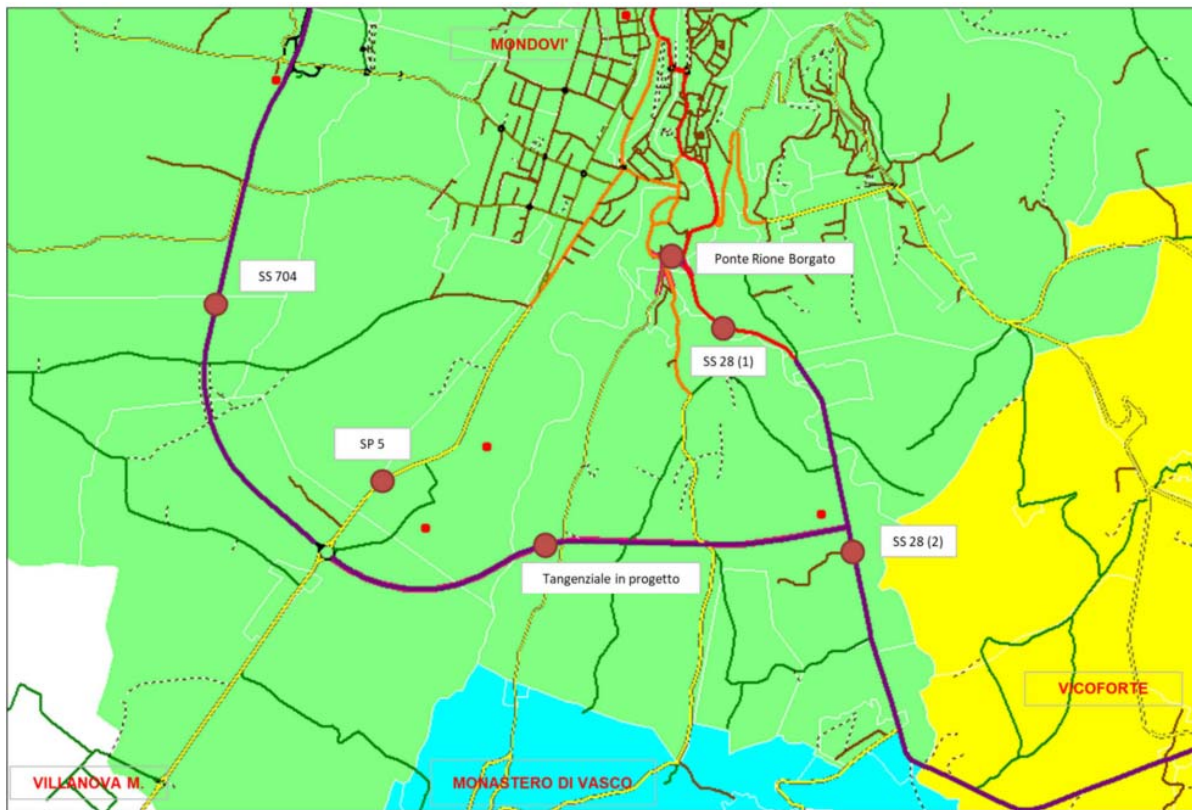


Figura 2.3 Postazioni rappresentative della variazione del TGM feriale (Fonte: *Studio del traffico* di progetto)



Tabella 2.4 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 2.5 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 2.6 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 2.7 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

Dal confronto dei TGM delle due tabelle precedenti, fatto per ciascun punto di controllo nei vari scenari temporali, emerge che la chiusura del sistema tangenziale comporta nello scenario "Stato di progetto al 2025 e 2045, una riduzione del traffico nei tratti della SS28 e SP5 "interni" alla tangenziale (tratti di accesso e attraversamento di Mondovì), rispetto agli "Scenari Stato di fatto al 2025 e 2045" (senza la realizzazione dell'opera) che vedrebbero un significativo aumento di traffico al 2045 rispettivamente del 9,7% e 17%. Per contro si assiste ad un aumento dei volumi di traffico futuri sui tratti di SS28 e SP5 "esterni" alla tangenziale, che assieme alla nuova opera comportano una sorta di variante all'itinerario di monte della SP 37.

I benefici in termini ambientali trovano quindi immediato riscontro nell'allontanamento della produzione di inquinanti dalle zone più antropizzate.

### **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 2.8 dell'analisi economica con valore residuo dell'opera – Progetto Complessivo

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

<b>BENEFICI NON ATTUALIZZATI</b>	
Beneficio trasportistico (Variazione Percorrenze)	<b>€ 19,260,137</b>
Beneficio trasportistico (Variazione Tempo)	<b>€ 34,145,913</b>



Beneficio riduzione emissioni inquinanti / sonore	<b>€ 1,310,665</b>
Beneficio riduzione consumi di carburanti	<b>€ 4,016,378</b>
Incidentalità	<b>€ 51,596,350</b>
<b>TOTALE BENEFICI NON ATTUALIZZATI</b>	<b>€ 110,329,442</b>
<b>TOTALE BENEFICI ATTUALIZZATI</b>	<b>€ 63,430,805</b>
<b>VALORE RESIDUO DELL'OPERA ATTUALIZZATO (65%)</b>	<b>€ 20,366,851</b>
<b>COSTI NON ATTUALIZZATI</b>	
Costruzione	<b>€ 85,600,473</b>
Manutenzione	<b>€ 1,560,000</b>
<b>TOTALE COSTI NON ATTUALIZZATI</b>	<b>€ 87,160,473</b>
<b>TOTALE COSTI ATTUALIZZATI</b>	<b>€ 80,451,911</b>
<b>VALORE ATTUALE NETTO</b>	<b>€ 3,345,743.95</b>

L'Analisi Benefici Costi, sviluppata a partire dalle 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 2.9 Indicatori di rete – stato di fatto e scenari di progetto

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

### 3 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.

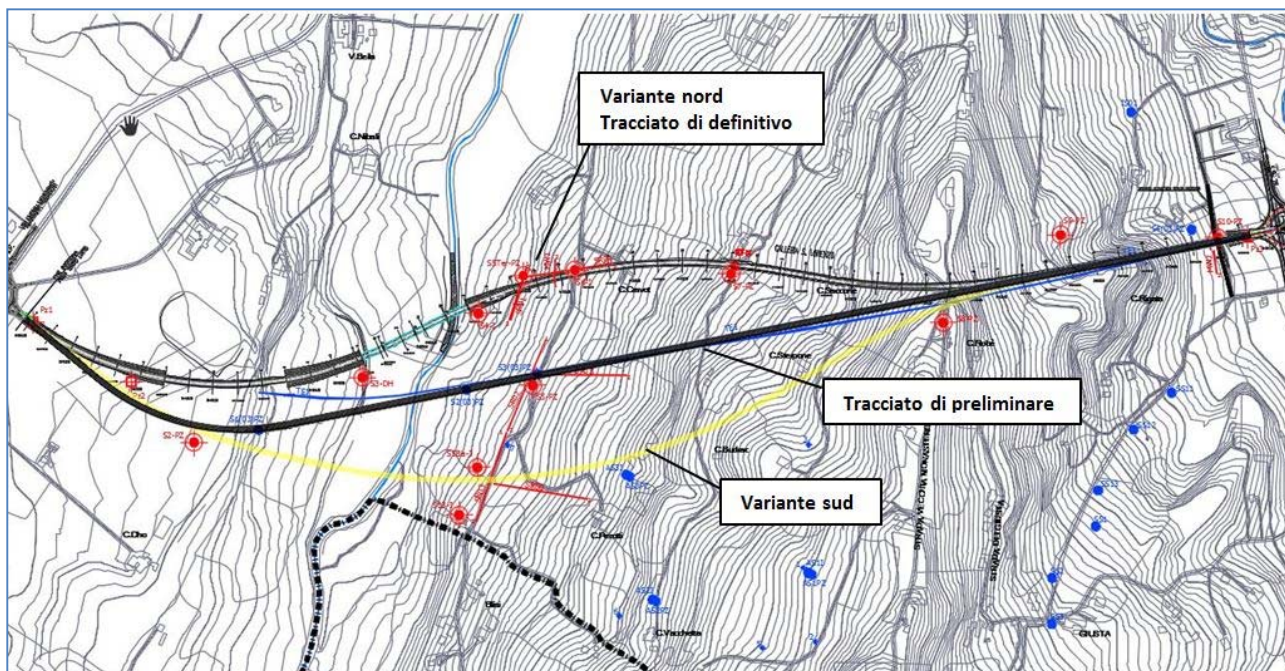


Figura 3.1 Varianti di tracciato studiate in sede di progettazione definitiva. Alla soluzione di preliminare è stata preferita la variante nord in quanto ritenuta migliorativa dal punto di vista stratigrafico e geomorfologico. In rosso sono riportate le indagini di progetto definitivo ed in blu quelle 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.



### 3.1 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**.

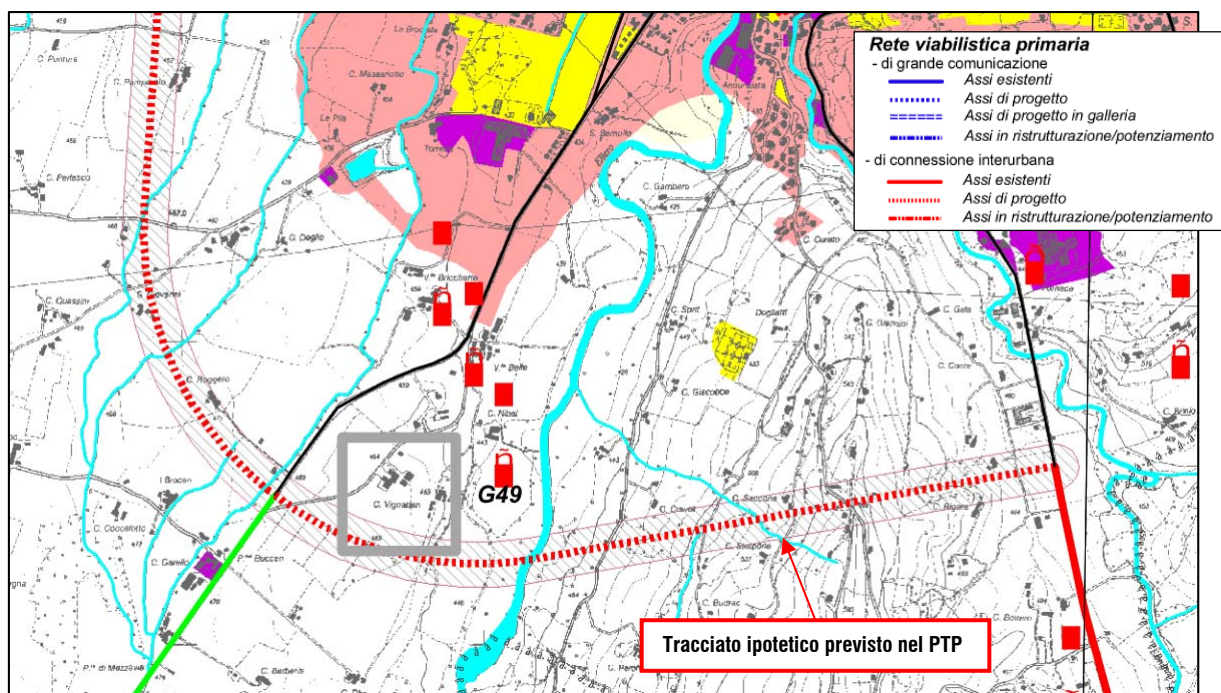


Figura 3.2 Piano Territoriale Provinciale - Carta degli indirizzi di governo del territorio (I.G.T.)

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.

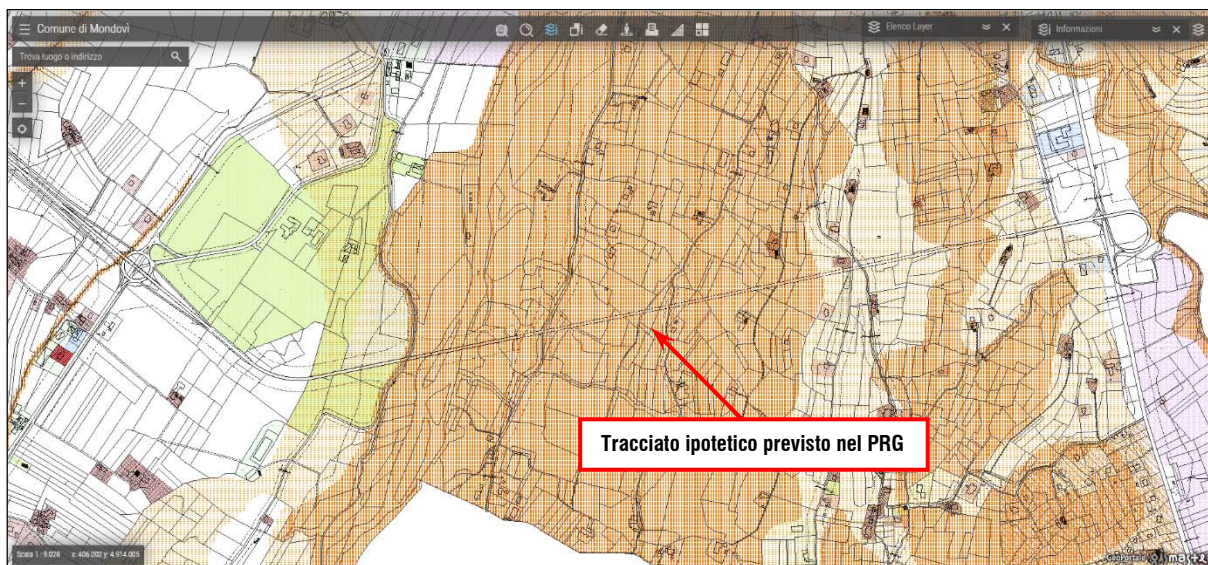


Figura 3.3 Piano Regolatore Generale del Comune di Mondovì  
(Fonte: <https://geoportale.sportellounicodigitale.it/GisMaster/Default.aspx?IdCliente=004130&IdSer=1>)

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.

## 3.2 ASSE PRINCIPALE - ALTERNATIVE

### 3.2.1 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, poggiante 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  $60^\circ$ , 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.

### 3.2.2 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%



### 3.2.3 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%

### 3.3 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.

Svincolo con nuovo ponte sul torrente Ermena - IPOTESI A



Svincolo con nuovo ponte sul torrente Ermena - IPOTESI C



Svincolo con nuovo ponte sul torrente Ermena - IPOTESI B



Svincolo con nuovo ponte sul torrente Ermena - IPOTESI D



## **Ipotesi A**

Rappresenta la soluzione base proposta dal comune di Mondovì. L'innesto in rotonda su via Fabrosa è caratterizzato dall'inglobamento all'interno della rotonda 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 rotonda, 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*

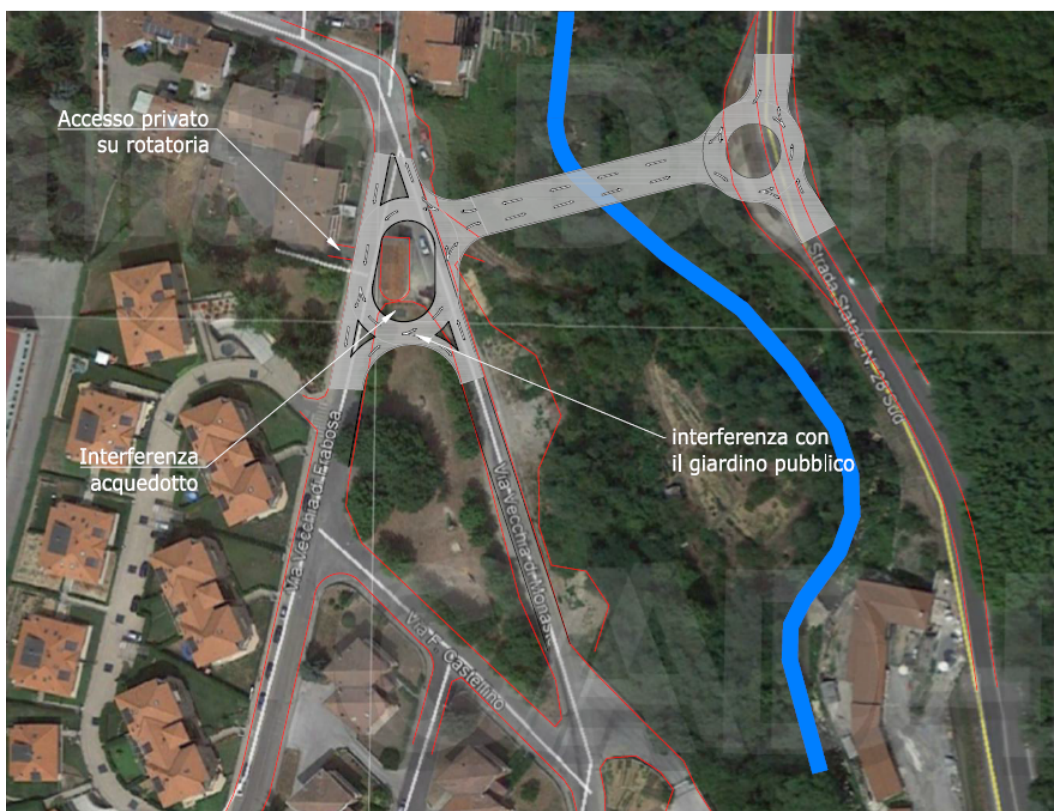


Figura 3.4- Nuovo Collegamento Borgato – Ipotesi A



### **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 Frabosa, 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*

