

**E 78 GROSSETO - FANO  
TRATTO SELCI - LAMA (E 45) - S.STEFANO DI GAIFA  
Adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro Ovest -  
Mercatello sul Metauro Est (Lotto 4°)**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**AN 245**

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p><b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b></p> <p align="center"><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p><b>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</b></p> <p align="center"><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629 (Mandante)</p> <p align="center"><i>Ing. Moreno Panfilì</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657 (Mandante)</p> <p align="center"><i>Ing. David Crenca</i> Ordine Ingegneri Provincia di Frosinone n. A1762 (Mandante)</p> <p align="center"><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p><b>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</b></p> <p align="center"><b>GPI INGEGNERIA</b> <i>GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</i></p> <p align="center"> <b>cooprogetti</b></p> <p align="center"> <b>engeko</b></p> <p align="center"> <i>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</i></p> <p><b>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</b></p> <p align="center"><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p><b>IL GEOLOGO</b></p> <p align="center"><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i> Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>		
<p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</b></p> <p align="center"><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>		
<p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</b></p> <p align="center"><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

Elaborati generali

Parte 4

L'assetto futuro e l'intervento

<b>CODICE PROGETTO</b>			<b>NOME FILE</b>	<b>REVISIONE</b>	<b>SCALA</b>
PROGETTO	LIV.PROG	ANNO	T00IA01AMBRE04B		
D	D	22	CODICE ELAB. T00IA01AMBRE04	B	-
D					
C					
B	Revisione a seguito istruttoria U.0030221 del 16.01.2023	Febbraio '23	Buongarzone	Panfilì	Guiducci
A	Emissione	Ottobre '22	Buongarzone	Panfilì	Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>	4.1. ARTICOLAZIONE DEI CANTIERI .....	20
<b>2. LA CONFIGURAZIONE DEL PROGETTO E LE OPERE .....</b>	<b>3</b>	4.1.1. Cantieri Base.....	21
2.1. DATI DI TRAFFICO.....	3	4.1.2. Cantieri Operativi.....	23
2.2. DESCRIZIONE TRACCIATO.....	5	4.1.3. Aree tecniche .....	25
2.3. SEZIONI TIPO .....	6	4.2. CRITERI COMUNI A TUTTI I CANTIERI .....	29
2.3.1. Asse principale .....	6	4.2.1. Personale impiegato nei cantieri.....	29
2.3.2. Rami secondari della rotatoria .....	6	4.2.2. Impiantistica dei cantieri .....	29
2.3.3. Viabilità locale.....	6	4.2.3. Dotazioni e macchinari dei cantieri.....	30
2.3.4. Le strade interpoderali.....	7	4.2.4. Criteri per l'approvvigionamento dei cantieri .....	30
2.3.5. Rotatoria.....	7	4.2.5. Preparazione delle aree .....	30
2.3.6. Opere d'arte.....	8	4.2.6. Viabilità di cantiere .....	31
2.4. OPERE D'ARTE MINORI.....	11	4.2.7. Risoluzione delle interferenze .....	32
2.5. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ DI PROGETTO .....	12	4.2.8. Recinzioni .....	32
2.5.1. Asse Principale.....	12	4.2.9. Mitigazione dei cantieri.....	33
2.6. PIAZZOLE DI SOSTA .....	12	4.3. FASI DI COSTRUZIONE .....	33
2.7. CARATTERISTICHE PROGETTUALI E VERIFICHE ROTATORIA .....	12	4.3.1. Fase 0.....	33
2.7.1. VERIFICHE ROTATORIA DI PROGETTO.....	12	4.3.2. Fase 1.....	33
2.8. PAVIMENTAZIONI .....	13	4.3.3. Fase 2.....	34
2.9. SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE .....	13	<b>5. MODALITÀ COSTRUTTIVE DELLE OPERE .....</b>	<b>35</b>
2.10. BARRIERE DI SICUREZZA .....	13	<b>6. MODALITÀ ESECUTIVE DELLE OPERE IDRAULICHE.....</b>	<b>36</b>
<b>3. GESTIONE DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA .....</b>	<b>14</b>	<b>7. SINTESI GESTIONE MATERIE .....</b>	<b>37</b>
3.1. SCHEMA DI DRENAGGIO .....	14	<b>8. INTERVENTI DI INSERIMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO .....</b>	<b>37</b>
3.2. ELEMENTI DI RACCOLTA .....	14	8.1. OPERE A VERDE .....	38
3.2.1. sistema di drenaggio – tratti in rilevato.....	15	8.1.1. Riquilificazione ambientale delle aree di intervento di carattere agricolo - amb 1_0138	
3.2.2. sistema di drenaggio – tratti in trincea.....	15	8.1.2. Riquilificazione ambientale delle aree d'intervento di carattere naturale – amb 1_0238	
3.2.3. sistema di drenaggio – tratti in viadotto.....	15	8.1.3. Ricomposizione della vegetazione ripariale - amb 2_01 .....	39
3.3. ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO .....	15	8.1.4. Ricomposizione della vegetazione dei fossi minori - amb 2_02 .....	39
3.3.1. Condotte in pead corrugato .....	15	8.1.5. Fasce di mitigazione su rilevato con grado di percezione visiva alta – amb 3_01.....	41
3.3.2. Condotte in acciaio zincato .....	16	8.1.6. Fasce di mitigazione su rilevato con grado di percezione visiva bassa – amb 3_02 .	41
3.3.3. Fossi di guardia .....	16	8.1.7. Fasce di mitigazione su trincee amb 3_03.....	42
3.4. VASCHE DI PRIMA PIOGGIA E DI RACCOLTA DEGLI SVERSAMENTI ACCIDENTALI.....	16	8.1.8. Sistemazione a verde rotatoria per Fano – amb 4_01 .....	42
3.5. NVARIANZA IDRAULICA .....	17	8.1.9. Compensazione e mitigazione paesaggistica e ambientale - amb 4_02 .....	43
<b>4. CANTIERIZZAZIONE.....</b>	<b>20</b>	8.1.10. Ripristino Ambientale Imbocchi gallerie amb_5.01 .....	44