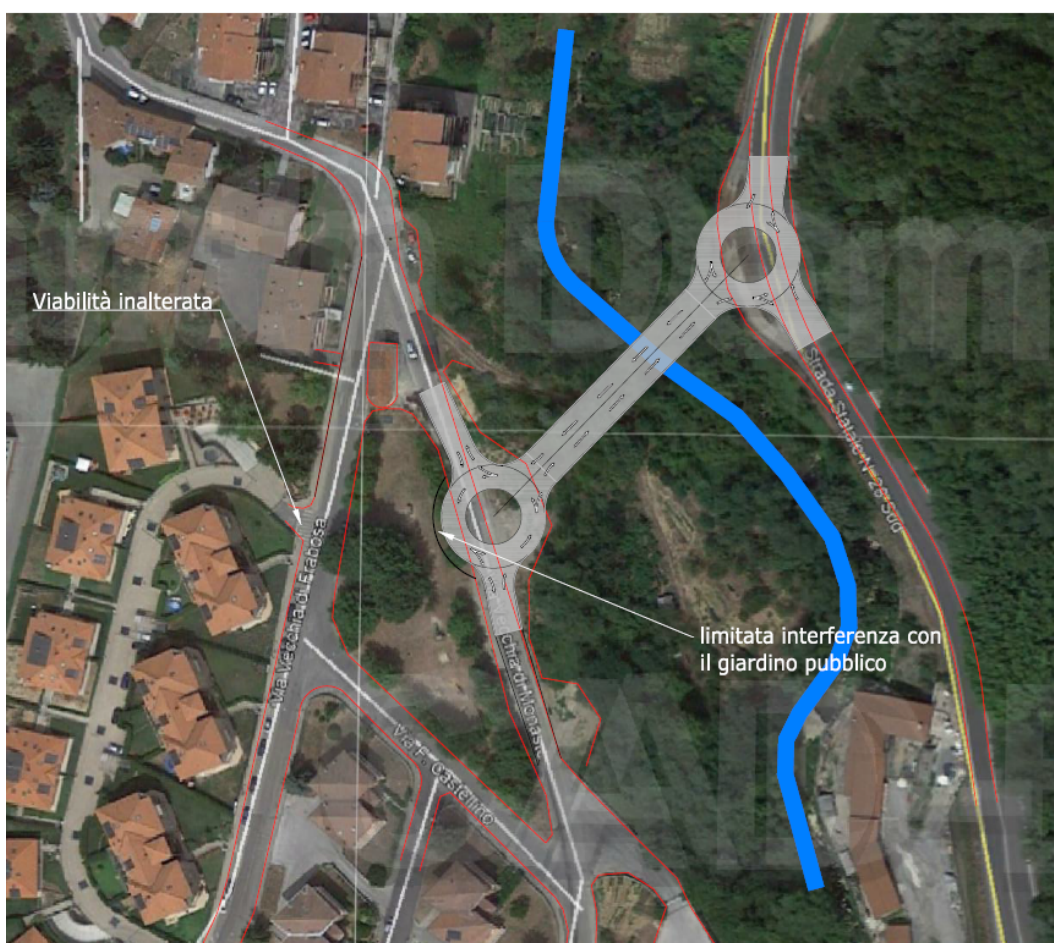


Figura 3.5 - Nuovo Collegamento Borgato – Ipotesi B

### **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 rotonda 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 3.6 - 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 3.7 - Nuovo Collegamento Borgato – Ipotesi D

## Ipotesi E

Oltre alle precedenti 4 ipotesi preliminari, è stata elaborata una 5<sup>a</sup> 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 3.8 Asse secondario – Collegamento Rione Borgato con S.S.28. Ipotesi finale

### 3.4 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:

<b>Condizionamento della fattibilità in relazione alla presenza di vincoli/condizionamenti</b>	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:

<b>Fattibilità tecnica/sicurezza stradale/Interferenza con infrastrutture</b>	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

<b>Intensità dell'impatto</b>	<b>ALTA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>BASSA</b>
-------------------------------	-------------	--------------	--------------

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.

## 3.5 IL CONFRONTO TRA LE ALTERNATIVE: ELABORAZIONE E CALCOLO

### 3.5.1 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\_GEO0\_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\_GEO0\_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

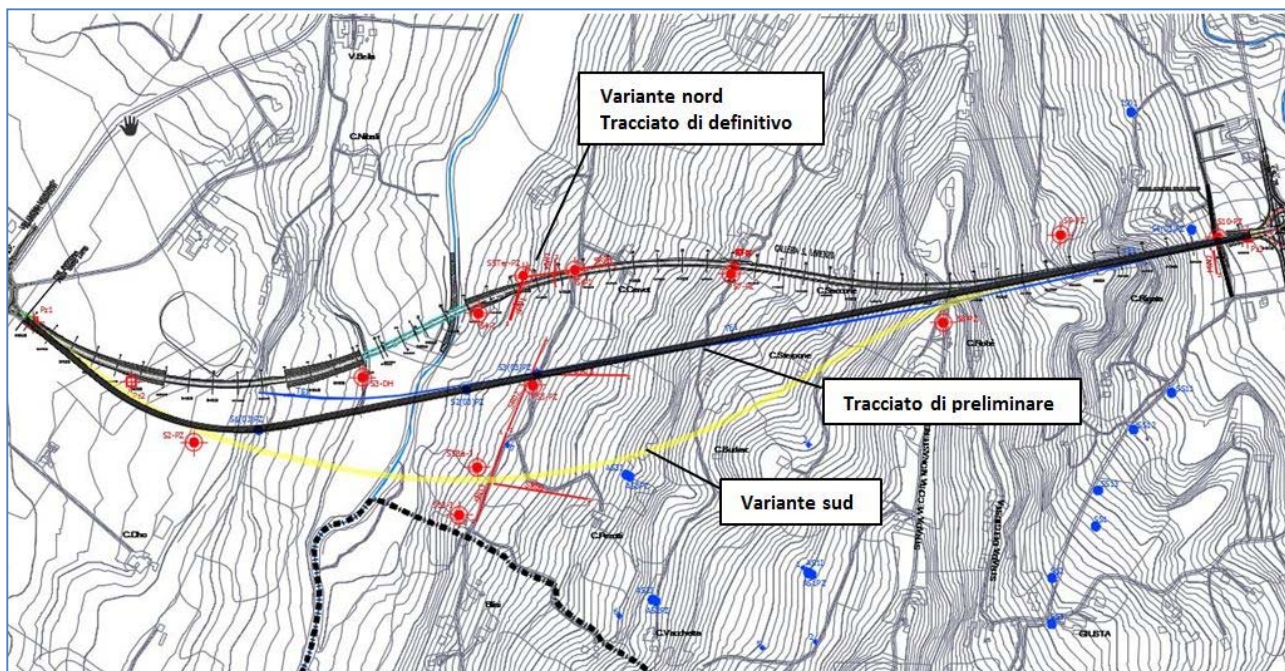


Figura 3.9 Varianti di tracciato studiate in sede di progettazione definitiva. Alla soluzione di preliminare è stata preferita la variante nord in quanto ritenuta migliorativa dal punto di vista stratigrafico e geomorfologico. In rosso sono riportate le indagini di progetto definitivo ed in blu quelle 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.



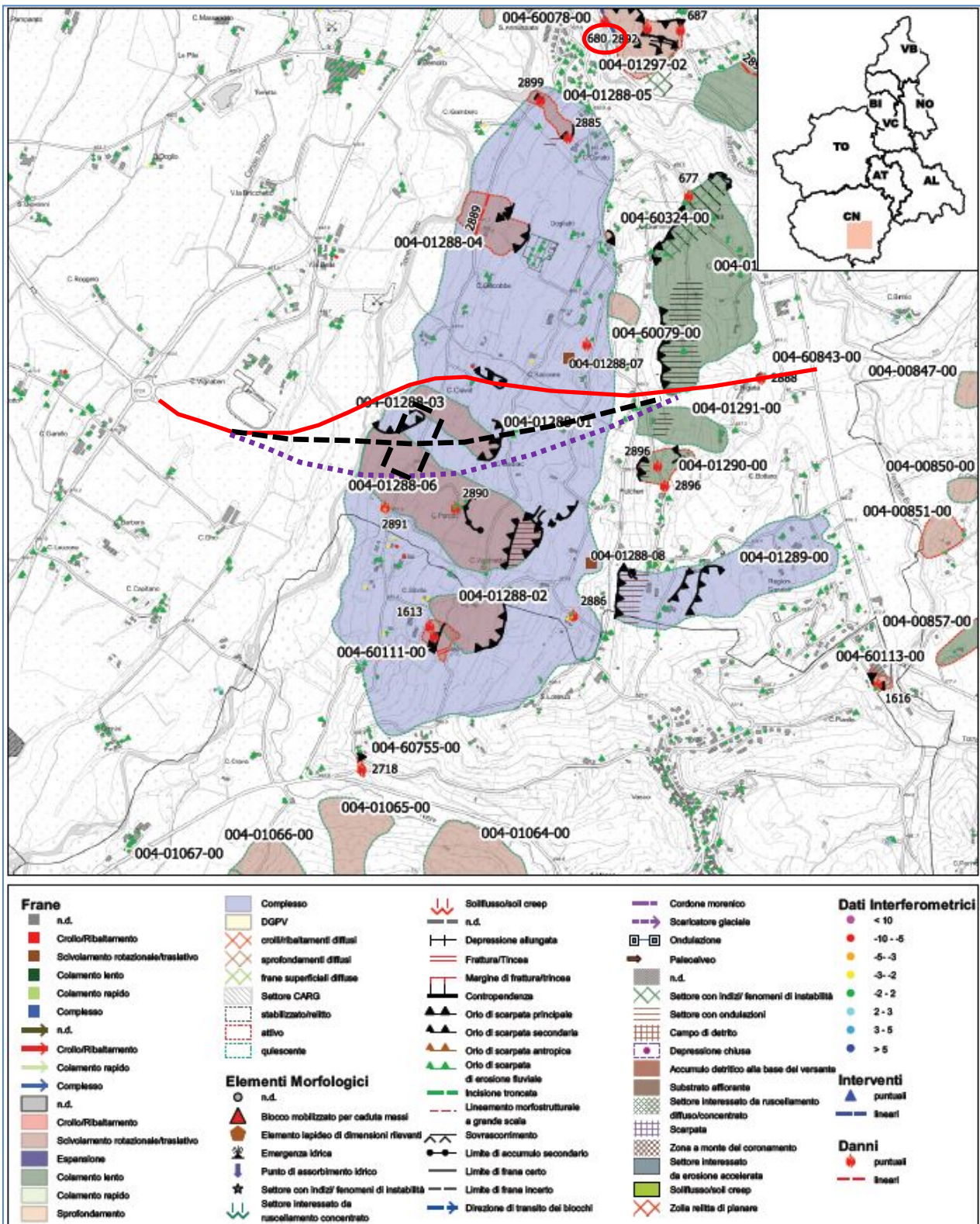


Figura 3.10 Opzioni di tracciato montate sulla scheda Sifrap redatta dall'Arpa riportante la perimetrazione delle frane censite. Al centro tratteggiato nero il tracciato di preliminare (alternativa 1) con l'area impegnata dallo svincolo. In alto e in rosso la variante nord (alternativa 2) che evita l'interferenza 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:

	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>
<b>Vincoli</b>	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata
<b>Condizionamenti alti</b>	Fortemente Condizionata	Assenza di significativi Condizionamenti	Mediamente Condizionata
<b>Condizionamenti medi</b>	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

	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>
<b>Rumore e Atmosfera</b>	MEDIO	BASSO	MEDIO
<b>Paesaggio</b>	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:

	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>
<b>Fattibilità tecnica/sicurezza stradale</b>	Difficile Fattibilità	Normale Fattibilità	Normale Fattibilità
<b>Interferenza con infrastrutture</b>	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\_A Relazione 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.

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



### 3.5.2 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 paesaggistici 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:

	<b>Ipotesi A</b>	<b>Ipotesi B</b>	<b>Ipotesi C</b>	<b>Ipotesi D</b>	<b>Ipotesi E</b>
<b>Vincoli</b>	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata	Mediamente Condizionata
<b>Condizionamenti alti</b>	Fortemente Condizionata	Assenza di significativi Condizionamenti	Fortemente Condizionata	Assenza di significativi Condizionamenti	Assenza di significativi Condizionamenti
<b>Condizionamenti medi</b>	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
<b>Rumore e Atmosfera</b>	BASSA	MEDIA	BASSA	MEDIA	MEDIA
<b>Paesaggio</b>	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:

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



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

### **3.6 LA MIGLIORE RISPONDEZZA 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.

## 4 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.

### 4.1 IL TRACCIATO DI PROGETTO

#### 4.1.1 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'altimetria 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.

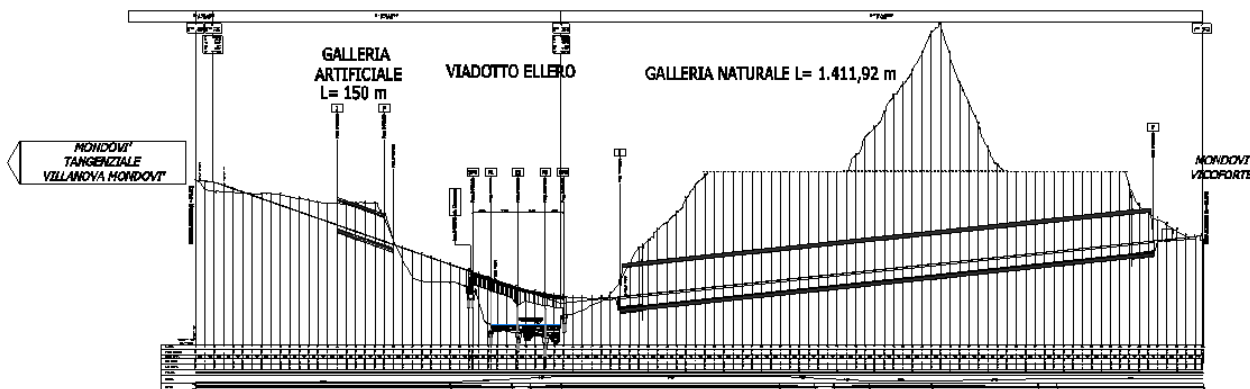


Figura 4.1 Profilo di progetto

#### 4.1.2 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 rotonde; 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 rotonda 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 rotonda 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 4.2 Asse secondario – Collegamento Rione Borgato con S.S.28



## 4.2 CARATTERISTICHE TECNICHE E FISICHE DEL PROGETTO

### 4.2.1 CARATTERISTICHE DI PIATTAFORMA DEL TRACCIATO

#### 4.2.1.1 SEZIONI STRADALE TIPO

##### ASSE PRINCIPALE

La sezione tipo adottata, in conformità alla categoria C1 del DM 5/11/01, presenta una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 10,50 m; in dettaglio la sezione è costituita dai seguenti elementi:

- banchine in sinistra e destra da 1,50 m;
- n° 2 corsie (1 per senso di marcia) da 3,75 m;
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 1,50 m;
- in trincea, cunetta alla francese di 1,00 m con a tergo banca orizzontale da 0,50 m.

Sia in viadotto che in galleria, la piattaforma manterrà la larghezza di 10,50 m.

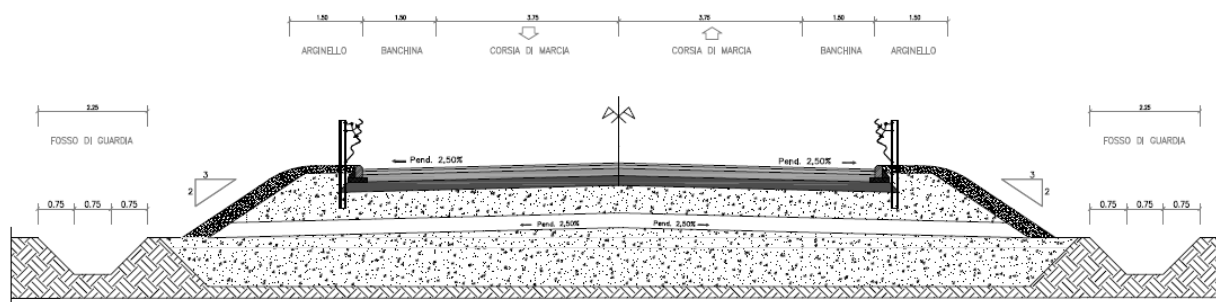


Figura 4.3 Asse principale - Sezione tipo in rilevato

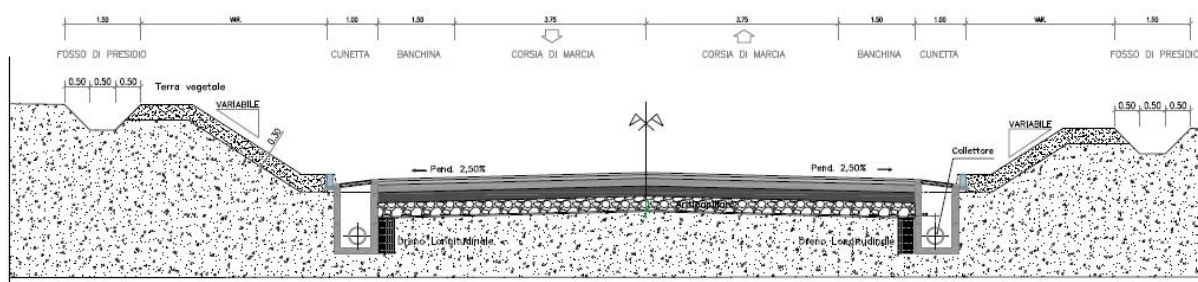


Figura 4.4 Asse principale - Sezione tipo trincea

### Rotatoria asse principale

In corrispondenza della fine intervento per la connessione tra la variante e l'attuale S.S. 28 è prevista una rotatoria di progetto.

La rotatoria presenta un diametro esterno della corona giratoria di 49 m, organizzata con un'unica pseudo-corsia di larghezza pari a 6 m con banchine in dx e sx di 1,00 m. I due rami ad essa afferenti (Ramo A e Ramo B) presentano due corsie da 3,50 m e banchine in dx e sx da 1,50 m.

Essa è costituita dai seguenti elementi:

- banchine in interna ed esterna da 1,50 m;
- corsia circolante di 6,00 m;
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 1,50 m;

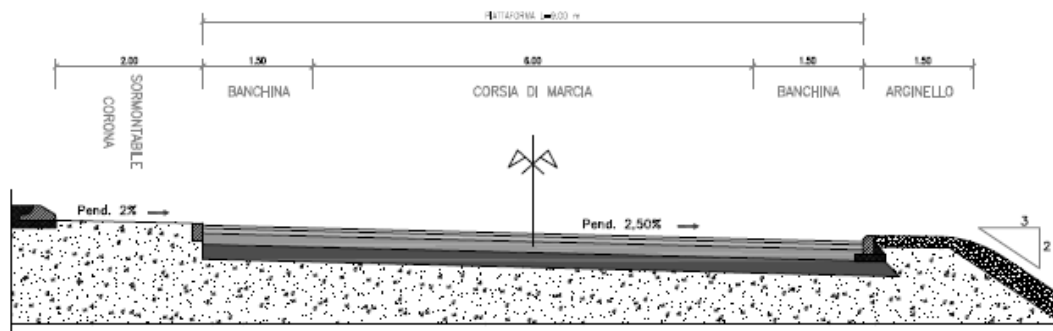


Figura 4.5: Rotatoria – Sezione tipo

### Rami di innesto

Per quanto riguarda la progettazione delle viabilità secondarie, considerando che si tratta di strade esistenti, essendo già esclusa tale tipologia di intervento dal rispetto delle indicazioni contenute nel DM 5.11.2001, secondo quanto previsto all'art. 4 della suddetta norma, la progettazione sarà improntata alla risoluzione dell'interferenza senza determinare pericolose ed inopportune discontinuità e realizzando una sezione tipo che mantenga quanto più possibile il calibro della sezione esistente, adottando comunque dimensioni non inferiori.

### Viabilità locale

Nell'ambito delle viabilità interferita sono state incluse anche le strade a destinazione particolare, per le quali le caratteristiche compositive fornite dalla tabella 3.4.a del D.M 5.11.2001 e caratterizzate dal parametro "velocità di progetto" non sono applicabili. Si tratta, in ambito extraurbano, di strade agricole, forestali, consortili e simili, nelle quali le dimensioni della piattaforma vanno riferite in particolare all'ingombro dei veicoli di cui è previsto il transito.

Trattandosi di "strade bianche" con una larghezza trasversale di 3,00 m si è quindi adottata, per le deviazioni necessarie al loro ripristino, una sezione così composta:

- piattaforma di larghezza 4,00 m (composta da un frantumato cls e cemento);
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 0,50 m;
- in trincea, cunetta alla francese di 1,00 m con a tergo banca orizzontale da 0,50 m.

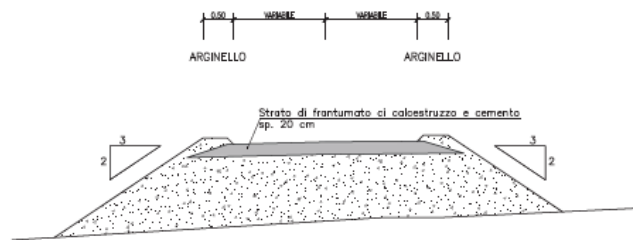


Figura 4.6: Viabilità locali

### **ASSE BORGATO**

La sezione tipo adottata, in conformità alla categoria C2 del DM 5/11/01, presenta una piattaforma pavimentata di larghezza pari a 9,50 m; in dettaglio la sezione è costituita dai seguenti elementi:

- banchine in sinistra e destra da 1,25 m;
- n° 2 corsie (1 per senso di marcia) da 3,50 m;
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 1,50 m;
- in trincea, cunetta alla francese di 1,00 m con a tergo banca orizzontale da 0,50 m.

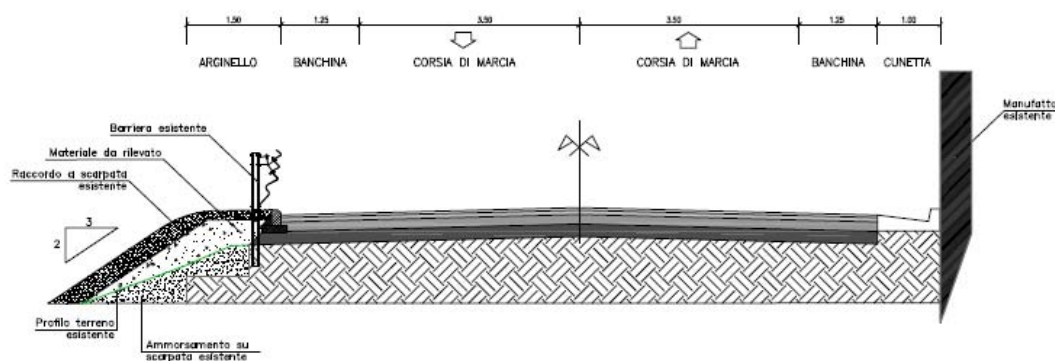


Figura 4.7: Asse secondario – Sezione tipo

### **Rotatorie asse secondario**

La rotatoria presenta un diametro esterno della corona giratoria di 49 m, organizzata con un'unica pseudo-corsia di larghezza pari a 6 m con banchine in dx e sx di 1,00 m. I due rami ad essa afferenti (Ramo A e Ramo B) presentano due corsie da 3,50 m e banchine in dx e sx da 1,25 m.

Esse è costituita dai seguenti elementi:

- banchine in interna ed esterna da 1,50 m;
- corsia circolante di 6,00 m;
- in rilevato, arginello di larghezza totale pari a 1,50 m.

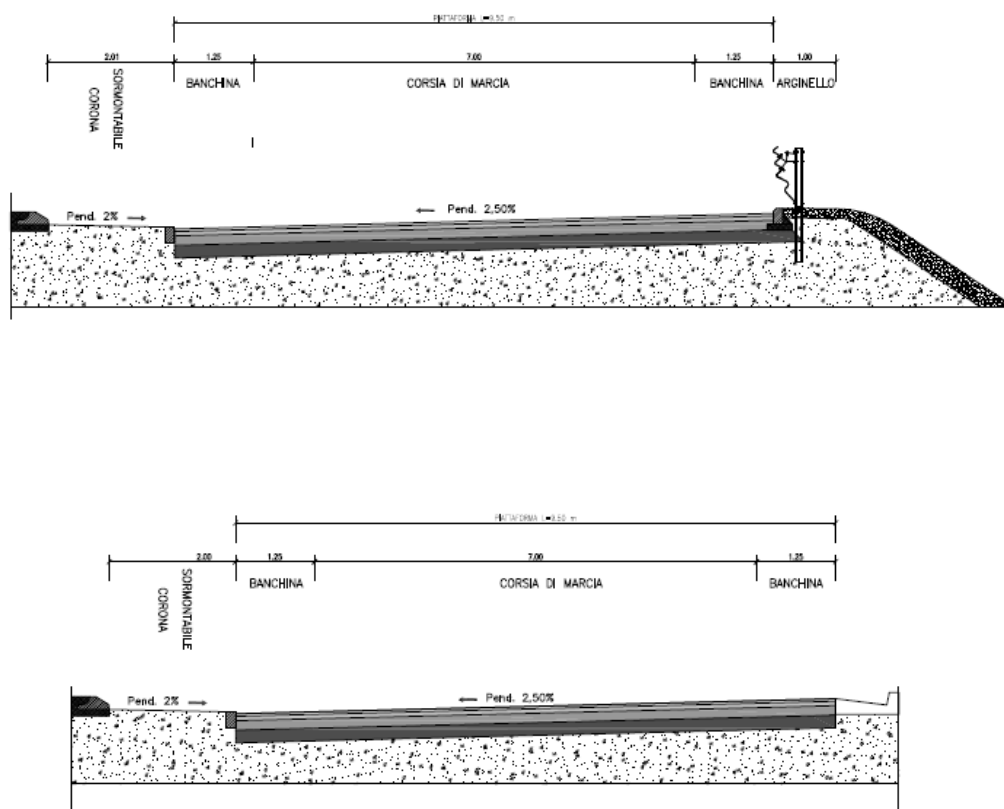


Figura 4.8: Rotatoria – Sezione tipo

#### 4.2.1.2 ELEMENTI MARGINALI

Nei tratti in rilevato le banchine laterali sono state raccordate alle scarpate mediante striscia erbosa sopraelevata, a formazione di arginello, di larghezza pari a 1,50 m per la tratta di sezione stradale tipo C1.

Nelle sezioni in trincea non è stata prevista l'installazione di barriere di sicurezza in quanto le acque di piattaforma saranno allontanate lateralmente alla banchina da cunette alla francese di opportuna dimensione in accordo al criterio indicato dalle Norme.

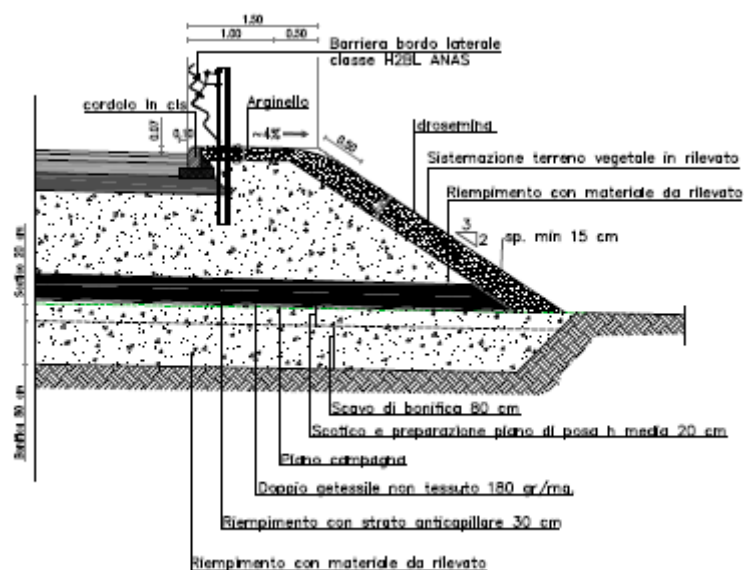


Figura 4.9: Elementi marginali

#### 4.2.1.3 SAGOMA TRASVERSALE

In rettilineo la piattaforma stradale (corsie e banchine) è stata prevista con sagoma a doppia falda e con falde pendenti del 2,5% verso l'esterno.

Le banchine, pavimentate come il resto della carreggiata, presentano pendenze uguali e concordi a quelle delle corsie (2,5%). Nelle curve circolari la pendenza di tutta la piattaforma è rivolta verso l'interno; il suo valore è commisurato al raggio della curva in accordo al criterio indicato dalle Norme.

#### 4.2.1.4 PENDENZA DELLE SCARPATE

La pendenza delle scarpate di rilevato è stata prevista in 2:3 (verticale:orizzontale).

La pendenza delle scarpate di trincea, tenuto conto della qualità meccanica dei terreni interessati, è stata fissata nel rapporto 1:3 (verticale:orizzontale); in entrambi i casi è stato previsto il ricoprimento con uno strato di terreno vegetale di spessore pari a 30 cm.;

#### 4.2.1.5 PIAZZOLE DI SOSTA

In ottemperanza ai criteri del DM 5/11/01 sono state previste piazzole di sosta, ubicate ad intervalli di circa 500 m lungo i due sensi di marcia. Le dimensioni sono pari a quelle indicate dalla normativa e cioè lunghezza totale 65 m (25 m il tratto centrale e 20 m i tratti di raccordo) e larghezza complessiva, oltre la banchina, di 3,50 m.

### 4.2.2 FUNZIONAMENTO DEL PROGETTO, FABBISOGNI ENERGETICI E RISORSE IMPIEGATE

L'infrastruttura principale sarà asservita mediante due cabine elettriche MT/BT, collocate presso gli imbocchi della galleria naturale.

L'alimentazione di energia elettrica per gli impianti della Variante di Mondovì sarà derivata dalle 2 cabine elettriche MT/BT dislocate lungo la tratta stessa (Est ed Ovest), ciascuna delle quali provvederà ad alimentare gli impianti BT della galleria e/o porzione di pertinenza come successivamente descritto.



Dai calcoli di cui al presente documento si stima una potenza installata complessiva pari a circa **800 kW**, potenza che verrà fornita, in questa fase, solo in corrispondenza della cabina elettrica Est, che rappresenta il punto di connessione (PdC) alla rete dell'Ente Fornitore (ENEL), alla tensione nominale di 15 kV.

Anche la cabina Ovest verrà attrezzata per ricevere la fornitura di energia, ovvero per essere il 2° PdC, quando il gestore di rete avrà completato le attività di posa delle proprie reti in zona.

A regime, quindi, saranno previsti n.2 punti di fornitura distinti, per una potenza di allacciamento pari a:

- cabina Est                      450 kW;
- cabina Ovest                    350 kW.

In questa fase la cabina Ovest verrà alimentata dalla cabina Est tramite una linea di cavo MT, linea che verrà comunque mantenuta in essere anche a regime (esercita in aperto), come alimentazione "di riserva" per controalimentare la cabina in caso di guasto sulla rete del fornitore.

A seguito dei dimensionamenti delle reti e delle cabine elettriche di cui all'elaborato "Dimensionamento delle apparecchiature MT/BT cabine elettriche", si riassumono le potenze elettriche di allacciamento previste:

Cabina Est	450 kW
Cabina Ovest	350 kW
<b><u>TOTALE</u></b>	<b><u>800 kW</u></b>

Si rende quindi necessaria una potenza di allacciamento contrattuale pari a 800 kW alla tensione di 15 kV.

All'interno della galleria naturale è previsto l'impianto di ventilazione mediante jet fan installati a coppie sulla volta della galleria S. Lorenzo. L'attivazione del sistema di ventilazione sarà garantito mediante specifici sensori ambientali installati all'interno della stessa che rileveranno in tempo reale la concentrazione di inquinanti e attivando la ventilazione sanitaria nel caso in cui i valori superassero le soglie preimpostate di inquinante.

L'impianto di ventilazione è stato dimensionato anche per l'alimentazione di emergenza in caso di incendio.

L'analisi dei risultati ottenuti, per i diversi scenari di esercizio e di emergenza incendio, richiede che l'impianto di ventilazione sia composto da un certo numero di acceleratori (ventilatori di spinta) le cui prestazioni sono necessarie soprattutto per la gestione di emergenza, dove l'impianto risulta verificato per un incendio di potenze termiche di riferimento pari a 100 MW.

Galleria	N. jet fan ventilazione sanitaria	N. jet fan ventilazione emergenza in caso di incendio
		100 MW
S. Lorenzo	5	16+2

Si prevede l'impiego di una coppia aggiuntiva di ventilatori nel caso in cui l'evento incendio si verifichi a ridosso di una coppia ventilatori o nel caso che questi risultino in manutenzione. Quindi si prevedranno in totale n. 18 unità ventilanti per l'intera galleria, che includono la coppia di ventilatori aggiuntiva.

L'infrastruttura secondaria di Rione Borgato sarà asservita mediante un quadro in BT con fornitura locale per l'alimentazione elettrica dell'impianto di illuminazione.