8.1.11. Ripristino dei corridoi ecologici per l'attraversamento faunistico amb 6_01 .....	44
8.2. INDICAZIONI OPERATIVE .....	45
8.2.1. Specie vegetali .....	45
8.2.2. Interventi di natura pedologica .....	45
8.2.3. Tecniche di inerbimento.....	45
8.2.4. Piantagioni.....	45
8.2.5. Tabella riepilogativa delle opere a verde.....	47
8.3. QUALIFICAZIONE ARCHITETTONICA DELLE OPERE D'ARTE.....	47
8.3.1. Imbocchi gallerie.....	48
8.3.2. Ponti.....	51
8.3.3. Paratie e Muri .....	53
8.3.4. Barriere Acustiche .....	54

## PARTE 4 - L'ASSETTO FUTURO E L'INTERVENTO

### 1. PREMESSA

Il tracciato plano-altimetrico eredita le scelte progettuali dello SFTE, in particolare l'alternativa prescelta è quella che si allontana maggiormente dall'abitato di Mercatello e si conclude a ridosso dell'abitato di Sant'Angelo in Vado; lo sviluppo del percorso incontra un'orografia piuttosto frastagliata che ha richiesto l'inserimento di diverse opere d'arte.

La progettazione degli elementi geometrici dell'asse è stata eseguita nel rispetto delle vigenti "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al DM 5/11/2001.

Rispetto al Progetto Preliminare, il tracciato stradale del presente Progetto Definitivo è stato leggermente modificato in modo da renderlo adeguato in termini plano-altimetrici alla predisposizione futura di una categoria B, così come da indicazioni del Committente e gestore dell'infrastruttura (ANAS).

Nei capitoli che seguono si descrive il progetto stradale, le attività di cantiere e gli interventi di inserimento ambientale e paesaggistico.

### 2. LA CONFIGURAZIONE DEL PROGETTO E LE OPERE

#### 2.1. DATI DI TRAFFICO

Gli studi di riferimento sono stati:

- Lo studio di traffico allegato allo SFTE del 2018 del lotto in questione
- Lo studio di traffico dello SFTE del tratto 5, lotti 5-10, redatto nel 2021. Si parla del tratto che va dal confine Est del presente progetto, in particolare l'adeguamento a 2 corsie del tratto Mercatello sul Metauro – S. Stefano di Gaifa (Lotti 5-10) del tratto Selci Lama (E45) - Santo Stefano di Gaifa della E78 S.G.C. Grosseto – Fano.