#### 4.2.3 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI MEDIA TENSIONE

I parametri tecnici relativi alla rete MT saranno i seguenti:

- Tensione nominale: 17,5 kV
- Tensione di esercizio: 15 kV ( $\pm 10\%$ )
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Sistema elettrico: categoria II: tensione nominale da oltre 1000 V in corrente alternata od oltre 1500 V in corrente continua, fino a 30000V

Corrente di corto circuito simmetrico trifase: 12,5 kA (\*)

- Regime di neutro: compensato (\*)
- Corrente di guasto a terra lf: 50 A (\*)
- Tempo di eliminazione del guasto a terra tf: 10 secondi (\*)

*I parametri identificati con (\*) sono stati preliminarmente comunicati da ENEL e dovranno essere confermati in sede di richiesta di allacciamento in modo da definire i valori ammessi di  $R_t$  e le corrette tarature delle protezioni in MT in accordo con le specifiche di cui alla Norma CEI 0-16.*

#### 4.2.4 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI BASSA TENSIONE - RETI NORMALE E PRIVILEGIATA

I sistemi di bassa tensione a valle dei trasformatori MT/BT e dei gruppi elettrogeni delle cabine elettriche avranno le seguenti specifiche:

- Tensione nominale: 400/230V
- Frequenza nominale: 50Hz
- Fasi: 3+neutro
- Sistema elettrico: categoria I: tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V in corrente alternata e da oltre 120 V fino a 1500 V in corrente continua
- Regime di neutro TN-S

#### 4.2.5 SISTEMA ELETTRICO: CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI BASSA TENSIONE - RETE CONTINUITÀ ASSOLUTA

I sistemi di bassa tensione a valle dei gruppi statici di continuità, asserviti alla rete in continuità assoluta, avranno le seguenti specifiche:

- Frequenza nominale in ingresso: 50Hz  $\pm$  5%
- Frequenza nominale in uscita: 50Hz
- Tensione nominale in ingresso: 400V  $\pm$  15%
- Tensione nominale in uscita: 400V
- Variazione di tensione da vuoto a carico:  $\pm$  1%
- Variazione di frequenza da vuoto a carico:  $\pm$  0.75%
- Sistema elettrico: categoria I: tensione nominale da oltre 50 V

fino a 1000 V in corrente alternata e da oltre 120 V fino a 1500 V in corrente continua

- Regime di neutro IT (provvisorio, limitato al tempo di funzionamento tramite batterie)
- Autonomia nominale 60 minuti

### 4.3 OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI

#### 4.3.1 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 7m 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 fondazioni sono profonde e poggiano su pali trivellati rivestiti a tutta altezza con diametro 880 mm e lunghezza di 18 m, 16 per la spalla A e 12 per la spalla B collegati alla elevazione con una platea di spessore pari a 1,2 m.

Le pile, in numero di tre, sono state studiate con una sezione circolare con diametro di 3 m, in grado di minimizzare l'interferenza idraulica, e hanno una altezza massima dei fusti di poco minore a 10 m.

Le fondazioni profonde, intestate su 18 pali trivellati rivestiti a tutta altezza con diametro 880 mm e lunghezza di 23 m, hanno forma circolare con diametro di 7,6 m.

#### **4.3.2 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 golenà.

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.

## **4.4 OPERE D'ARTE MAGGIORI: GALLERIA**

### **4.4.1 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.

Il progetto della galleria l'adozione di 3 sezioni tipo fondamentali, descritte di seguito, la tipo B0, B0V e B2V; l'opera prevede anche la realizzazione di 4 piazzole di sosta per le quali si utilizzeranno, a seconda dei casi, le 3 sezioni tipo P0, P1 e P2 equivalenti rispettivamente alle B0, B0V e B2V correnti.





## Sezione tipo BOV

La sezione tipo BOV si applica in corrispondenza dei tratti in cui l'ammasso roccioso arenaceo presenta uno stato di fratturazione diffusa. Le fasi realizzative sono le seguenti:

- Stabilizzazione del cavo. L'intervento proposto è costituito da una coronella di n° 51 infilaggi metallici  $\varnothing 114.3$  mm e spessore 10 mm, iniettati con miscele cementizie con 2 vlv/m, aventi una lunghezza di 12 m con una sovrapposizione di 3 m.
- Scavo. Scavo a piena sezione con sfondi massimi pari a 1 m.
- Prerivestimento. È costituito da 2 centine accoppiate IPN180, con interasse 1 m, rivestite con 0.30 m di spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata  $\varnothing 6$  maglia 10x10 cm, di cui 0.05 m di prima fase e 0.25 m di seconda fase.
- Muretta ed arco rovescio. Rappresentano la prima parte del rivestimento definitivo messa in opera e vengono gettate ad una distanza massima dal fronte non vincolata, suscettibile comunque di variazioni in corso d'opera in funzione del comportamento deformativo del cavo. L'arco rovescio ha uno spessore minimo pari a 0.90 m ed entrambe le membrature sono sempre armate.
- Rivestimento definitivo. Viene gettato il rivestimento definitivo ad una distanza massima dal fronte non vincolata, suscettibile comunque di variazioni in corso d'opera in funzione del comportamento deformativo del cavo. Ha uno spessore in calotta variabile tra 0.60 e 1.23 m e non risulta armato.

La Figura 4.11 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** riporta la schematizzazione della sezione tipo BOV.

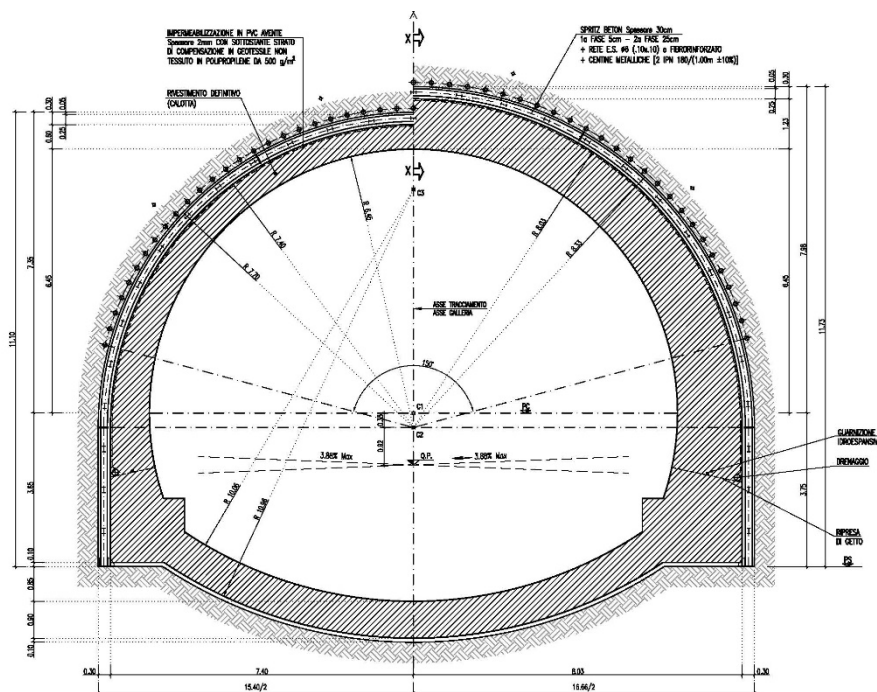


Figura 4.11 Sezione tipo BOV

## Sezione tipo B2V

La sezione tipo B2V si applica in corrispondenza dei tratti di imbocco, dove la copertura litostatica è ridotta ed il fronte potrà interessare parzialmente materiali sciolti di copertura (Formazione di Cassano Spinola) ed in corrispondenza delle zone di massima copertura interessate dalle Marne di S. Agata. Le fasi realizzative sono le seguenti:

- Stabilizzazione del fronte con n° 69 elementi strutturali in VTR cementati, di lunghezza pari a 18 m, con 9 m di sovrapposizione.
- Stabilizzazione del cavo. L'intervento proposto è costituito da una coronella di n° 51 infillaggi metallici  $\varnothing 114,3$  mm e spessore 10 mm, iniettati con miscele cementizie con 2 vlv/m, aventi una lunghezza di 12 m con una sovrapposizione di 3,00 m.
- Scavo. Scavo a piena sezione con sfondi massimi pari a 1,0 m.
- Prerivestimento. È costituito da 2 centine accoppiate IPN200, con interasse 1,0 m, rivestite con 0,30 m di spritz-beton fibrorinforzato o armato con rete elettrosaldata  $\varnothing 6$  maglia 10x10 cm, di cui 0,05 m di prima fase e 0,25 m di seconda fase.
- Muretta ed arco rovescio. Rappresentano la prima parte del rivestimento definitivo messa in opera e vengono gettate ad una distanza massima dal fronte pari a 3 diametri, suscettibile comunque di variazioni in corso d'opera in funzione del comportamento deformativo del cavo. L'arco rovescio ha uno spessore minimo pari a 0,90 m ed entrambe le membrature sono sempre armate.
- Rivestimento definitivo. Viene gettato il rivestimento definitivo ad una distanza massima dal fronte pari a 5 diametri, suscettibile comunque di variazioni in corso d'opera in funzione del comportamento deformativo del cavo. Ha uno spessore in calotta variabile tra 0,60 e 1,23 m e risulta sempre armato.

La Figura 4.12 Figura 1.1 riporta la schematizzazione della sezione tipo B2V.

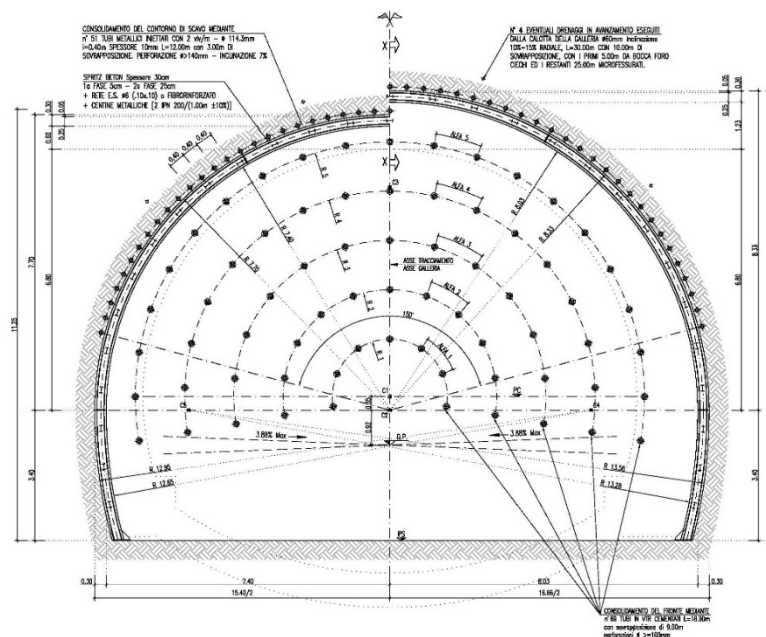


Figura 4.12 Sezione tipo B2V

## 4.5 OPERE D'ARTE MINORI

### 4.5.1 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.

## 4.6 IMPIANTI TECNOLOGICI

Il progetto dell'infrastruttura prevede la realizzazione di due cabine elettriche MT/BT, collocate in prossimità degli imbocchi della galleria naturale S. Lorenzo, in grado di alimentare e gestire l'intero asse principale, costituito dalla galleria naturale di 1410 m, la galleria Artificiale di 150 m e le parti all'aperto.

La galleria naturale, essendo di lunghezza superiore a 500 m, rientra nell'ambito di applicazione del DPR 151/2011 per le attività soggette a prevenzione incendi. Rientra, inoltre, nell'ambito di applicazione dei criteri impiantistici di cui alle Linee Guida ANAS 2009 nonché delle norme CEI 64-20 "Impianti elettrici nelle gallerie stradali".

La galleria artificiale, essendo di lunghezza inferiore a 500 m non rientra nell'ambito di applicazione del DPR 151/2011 per le attività soggette a prevenzione incendi. Rientra, comunque, nell'ambito di applicazione dei criteri impiantistici di cui alle Linee Guida ANAS 2009 nonché delle norme CEI 64-20 "Impianti elettrici nelle gallerie stradali".

Lungo l'asse secondario di Rione Borgato è previsto un quadro elettrico di fornitura in BT presso la rotatoria ad ovest, che alimenterà l'impianto di illuminazione delle due rotatorie e del tratto stradale di collegamento tra di esse.

Quindi, Gli impianti tecnologici sono previsti all'interno dei seguenti ambiti di tratta:

### Cabine elettriche

- Cabina Est;
- Cabina Ovest.

### Gallerie

- Galleria naturale, di lunghezza 1410 m;
- Galleria artificiale, di lunghezza 150 m.

### Svincoli e viabilità esterna

- Viabilità e rotonda lato est (imbocco est galleria naturale);
- Viabilità di imbocco ovest galleria naturale;
- Viadotto e collegamento tra le 2 gallerie;
- Viabilità lato ovest fino al raccordo con la rotonda esistente;
- Rotatorie asse secondario.

#### **4.6.1 Galleria Naturale**

All'interno della galleria naturale, dotata di un cunicolo di sicurezza collocato al di sotto della piattaforma stradale, è prevista la seguente dotazione impiantistica, in conformità alla normativa vigente:

- Illuminazione permanente e di rinforzo;
- Illuminazione di emergenza (durata 60 min.);
- Illuminazione di sicurezza delle vie di fuga e ordinaria;
- Segnaletica cunicolo di fuga;
- Ventilazione longitudinale con jet fan della galleria;
- Ventilazione cunicolo di fuga;
- Sistemi di sovrappressione filtri uscite di sicurezza verso il cunicolo di fuga;
- Diffusione sonora in galleria, nelle U.S. e nel cunicolo di fuga;
- Compartimentazione REI 120 delle uscite di sicurezza;
- Impianto radio;
- Segnaletica retroilluminata, semafori agli imbocchi e PMV;
- Stazioni di emergenza ed SOS;
- Monitoraggio parametri ambientali;
- Impianto rilevazione automatica incendi;
- Impianto idrico spegnimento incendi, con idranti UNI 70 agli imbocchi e UNI 45 in galleria;
- Impianto TVCC con rilevamento automatico eventi e monitoraggio del traffico;
- Alimentazione elettrica ordinaria, di emergenza e di sicurezza;
- Sistema di supervisione;
- PMV.



#### **4.6.2 Galleria Artificiale**

All'interno della galleria artificiale è prevista la seguente dotazione impiantistica, in conformità alla normativa vigente:

- Illuminazione permanente e di rinforzo;
- Segnaletica retroilluminata.

#### **4.6.3 Tratti all'aperto viabilità principale**

Lungo la viabilità principale è prevista la realizzazione di un corridoio tecnologico al fine di servire le parti tecnologiche presenti lungo l'infrastruttura all'aperto.

Nella nuova rotatoria posta ad est sarà realizzato un impianto di illuminazione, alimentato in BT dalla vicina cabina elettrica MT/BT, con la predisposizione per un eventuale allacciamento in BT indipendente.

Presso la rotatoria esistente ubicata ad ovest, è previsto il completamento dell'impianto di illuminazione esistente, nel nuovo ramo di immissione in rotatoria. L'alimentazione sarà derivata dal quadro elettrico esistente.

#### **4.6.4 Tratti all'aperto viabilità secondaria di Rione Borgato**

In prossimità della rotatoria ovest della viabilità secondaria è prevista la realizzazione di un armadio in BT con nuova fornitura elettrica che alimenterà l'impianto di illuminazione delle due rotatorie e del tratto di viabilità che le collega.

## 4.7 CANTIERIZZAZIONE

### 4.7.1 LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE

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.

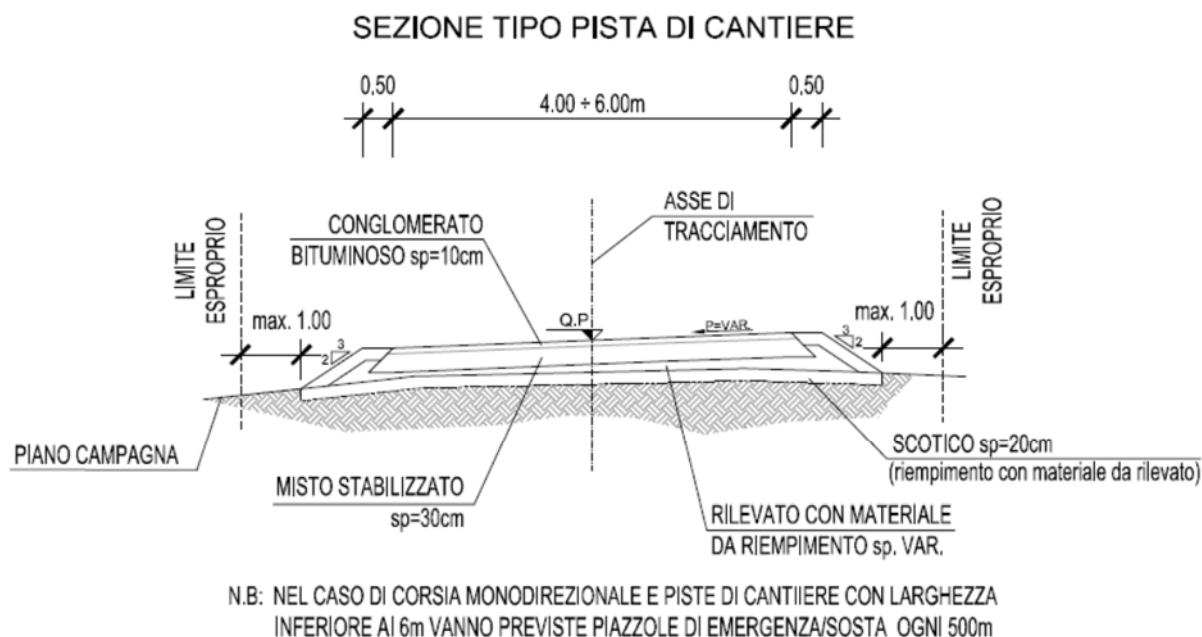
Lungo l'asse della tangenziale di Mondovì (asse principale), si prevede la realizzazione di un unico cantiere base posto in corrispondenza della rotatoria esistente lungo la S.P. 5 "Villanova". Il cantiere base sarà diviso in tre aree distinte: 1 area per il deposito del terreno vegetale, 1 area di deposito 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 uscita dal cantiere operativo 2 e 3 si immettono direttamente sulla SS28 per poi proseguire verso nord o verso sud.