Il primo fa riferimento al Modello Trasportistico DSS su scala nazionale in uso dal 2004 in ANAS S.p.A., presso la Direzione Centrale Progettazione. Il modello viene periodicamente aggiornato attraverso il censimento dei veicoli da parte di 1.375 stazioni di rilevamento. Utilizzando il modello aggiornato al 2016 sono stati stimati i traffici che insistono sulle infrastrutture che compongono il corridoio E78 da Grosseto a Fano. Le tabelle seguenti mostrano i traffici in termini di veicoli leggeri e pesanti sulla tratta del Lotto 4 nello Scenario di Progetto al 2025 ed al 2035. I risultati riportati di seguito si riferiscono alla domanda giornaliera e sono gli stessi dati utilizzati per il progetto di Fattibilità Tecnico Economica riportati anche nella Parte 3 dove si descrivono le alternative progettuali:

SCENARIO PROGETTO	Traffico Giornaliero Medio Annuo - Anno 2025		
Sub-tratta funzionale	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Tratto 5a Le Ville - Mercatello sul Metauro Ovest	5.014	1.489	6.502
Tratto Interno Mercatello sul Metauro (Ovest - Est)	338	24	361
<b>Tratta Progetto</b>	<b>5.688</b>	<b>1.579</b>	<b>7.267</b>
Tratto 5b Mercatello sul Metauro Est - S. Stefano di Gaifa	6.026	1.603	7.628

SCENARIO PROGETTO	Traffico Giornaliero Medio Annuo - Anno 2035		
Sub-tratta funzionale	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
Tratto 5a Le Ville - Mercatello sul Metauro Ovest	5.997	1.832	7.829
Tratto Interno Mercatello sul Metauro (Ovest - Est)	404	28	432
<b>Tratta Progetto</b>	<b>7.620</b>	<b>2.167</b>	<b>9.787</b>
Tratto 5b Mercatello sul Metauro Est - S. Stefano di Gaifa	8.024	2.196	10.220

Il secondo, è più recente studio, pur riferendosi al tratto ad Est del lotto in questione, coinvolge un ampio arco territoriale che partendo dalla E45 (Selci – Lama), dove insiste l'intervento di Piano PG365, raggiunge Fano e l'Autostrada A14, prendendo in considerazione gli interventi già programmati, tra i quali c'è il lotto oggetto del presente studio (AN245).

Tutti gli interventi citati sono funzionali all'apertura della galleria della Guinza situata lungo l'itinerario della E78 a cavallo tra le Regioni Umbria e Marche (lunga circa 6 km) ed al completamento dell'itinerario E78, unitamente a tutti gli altri lotti in progettazione, al fine di creare un nuovo corridoio di mobilità Est-Ovest. Per tale motivo lo studio di traffico è stato redatto definendo scenari di riferimento che prevedono il completamento dell'intero collegamento (interventi programmati e/o finanziati), ovvero verificando e dimensionando i tratti di viabilità in base ai traffici sul progetto in presenza del corridoio di mobilità Est – Ovest complessivo.

Considerata la validità delle premesse, i risultati dello studio riportano, per la tratta di interesse, i seguenti risultati:

Scenario	Lunghezza Itinerario (mono direzionale) (km)	Flusso medio di Sezione. Leggeri (veic/gg)	Flusso medio di Sezione. Pesanti (veic/gg)	Flusso medio di Sezione. Totali (veic/gg)	Incidenza dei Veicoli Pesanti (%)	Flusso medio di Sezione. Equivalenti (veic/gg)	Tempo di Viaggio (media tra le direzioni) (minuti)	Velocità media (km/h)
A20	35,241	4.996	230	5.225	4,40%	5.570	46,48	45,49
R41	35,211	6.398	839	7.238	11,60%	8.497	42,25	50,01
Delta	-0,03	1.403	610	2.012	7,20%	2.927	-4,23	4,51
Delta %	-0,09%	28,07%	265,34%	38,51%	163,77%	52,54%	-9,10%	9,92%

Evidenziati in rosso i dati di interesse.

Tabella 2-1 Indicatori relativi alle performance trasportistica dell'itinerario nella configurazione R41 (interventi di progetto - 2041). Valori giornalieri

Ambito	Posizione	A20	R41	Delta	Delta %
Sant'Angelo in Vado	Porta Ovest	3.519	6.637	3.118	88,59%
	Porta Est	6.786	10.861	4.075	60,05%
Urbania	Porta Ovest	6.379	5.367	-1.012	-15,87%
	Porta Est	6.388	3.832	-2.556	-40,02%
Fermignano	Porta Ovest	5.810	9.084	3.274	56,35%
	Porta Est	4.729	7.744	3.015	63,74%
Canavaccio	Porta Ovest	6.486	10.018	3.533	54,47%
	Porta Est	6.645	10.224	3.579	53,86%
Totale		46.741	63.765	17.025	36,42%

Dati espressi in Veicoli equivalenti / giorno somma delle due direzioni (totale di sezione)

Tabella 2-2 Flussi veicolari giornalieri registrati presso le sezioni stradali di ingresso-uscita (porte) nei principali centri abitati interessati dall'intervento nella configurazione R41.