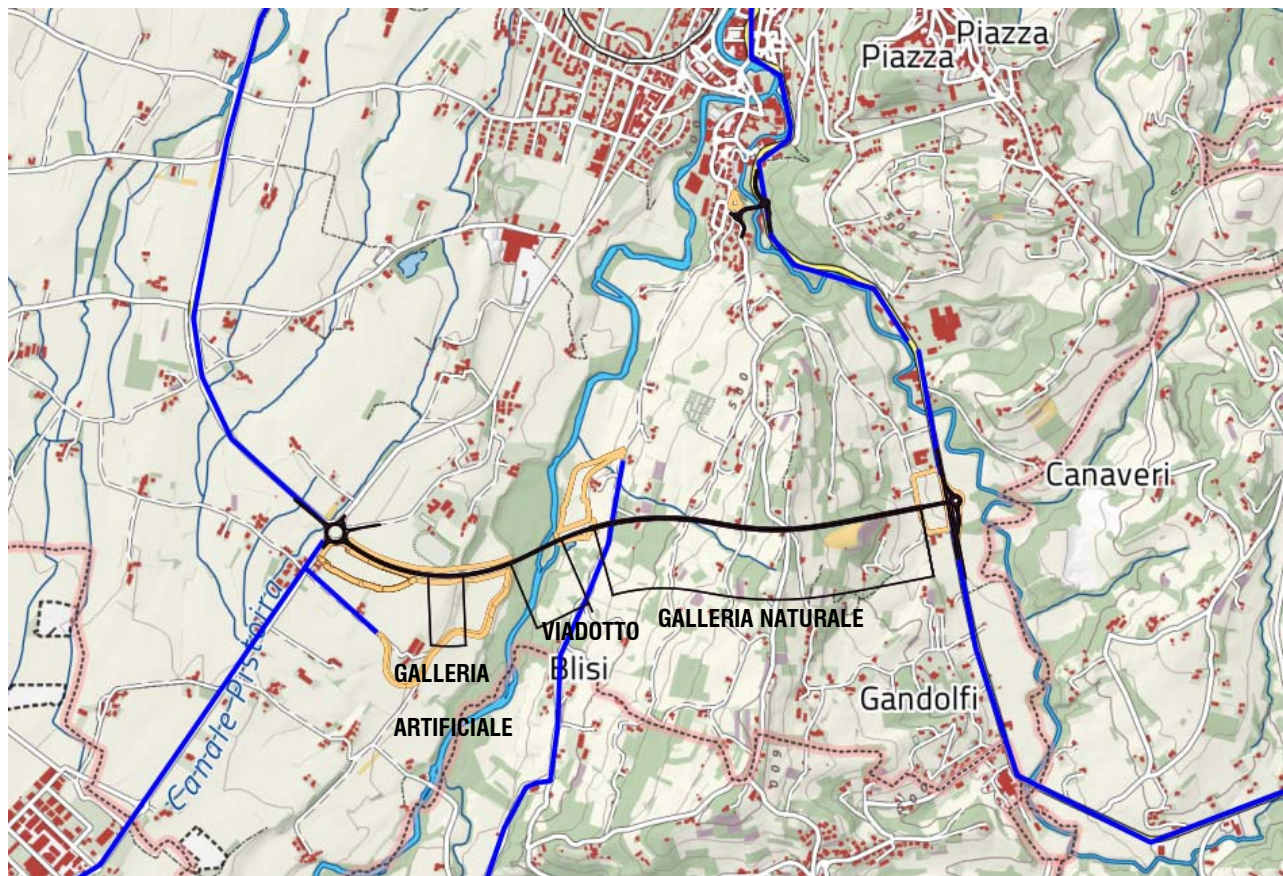


Figura 4.13- In blu i percorsi dei mezzi di cantiere dai/verso i siti di approvvigionamento o deposito definitivo

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 m<sup>3</sup> e che la capienza di ogni mezzo è di circa 17 m<sup>3</sup>. Considerando anche che la maggior parte del materiale (400.000 m<sup>3</sup> 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.

## 4.8 INTERFERENZE

Durante la fase di progettazione sono stati acquisiti i documenti relativi alle reti e impianti esistenti attraverso una apposita richiesta a ciascun Ente o Società incidente nell'area; in base a queste informazioni si è proceduto quindi ad ipotizzare la risoluzione delle interferenze stesse che andranno però concordate con gli enti Competenti durante le successive fasi della progettazione.

Risultano, allo stato dei fatti, più reti interferenti con il tracciato di progetto, ovvero:

- Mondo Acqua S.p.A.
  - Acquedotto
  - Fognatura
- E-Distribuzione S.p.A.
  - Linea elettrica MT e BT (interrata e Aerea)
- Consorzio Irriguo Canale Pistoira
- Consorzio Brobbio Pesio
- TIM S.p.A
- Illuminazione
- SNAM S.p.A.

A seguito di richiesta, non risultano interferenze con reti:

- Vodafone Italia S.p.A.
- Italgas S.p.A.
- 2i Rete Gas S.p.A.

Ad oggi, per le reti di cui non risultano note le quote e le dimensioni delle linee interrato indicate negli elaborati; si è proceduto quindi ad ipotizzare la risoluzione con le informazioni ad oggi disponibili

Sono stati identificate 7 interferenze delle reti con il progetto lungo il tracciato principale, e 3 interferenze nel Rione Brogato.



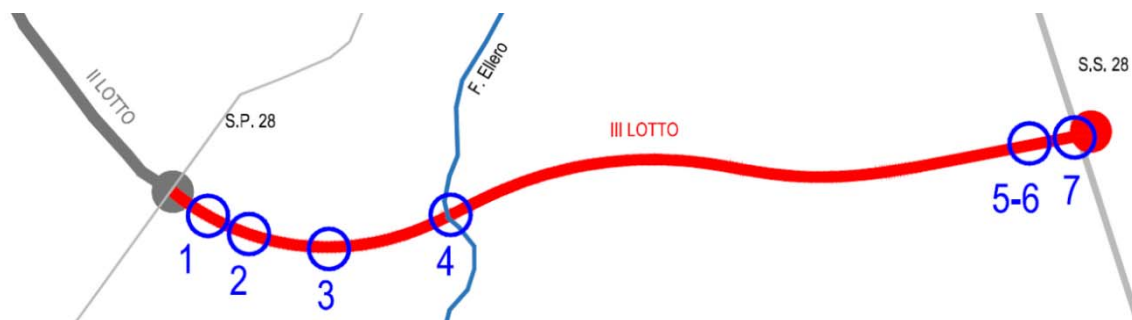


Figura 4.14: Individuazione delle interferenze lungo l'asse principale

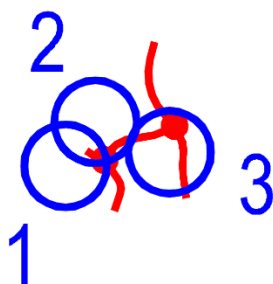


Figura 4.15: Individuazione delle interferenze a Rione Borgato

Asse principale:

L'interferenza 1 viene risolta mediante l'inserimento di un tombino idraulico opportunamente dimensionato di progetto al fine di garantire la continuità irrigua precedente.

L'interferenza 2 viene risolta mediante l'inserimento di un tombino idraulico opportunamente dimensionato di progetto al fine di garantire la continuità irrigua precedente.

L'interferenza 3 viene risolta mediante la deviazione del fosso esistente sopra la galleria di progetto (in rosso) al fine di garantire la continuità irrigua precedente.

L'interferenza 4 viene risolta mediante l'arretramento della Spalla Ovest in modo da evitare interventi di modifiche al canale Carassona.

L'interferenza 5 viene risolta mediante la deviazione dell'acquedotto esistente lungo il nuovo tracciato di progetto della viabilità locale a lato dell'imbocco della galleria.

L'interferenza 6 viene risolta mediante la deviazione delle linee elettriche lungo il nuovo tracciato di progetto della viabilità locale a lato dell'imbocco della galleria.

L'interferenza 7 viene risolta proteggendo la rete esistente con adeguata protezione in cls per il tratto interferente.

Rione Borgato:

L'interferenza 1 viene risolta deviando e integrando la linea esistente lungo la nuova linea di illuminazione della rotatoria di progetto.

Le interferenze 2 vengono risolte proteggendo le reti esistenti con adeguate protezioni in cls per il tratto interferente.

L'interferenza 3 viene risolta deviando la rete esistente aerea su rete apposita attraverso il viadotto di progetto.

N°cod. interferenza	Asse stradale	Posizione	Tipologia Interferenza	Tipologia materiale	RISOLUZIONE
<b>CANALE IRRIGUO (Ente gestore- Canale Irriguo Consorzio Pistoira)</b>					
A1	Asse Principale	Pk. 0+050.00	Attraversamento	ND	NUOVO TOMBINO IDRAULICO L=30.00m
A2	Asse Principale	Pk. 0+190.00	Attraversamento	ND	NUOVO TOMBINO IDRAULICO L=30.00m
A3	Asse Principale	Pk. 0+400.00	Attraversamento	ND	DEVIAZIONE FOSSO L=130.00M
<b>CANALE IRRIGUO (Ente gestore- Canale Irriguo Consorzio Brobbio Pesio – Canale Carassona)</b>					
A4	Asse Principale	Pk. 0+740.00	Attraversamento	ND	-
<b>ACQUEDOTTO (Ente gestore- - Mondo Acqua s.p.a)</b>					
A5	Asse Principale	Pk. 2+540.00	Parallelismo	DN40 (1"1/2) FERRO	DEVIAZIONE ACQUEDOTTO L=300.00M
RB2a	Rione Borgato	Rotatoria Ovest	Parallelismo	ND	PROTEZIONE IN CLS L= 40.00M
RB2b	Rione Borgato	Rotatoria Ovest	Parallelismo	DN63 - POLIETILENE	PROTEZIONE IN CLS L= 30.00M
RB2c	Rione Borgato	Rotatoria Ovest	Parallelismo	ND	PROTEZIONE IN CLS L= 40.00M
<b>LINEE ELETTRICA AEREA (Ente gestore- E-Distribuzione s.p.a)</b>					
A6a	Asse Principale	Pk. 2+600.00	Attraversamento	BT 380 V	DEVIAZIONE LINEA ELETTRICA L=300.00M
<b>LINEA ELETTRICA INTERRATA (Ente gestore- E-distribuzione s.p.a)</b>					
A7	Asse Principale	Pk. 2+660.00	Attraversamento	ND	PROTEZIONE IN CLS L= 30.00M
RB2d	Rione Borgato	Rotatoria Ovest	Parallelismo	ND	PROTEZIONE IN CLS L= 30.00M
RB3	Rione Borgato	Viadotto	Attraversamento	ND	DEVIAZIONE LINEA ELETTRICA L=250.00M
<b>LINEE ELETTRICA AEREA (Ente gestore- Comune di Mondovì)</b>					
A6b	Asse Principale	Pk. 2+600.00	Attraversamento	ND	DEVIAZIONE LINEA ELETTRICA L=300.00M
RB1	Rione Borgato	Rotatoria Ovest	Parallelismo	ND	DEVIAZIONE LINEA ELETTRICA L=90.00M

## 4.9 TECNICHE UTILIZZATE

I terreni riconosciuti lungo le aree interessate dalle opere all'aperto sono rappresentati da materiali sciolti prevalentemente sabbioso limosi o sabbioso ghiaiosi in appoggio su unità costituite da argille consistenti o marne argillose. Ne consegue che gli scavi per la realizzazione delle trincee in asse stradale, per la galleria artificiale e in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie naturali saranno eseguiti prevalentemente mediante escavatore munito di benna.

In corrispondenza del viadotto sul fiume Ellero il deposito più superficiale è rappresentato da materiale alluvionale composto da sabbie ghiaiose debolmente limose inglobanti frequenti ciottoli e massi di quarzoarenite di dimensioni anche superiori al metro, e caratterizzata pertanto da una resistenza a compressione superiore a 150-200 MPa. La frantumazione di questi materiali, per un eventuale reimpiego o per caricarli sui mezzi ed allontanarli dalle aree di scavo, richiederà un martello demolitore di elevata potenza. Le fondazioni del viadotto Ellero, così come quelle del ponte sull'Ermena, sono rappresentate da pali trivellati realizzati mediante impiego di un "bucket" (secchione).

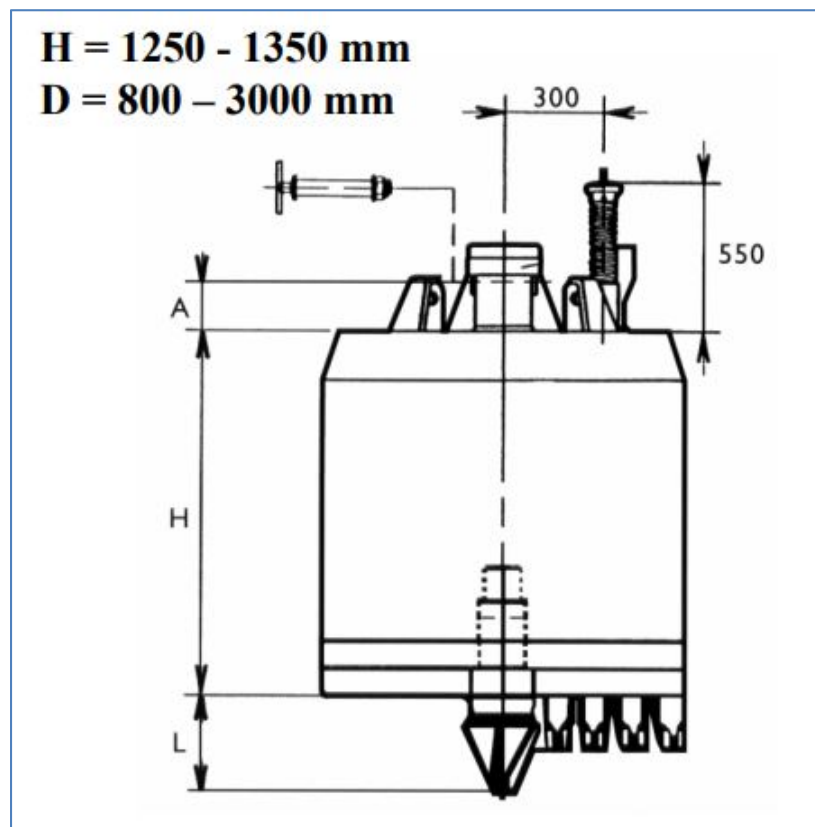


Figura 4.16 Tradizionale "bucket" per lo scavo di pali trivellati

Il rivestimento delle pareti di scavo è necessario nei terreni superficiali mentre in seno alle argille consistenti ed alle marne le pareti di perforazione possono generalmente ritenersi, nel breve termine, stabili. Per sostenere lo scavo potrà in ogni caso impiegarsi un fango bentonitico o polimerico; in commercio esistono prodotti dalle ottime caratteristiche e biodegradabili.

In alternativa e volendo evitare l'impiego di fanghi e una potenziale interferenza con la falda (spesso molto superficiale) si potrà impiegare un rivestimento metallico provvisorio da estrarre progressivamente in fase di getto. Il progetto in un approccio cautelativo e rispettoso dell'eventuale interazione con la falda ha previsto in computo quest'ultima soluzione.

Le indagini eseguite hanno evidenziato come nei terreni di copertura nonché nelle marne del substrato siano talvolta presenti massi o strati quarzoarenitici, calcarei o conglomeratici, i quali benchè assai subordinati e di ridotto spessore potrebbero rappresentare un serio ostacolo alla realizzazione del palo di fondazione nel raggiungimento delle profondità previste in progetto. Per tale motivo si è previsto, accanto al tradizionale, "bucket" idoneo per l'attraversamento di materiali sciolti o rocce tenere, l'impiego di una speciale attrezzatura dotata di "roller bits", o appositi martelli in grado di attraversare anche materiali molto tenaci a discapito però di una riduzione della produttività oraria.