**Pertanto, nei pressi dell'infrastruttura si potrebbe considerare un TGM di 6,5k veicoli circa.**

Come ulteriore approfondimento si sono raccolti i dati misurati dalle stazioni Anas al km 43 della S.S. 73 bis nel 2018 e nel 2019, il portale è nei pressi (6 km circa) ad Est della rotatoria di fine lotto (S.S. 73 bis), di seguito si riportano i dati citati:

Figura – Dati del 2018

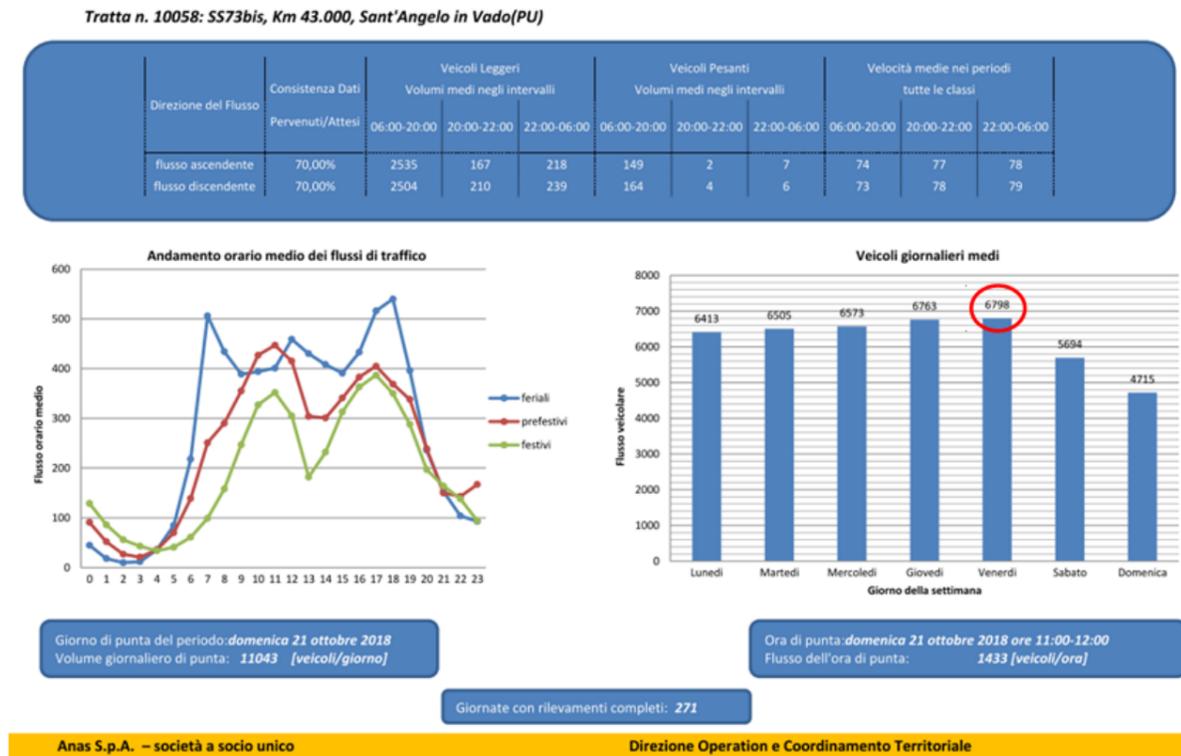
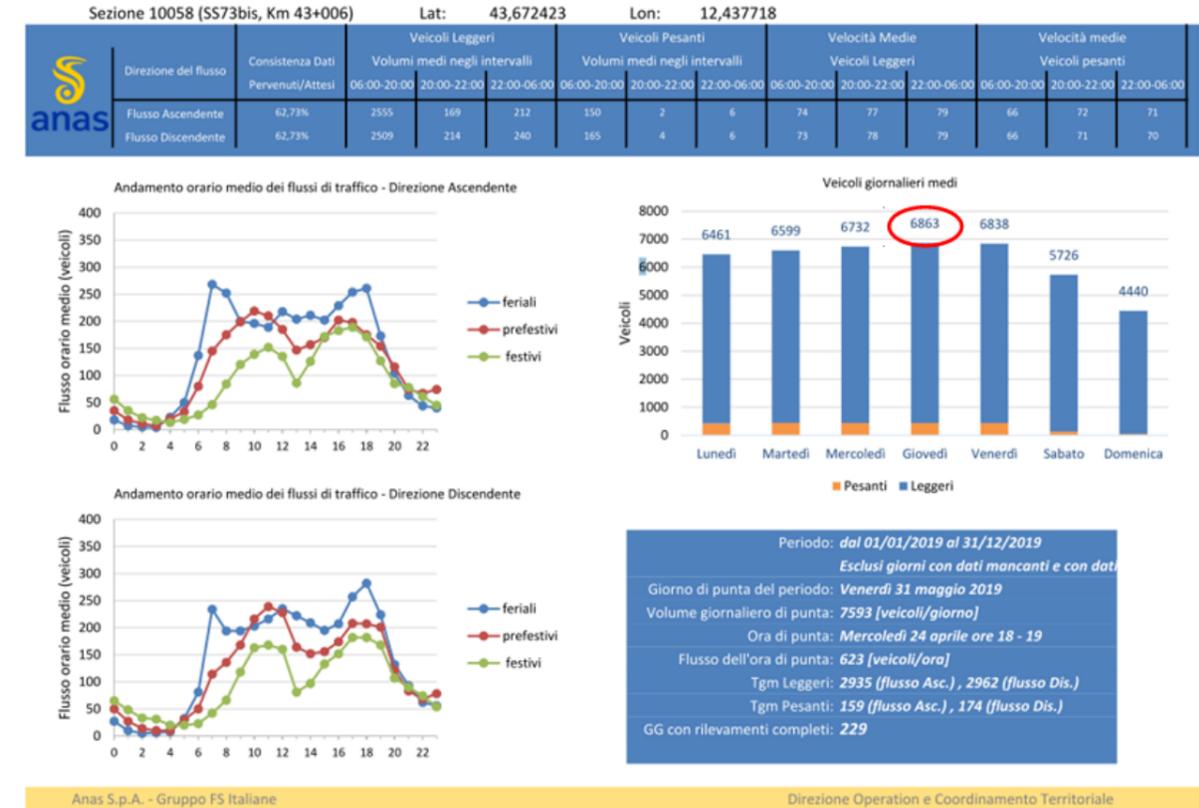