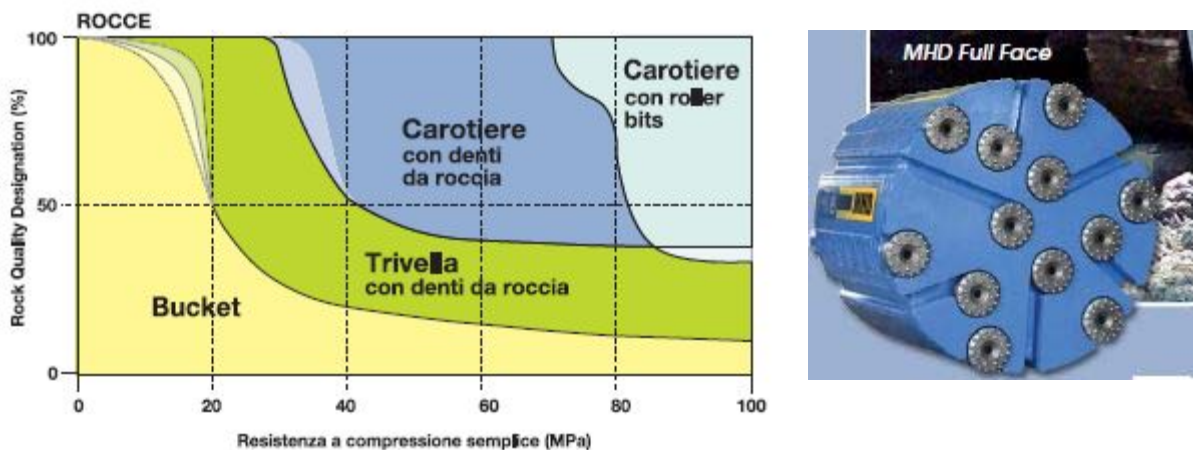


Figura 4.17. A sinistra tipologia di attrezzatura per lo scavo di pali in funzione del tipo di terreno. A destra "Multi Hammer" prodotto dalla Bauer in grado di attraversare terreni aventi resistenza a compressione fino a 300MPa

La galleria naturale intercetta in zona d'imbocco limitate coltri di materiale sciolto limoso sabbioso per svilupparsi quindi all'interno di un'unità marnosa ai due estremi, ed in un'unità arenacea nella porzione centrale dell'opera. Trattasi di depositi stratigraficamente complessi ed eterogenei in termini di grado di grado di cementazione (vi si può trovare materiale da poco a mediamente cementato, anche se non sono escluse subordinate frazioni sciolte) di fratturazione (l'RQD varia da 0-25% al 75-100%) e composizione litologica per la presenza di numerose intercalazioni. Tecnicamente questi materiali sono considerati "rocce tenere", ovvero depositi aventi caratteristiche intermedia fra le terre e le rocce e le cui resistenze a compressione, valutate sulla base dell'insieme di prove disponibili, variano come valore medio fra 4 – 5 MPa. Ne consegue che gli scavi in galleria saranno realizzati a mezzo di un martello demolitore montato su escavatore e più limitatamente mediante benna. La modesta resistenza non consiglia, per contro, l'utilizzo dell'esplosivo che in questi terreni ha bassa produttività a fronte di un elevato costo.

## 4.10 CRONOPROGRAMMA E FASI REALIZZATIVE

Di seguito si riporta l'estratto del cronoprogramma (elaborato 17.20\_P00\_CA00\_CAN\_CR01\_A Cronoprogramma) e le fasi realizzative delle opere di progetto.

Si riassumono di seguito schematicamente le fasi di costruzioni previste:

- 1) Accantieramento;
- 2) Monitoraggi ante operam,
- 3) Monitoraggi in fase di costruzione (per tutta la durata del cantiere);

### Asse principale:

- 4) Costruzione del corpo stradale dell'asse principale da S.P. 5 a galleria artificiale;
- 5) Costruzione della galleria artificiale, del viadotto sul fiume Ellero e della galleria naturale;
- 6) Costruzione del corpo stradale da imbocco Est della galleria naturale a fine intervento;
- 7) Completamento e finiture;

### Rione Borgato:

- 8) Costruzione del ponte sul torrente Ermena;
- 9) Costruzione della rotatoria Ovest;
- 10) Costruzione della rotatoria -Est;
- 11) Completamento e finiture;
  
- 12) Rimozione cantiere;
- 13) Monitoraggio Post – operam.





## 5 INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO ED AMBIENTALE

### 5.1 INTERVENTI E MISURE DI MITIGAZIONE IN FASE DI CANTIERE

#### 5.1.1 MISURE PER LA SALVAGUARDIA DELLE ACQUE E DEL SUOLO

##### *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.

##### *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 (olii esausti, 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.

### 5.1.2 MISURE PER LA SALVAGUARDIA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

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.

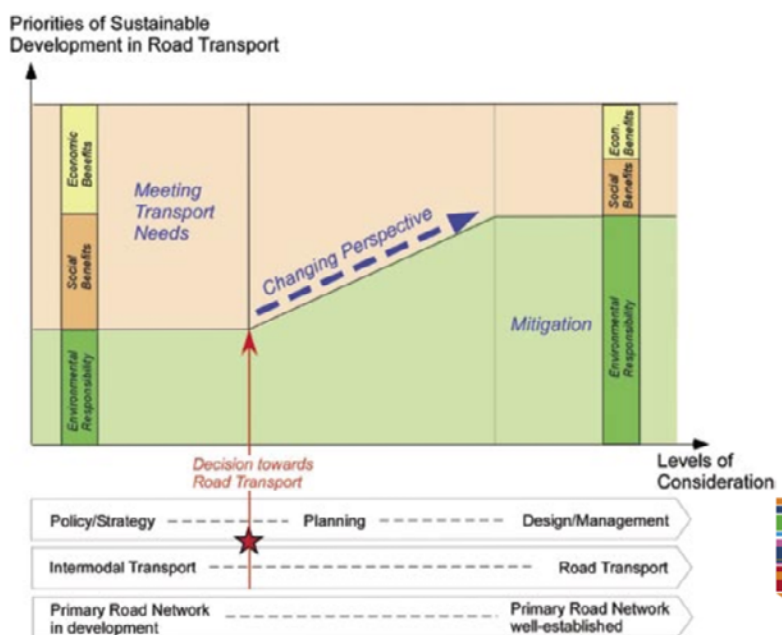


Figura 5.1\_ Sostenibilità e mitigazioni (PIARC)

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.

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

I principali accorgimenti da adottare per limitarne gli impatti consistono in:

- bagnatura delle strade non asfaltate e dei cumuli di materiale con un sistema di abbattimento mobile costituito da cannoni nebulizzatori. Questo sistema consente l'abbattimento della polverosità diffusa in modo estremamente efficace contenendo nel contempo la quantità di acqua necessaria per l'ottimale azione di contenimento con altra metodologia. Inoltre, sfruttando la tecnica della nebulizzazione questa tipologia di apprestamento non crea acque di percolazione evitando così il problema del loro recupero.
- coprire il carico dei mezzi che trasportano materiale pulverulento,
- copertura dei cumuli di materiale sia durante la fase di trasporto sia nella fase di accumulo temporaneo nei siti di stoccaggio, con teli impermeabili e resistenti;
- lavaggio ruote per evitare sporcamenti al di fuori delle aree di lavoro,
- bassa velocità di transito per i mezzi d'opera nelle zone di lavorazione,
- ottimizzazione delle modalità e dei tempi di carico e scarico, di creazione dei cumuli di scarico e delle operazioni di stesa,
- 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.

### 5.1.3 MISURE PER LA SALVAGUARDIA DEL CLIMA ACUSTICO

#### *Specifiche misure organizzative e gestionali del cantiere*

In fase di cantiere saranno adottate le seguenti specifiche misure organizzative e gestionali atte alla tutela del clima acustico:

#### ❖ Corretta scelta delle macchine e delle attrezzature da utilizzare

La scelta delle macchine ed attrezzature da utilizzare in cantiere sarà fatta attraverso i seguenti criteri:

- selezione di macchinari omologati, in conformità alle direttive comunitarie e nazionali;
- impiego di macchine per il movimento di terra ed operatrici gommate, piuttosto che cingolate;
- installazione di silenziatori sugli scarichi;
- utilizzo di impianti fissi schermati;
- uso di gruppi elettrogeni e compressori insonorizzati di recente fabbricazione

#### ❖ Adeguata manutenzione dei mezzi e delle attrezzature

Sarà prevista un'adeguata manutenzione dei mezzi e delle attrezzature, nell'ambito della quale bisognerà provvedere a:

- eliminazione degli attriti, attraverso operazioni di lubrificazione;
- sostituzione dei pezzi usurati;
- controllo e serraggio delle giunzioni, ecc.



❖ Corrette modalità operative e di predisposizione del 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: 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  $R_w$  adeguati (massa sufficiente per garantire una attenuazione sonora efficace, proprietà superficiali di fono assorbimento). A tal fine si utilizzerà 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 nessun effetto mitigativo sensibile. 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: 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.

***Utilizzo di barriere acustiche provvisorie***

In corrispondenza del Cantiere operativo 1 per una lunghezza di ca. 120 m 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  $R_w$  adeguati (massa sufficiente per garantire una attenuazione sonora efficace, proprietà superficiali di fono assorbimento). A tal fine si

utilizzerà 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”).

Le barriere antirumore di tipo mobile, un esempio delle quali è visibile nella figura, avranno altezza massima di 3 metri e saranno modulari e con superfici di tipo fonoassorbente, con pannelli metallici in lamiera di alluminio e materassino fonoassorbente interno in lana di roccia e testate laterali di chiusura in polipropilene. Affinché possano essere considerate di tipo fonoassorbente le barriere saranno conformi ai requisiti di cui all'All. 2 del DM 29/11/2000.

TIPOLOGICO BARRIERE  
FONOASSORBENTE

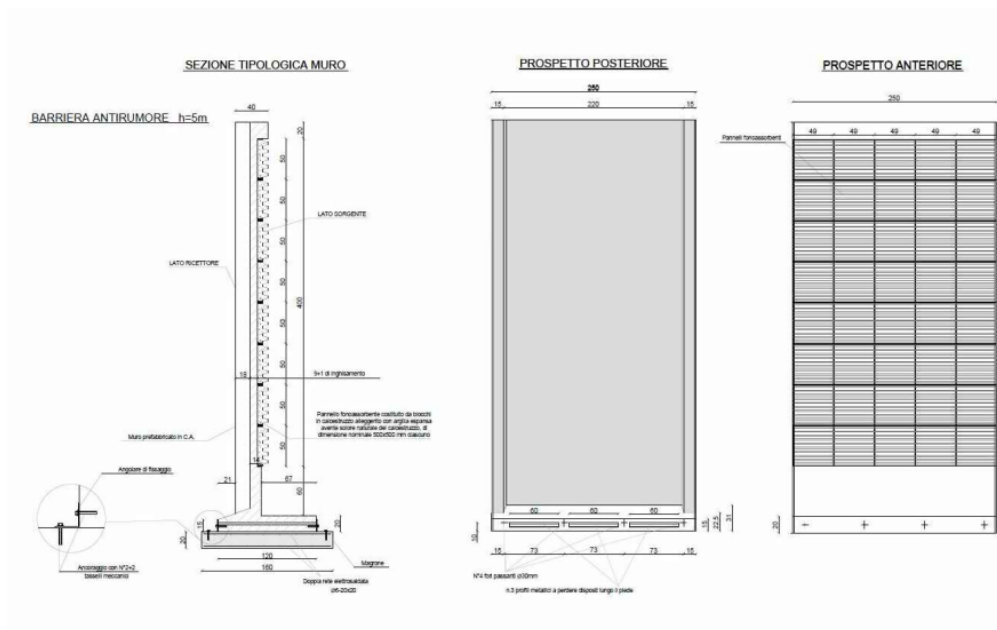


Figura 5.2 Tipologico barriere fonoassorbenti mobili

**5.1.4 MISURE PER LA SALVAGUARDIA DELLA VEGETAZIONE E DELLA FAUNA**

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

Durante la cantierizzazione per la realizzazione dell’intervento gli interventi di mitigazione per la componente florofaunistico sono riconducibili, infatti, agli interventi previsti per la mitigazione delle perturbazioni acustiche ed atmosferiche. Come esplicitato nello studio di impatto ambientale le principali perturbazioni a carico della matrice in esame sono infatti riconducibili all’utilizzo di mezzi e macchinari di cantiere responsabili di emissioni polverose e rumorose.

### ***Specifiche misure organizzative e gestionali del cantiere***

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

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

#### **5.1.5 MISURE PER LA SALVAGUARDIA DEL PAESAGGIO**

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.

### **5.2 INTERVENTI E MISURE DI MITIGAZIONE IN FASE DI ESERCIZIO**

#### **5.2.1 MISURE PER LA SALVAGUARDIA DELLE ACQUE E DEL SUOLO**

##### ***Tombini di trasparenza idraulica***

Il progetto prevede la posa di n. 5 tombini per la trasparenza idraulica necessari per garantire il normale deflusso delle acque in corrispondenza della galleria artificiale e del corpo stradale in rilevato.

##### ***Vasche di prima pioggia***

Il progetto prevede la realizzazione di n. 1 vasca di prima pioggia sita nei pressi dell'imbocco ovest della galleria naturale. Si tratta di un sistema chiuso per garantire la massima portata specifica allo scarico. La forma della vasca è irregolare vista la sua collocazione ed è divisa in tre camere.

#### **5.2.2 MISURE PER LA SALVAGUARDIA DEL CLIMA ACUSTICO**

##### ***Pavimentazione a ridotta emissione acustica***

Al fine di contribuire alla salvaguardia del clima acustico per la pavimentazione dell'area di Rione Borgato è previsto l'utilizzo di pavimentazione a ridotta emissione acustica (asfalto fonoassorbente).

È 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.

### 5.2.3 MISURE PER LA SALVAGUARDIA DELLA VEGETAZIONE E DELLA FAUNA

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

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

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

#### ***Ripristino delle aree di cantiere***

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

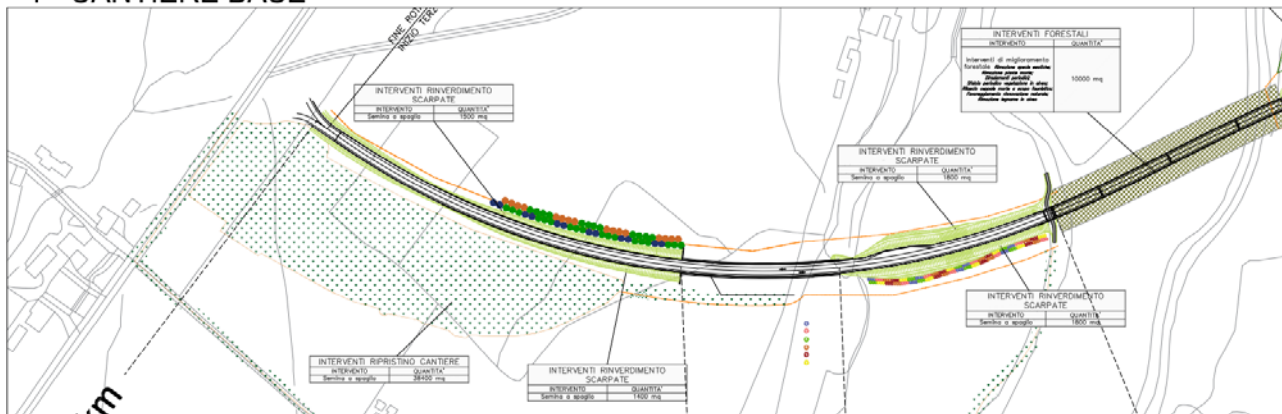
Gli interventi di ripristino delle aree di cantiere prevedono quindi le lavorazioni necessarie a restituire all'uso agricolo le aree in esame, individuabili nella planimetria di seguito.

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

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

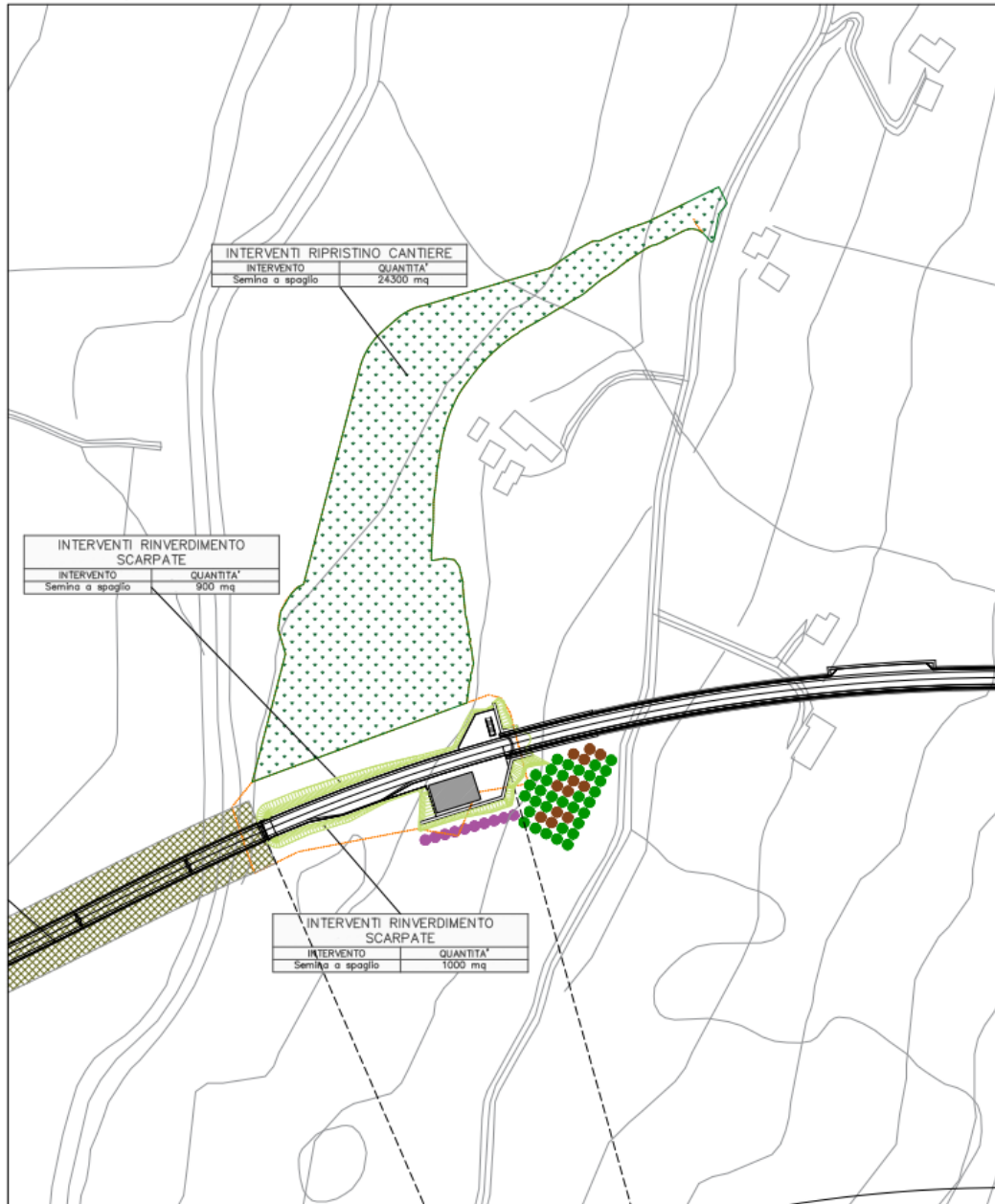
Specie	%
<i>Festuca rubra</i>	32
<i>Poa alpina</i>	20
<i>Trifolium repens</i>	10
<i>Lotus corniculatus</i>	8
<i>Poa pratensis</i>	7
<i>Lolium perenne</i>	5
<i>Dactylis glomerata</i>	4
<i>Achillea millefolium</i>	3
<i>Medicago lupulina</i>	3
<i>Phleum pratense</i>	2
<i>Sanguisorba minor</i>	2
<i>Trifolium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

### 1 - CANTIERE BASE





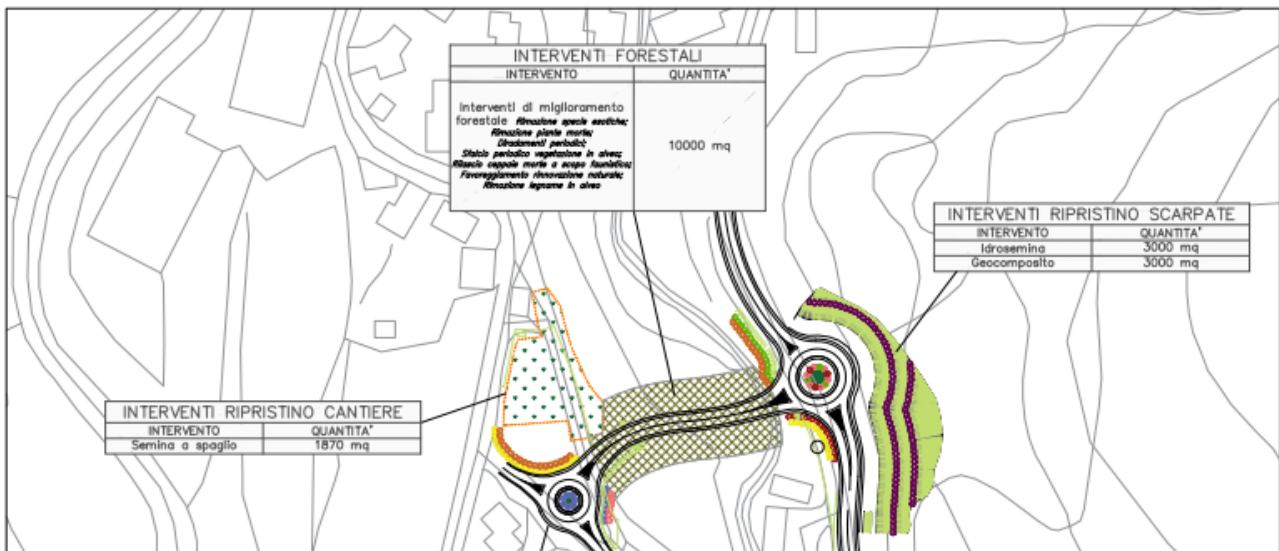
## 2 - CANTIERE OPERATIVO 1



### 3 - CANTIERE OPERATIVO 2



### 4 - CANTIERE OPERATIVO 3





## LEGENDA


 Recinzione temporanea di cantiere

 Piste di cantiere


 Sistemazione a verde

 Interventi di miglioramento forestale


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


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

 *Carpinus betulus* (Carpino bianco)


 *Quercus petraea* (Rovere)

 *Acer campestre* (Acer campestre)

 *Populus alba* (Pioppo bianco)


 *Alnus glutinosa* (Ontano nero)

 *Edera helix* (Edera)


 *Crataegus monogyna* (Biancospino)

 *Euonymus europaeus* (Euonimo)

 *Ligustrum vulgare* (Ligustro)

 *Prunus spinosa* (Prugnolo selvatico)

 *Rosa canina* (Rosa canina)

 *Sambucus nigra* (Sambuco)

 *Salix purpurea* (Salice rosso)

Figura 5.2-1 Estratti Elaborato P00\_IA00\_AMB\_LF02 Planimetria di sistemazione delle aree di cantiere e deposito

### ***Interventi di miglioramento forestale***

Tra gli interventi di mitigazione previsti si andranno ad effettuare degli interventi di migioria 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 sestri a filari, quadrati e quinquece.

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

### Sesti di impianto

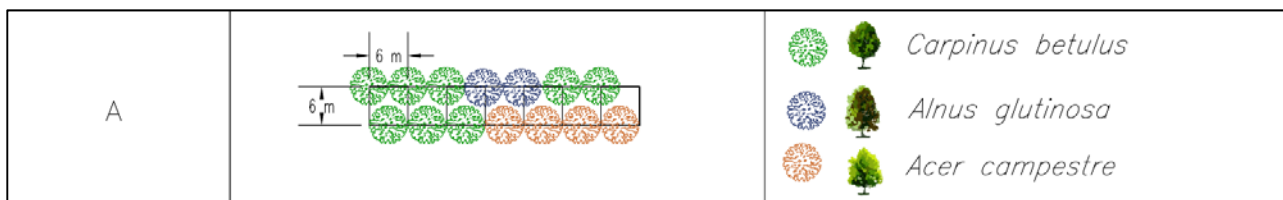
Come anticipato, il progetto prevede la piantumazione di essenze arboree ed arbustive in sesti filari, quadrati ed a quinquonce.

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

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

#### Tipo A

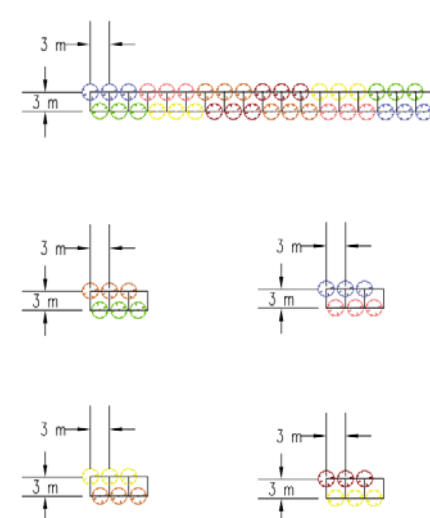






Sesto a file sfalsate costituito da specie arboree quali *Carpinus betulus*, *Alnus glutinosa* ed *Acer campestre* con filari sfalsati distanti 6 m e con distanze interfilari di 6 m.



#### Tipo B

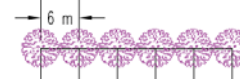
Sesto a file sfalsate costituito da specie arbustive quali *Sambucus nigra*, *Crataegus monogyna*, *Ligustrum volgare*, *Rosa canina*, *Prunus spinosa* ed *Euonymus europaeus* con filari sfalsati distanti 3 m e con distanze interfilari di 3 m.



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


Tipo C

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

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

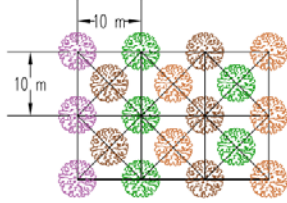








Tipo D

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

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

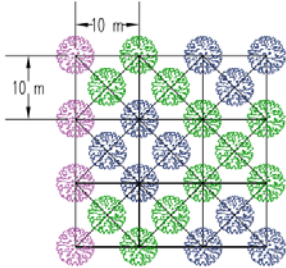






Tipo E

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

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

Tipo F

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

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

Tipo G

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

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

### ***Piantumazione di fasce arborate lungo il rilevato per innalzare le traiettorie di volo di chiropteri 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 chiropteri ed uccelli, ad avvicinarsi al tracciato.

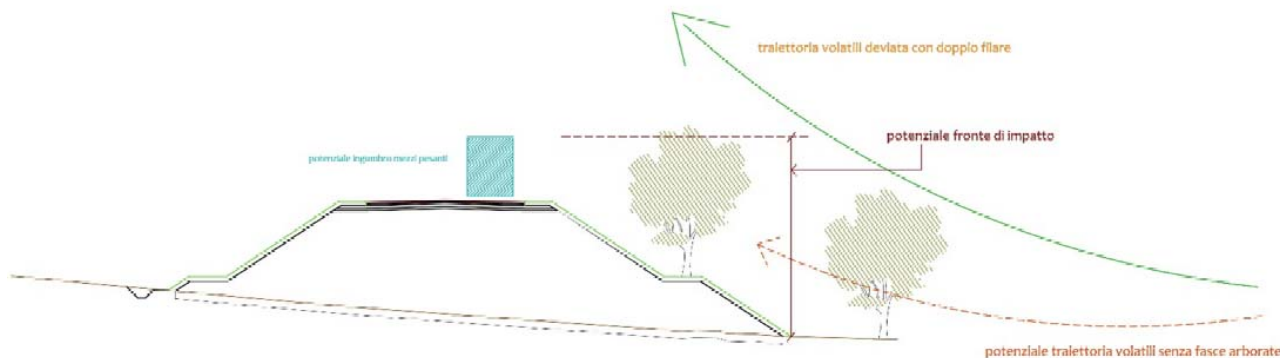


Figura 5.2-2 Schema di innalzamento del piano di involo.

#### **5.2.4 MISURE PER LA SALVAGUARDIA DEL PAESAGGIO**

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

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

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

#### ***Rivestimento in edera dei muri per il mascheramento delle strutture***

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

#### ***Interventi di rinverdimento dei rilevati stradali***

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

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

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

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

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

Quantità: dai 35 ai 45 g/mq.

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

### ***Stabilizzazione delle scarpate***

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

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

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

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

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

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

### **Riqualificazione paesaggistica delle rotonde**

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

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

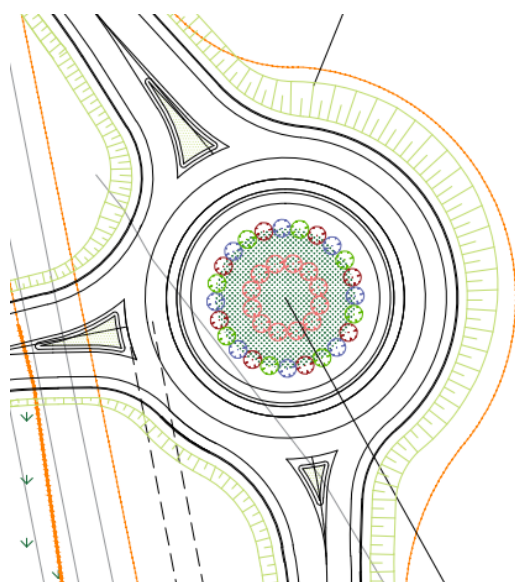
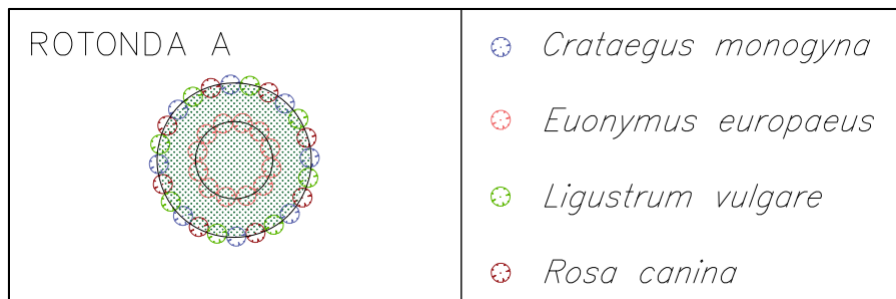
<b>Specie</b>	<b>%</b>
<i>Festuca rubra</i>	32
<i>Poa alpina</i>	20
<i>Trifolium repens</i>	10
<i>Lotus corniculatus</i>	8
<i>Poa pratensis</i>	7
<i>Lolium perenne</i>	5
<i>Dactylis glomerata</i>	4
<i>Achillea millefolium</i>	3
<i>Medicago lupulina</i>	3
<i>Phleum pratense</i>	2
<i>Sanguisorba minor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



### Rotonda A

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

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




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

Figura 5.3 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*.

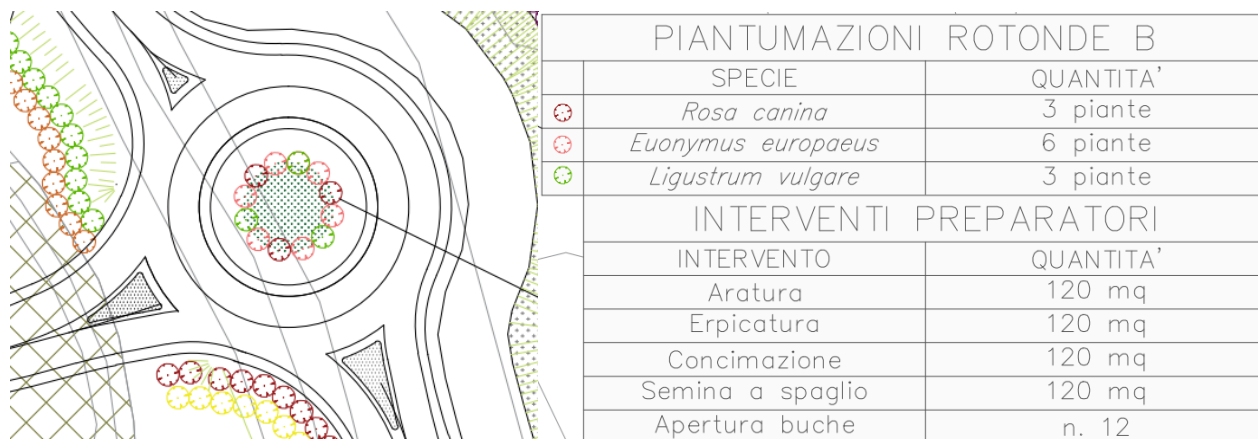
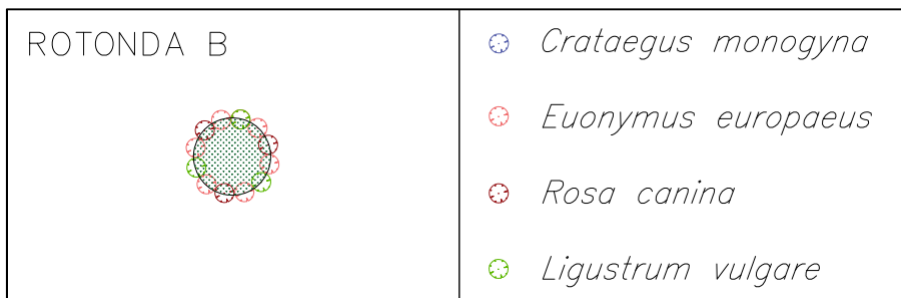


Figura 5.4 Estratto Elaborato P00\_IA00\_AMB\_PP01 Planimetria opere a verde

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*.

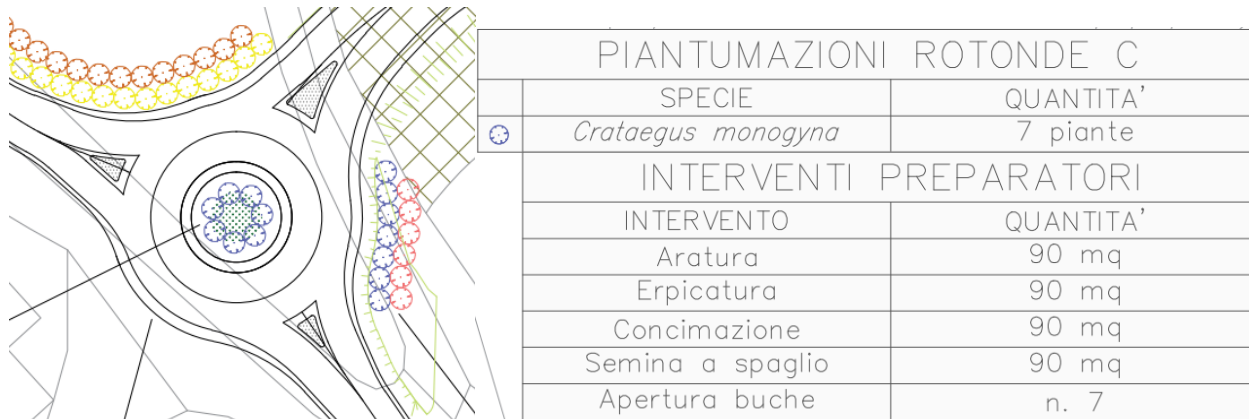
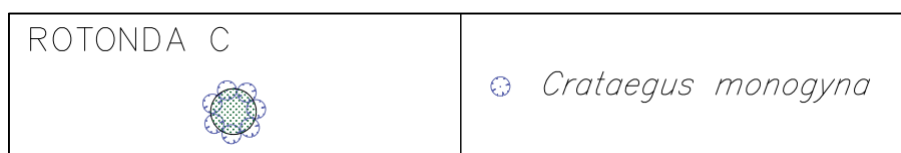












Figura 5.5 Estratto Elaborato P00\_IA00\_AMB\_PP01 Planimetria opere a verde

## 5.2.5 SPECIE VEGETALI UTILIZZATE

### *Specie arboree*

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

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

## ALBERI II° GRANDEZZA

### FOGLIE CADUCHE

LATIFOGLIA

### CARPINUS BETULUS

Carpino bianco

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

### CHIOMA E PORTAMENTO



### FOGLIE



### FIORI



### FRUTTI





## ALBERI II° GRANDEZZA

### FOGLIE CADUCHE

LATIFOGLIA

### ALNUS GLUTINOSA

Ontano nero o comune

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

### CHIOMA E PORTAMENTO



### FOGLIE E FRUTTI



### FIORI





## ALBERI 1° GRANDEZZA

### FOGLIE CADUCHE

LATIFOLIA

### 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 1° GRANDEZZA

### FOGLIE CADUCHE

LATIFOGLIA

### QUERCUS PETREA

Rovere

Altezza	> 25 m
Ingombro medio	10 - 12 m
Portamento	Espano 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**

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

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

## ARBUSTO GRANDE

### FOGLIE CADUCHE

LATIFOGLIA

## CRATEGUS MONOGYNA

Biancospino

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

### CHIOMA E PORTAMENTO



FOGLIE



FRUTTI



FIORI





## ARBUSTO GRANDE

### FOGLIE CADUCHE

LATIFOGLIA

## EUONYMUS EUROPAEUS

Fusaggine, Berretto del prete

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

### CHIOMA E PORTAMENTO



### FOGLIE E FIORI



### FRUTTI



## ARBUSTO MEDIO

### FOGLIE PERSISTENTI

LATIFOGLIA

### LIGUSTRUM VULGARIS

Ligustro, Olivella

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

### CHIOMA E PORTAMENTO



### FOGLIE E FIORI



### FRUTTI





## ARBUSTO GRANDE

**FOGLIE CADUCHE**

LATIFOGLIA

### PRUNUS SPINOSA

Pruno, Prugnolo

Altezza	5 m
Ingombro medio	4 m
Portamento	Espanso
Habitus	Foglia caduca
Temperamento per luce	Eliofila
Temperamento per umidità del terreno	Mesofila, Xerotollerante
Fioritura	Primaverile. Fiori a calice costituiti da 5 petali ovali di colore bianco. Leggermente profumati
Frutti	Drupa todeggiante di colore bluastro 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

<b>Altezza</b>	Fino a 6 m
<b>Ingombro medio</b>	3 - 4 m
<b>Portamento</b>	Espanso
<b>Habitus</b>	Foglia caduca
<b>Temperamento per luce</b>	Sciafila
<b>Temperamento per umidità del terreno</b>	Meso - igrofila
<b>Fioritura</b>	Tarda primavera. Infiorescenze ombrelliformi formate da piccoli fiori bianchi odorosi
<b>Frutti</b>	Piccole drupe nere e lucide commestibili ma amaro-gnole
<b>Foglie</b>	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



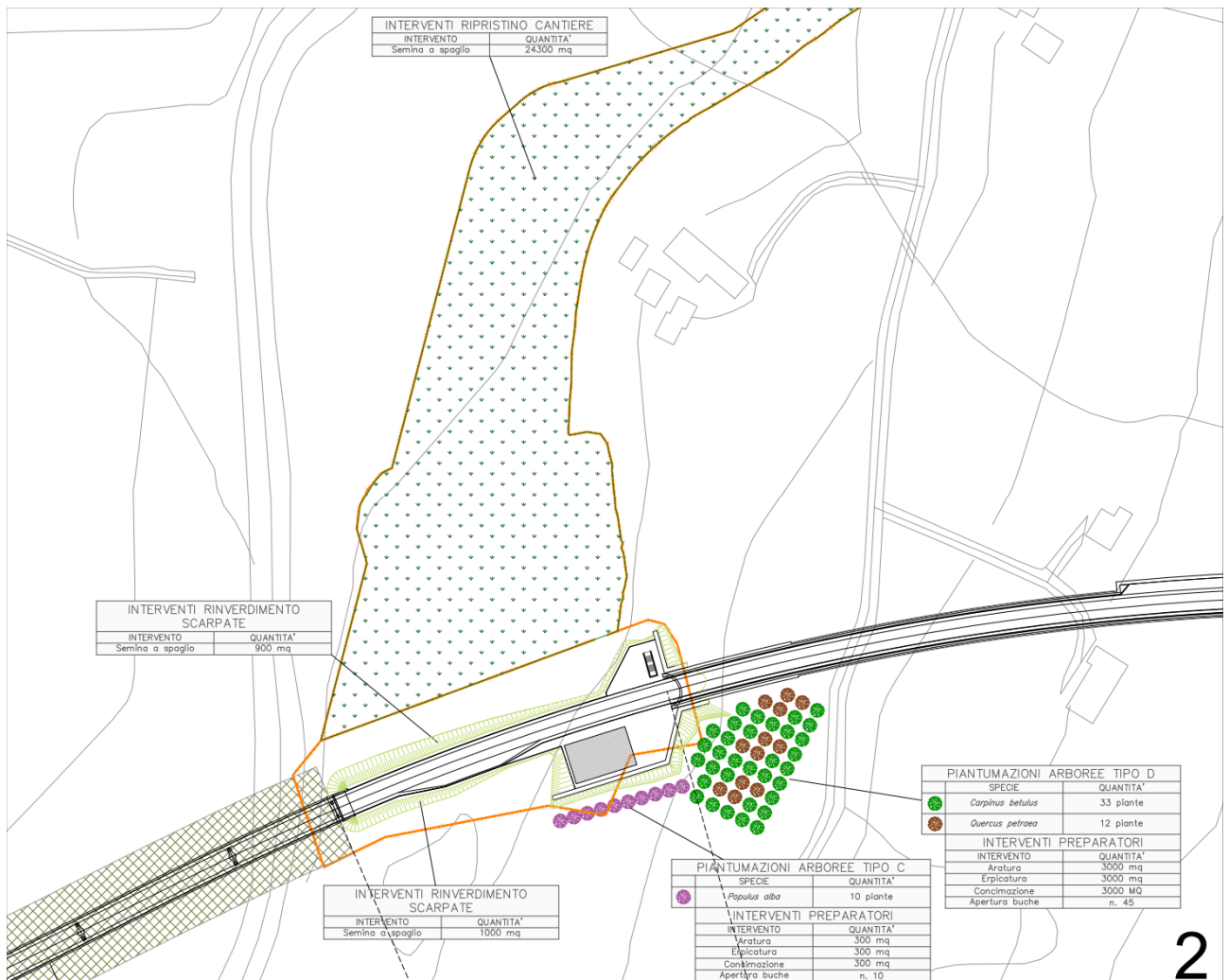
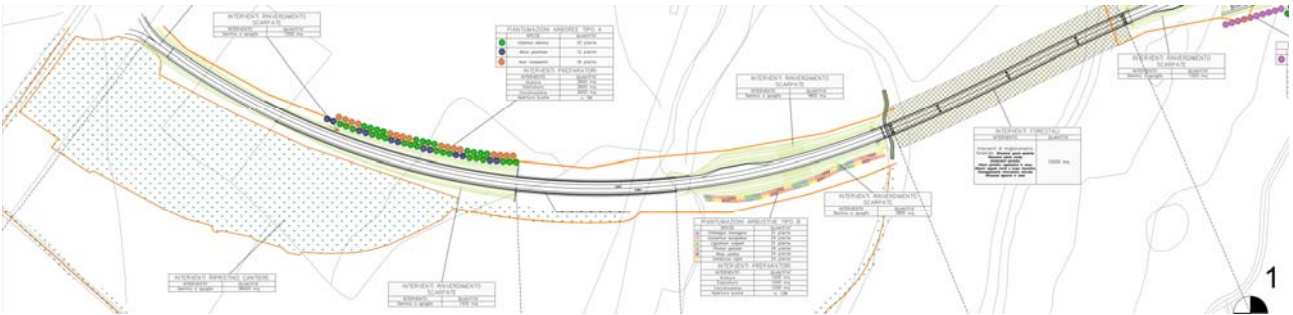
FIORI



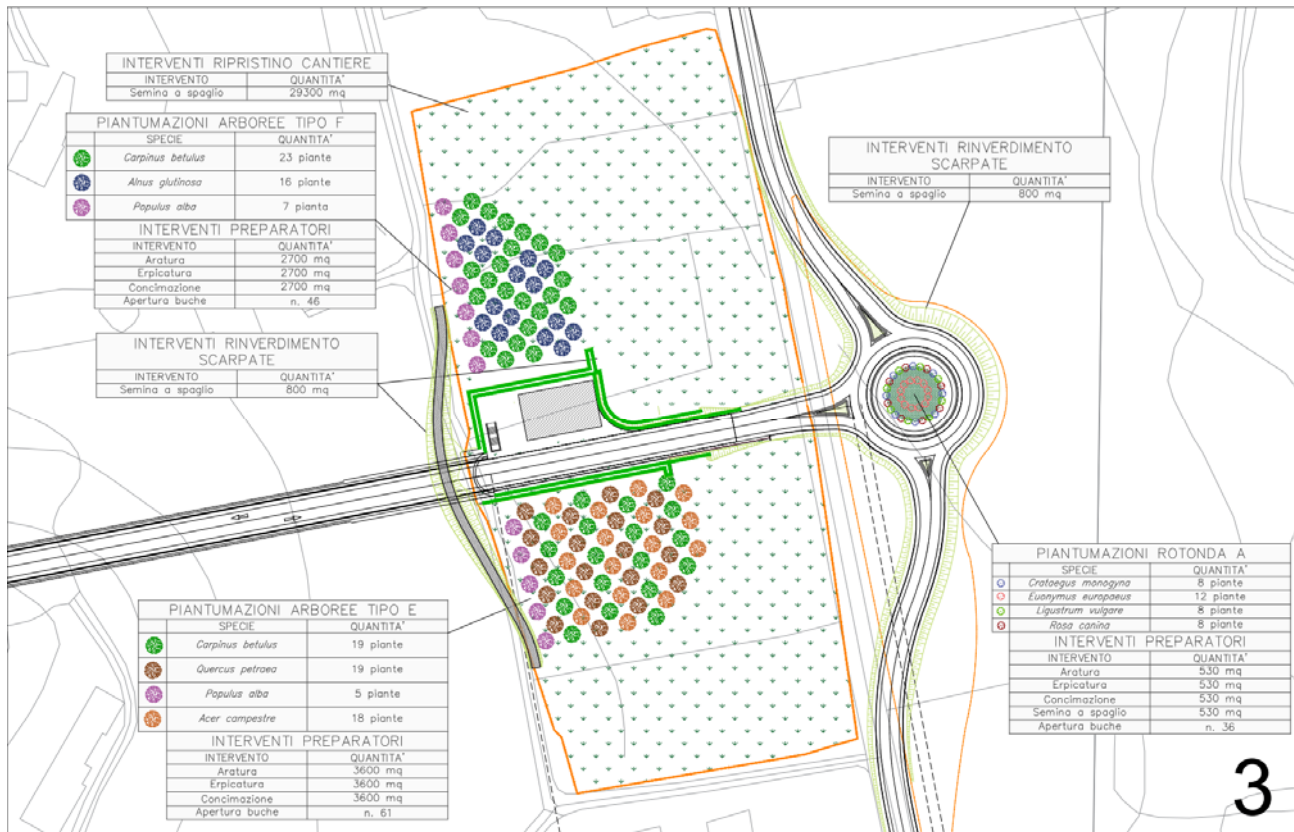
FRUTTI



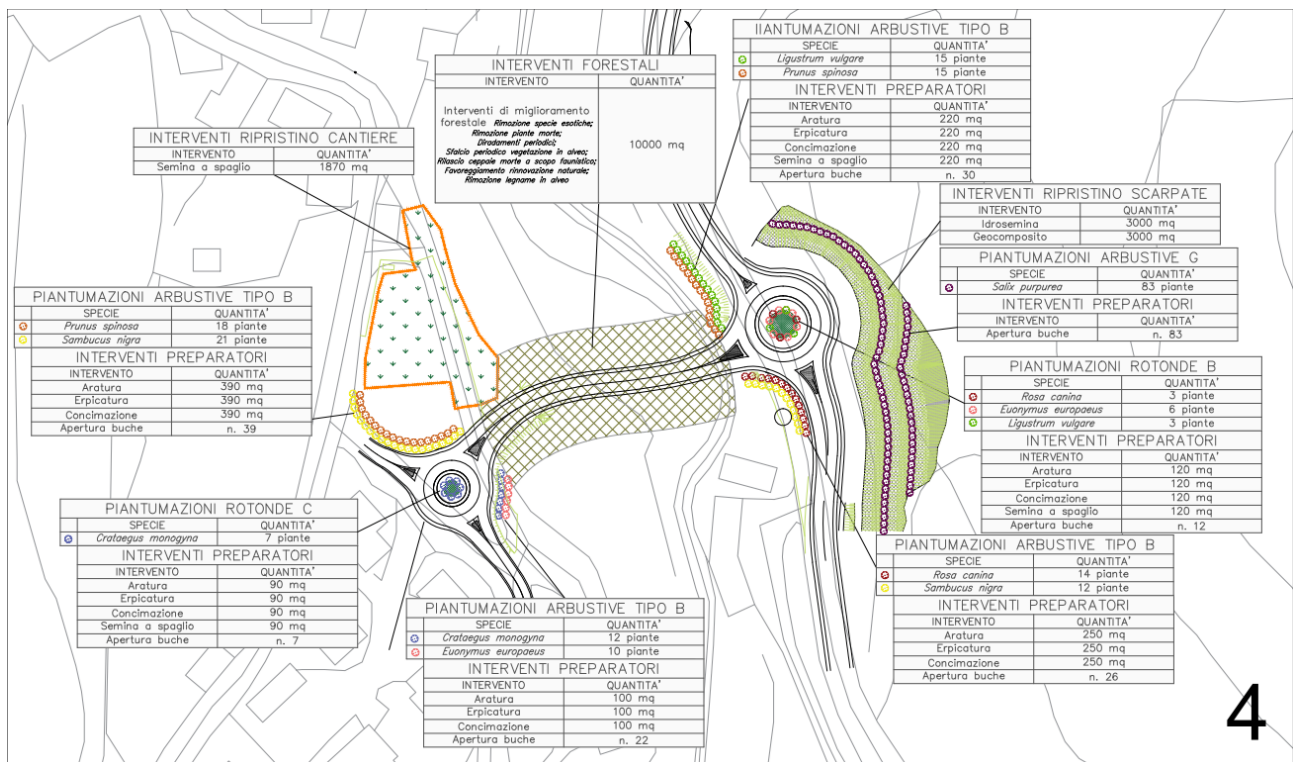
In conclusione si riportano degli estratti dell'elaborato *P00\_IA00\_AMB\_PP01 Planimetria opere a verde* in cui è riassunto tutto quanto precedentemente esposto.







3



4

Figura 5.6 Estratti Elaborato P00\_IA00\_AMB\_PP01 Planimetria opere a verde

## 6 BIBLIOGRAFIA E FONTI UTILIZZATE

- Decreto Legislativo 152/2006 e ss. mm. ii.
- Decreto Legislativo 16 giugno 2017 n. 104