Figura – Dati del 2019



**In conclusione si fa notare che il dato maggiore registrato nei vari studi e misurazioni riportate porta a considerare un TGM massimo di 10k veicoli circa, pertanto la scelta di impiegare una sezione di Categoria C1 (strada extraurbana principale), ai sensi del DM 05/11/2001 categoria C1 appare adeguata.**

## 2.2. DESCRIZIONE TRACCIATO

Il tracciato stradale di progetto del Lotto 4 della S.G.C. Grosseto - Fano è ubicato a ridosso del versante marchigiano dell'Appennino in corrispondenza dell'intersezione delle valli del torrente S. Antonio e del fiume Metauro, nelle vicinanze dell'abitato di Mercatello sul Metauro (PU).

I primi 1.400 metri del tracciato stradale corrono lungo il fondovalle del torrente S. Antonio secondo la direzione SO-NE per poi piegare nettamente verso Est in prossimità di Mercatello. L'aggiramento dell'abitato ed il superamento dei rilievi a sud di esso avvengono mediante un tratto in galleria lungo 2'400 metri circa. All'uscita della galleria il tracciato entra nella valle del fiume Metauro, che percorre per circa 700 metri nella direzione SO-NE fino al termine del Lotto in oggetto.

Relativamente all'andamento del tracciato, esso inizia dalla rotatoria che lo riammaglia con la strada locale via 'Ca Lillina e si sviluppa verso Ovest con un rettilineo di L=157,00 m in un corridoio pressoché obbligato, in un piccolo abitato locale alla periferia del paese; piega verso destra con una curva di R= 900,00 e prosegue con una sequenza di altre due curve da R=1050,00 m e R= 1280,00 m per poi proseguire con un rettilineo da 640,00 m e piega verso sinistra che si innesta nella rotatoria di progetto prevista sulla SS73bis.

Dal punto di vista altimetrico il tracciato si compone di livellette e raccordi verticali convessi e concavi. Il valore massimo delle pendenze sulle livellette è pari al 4.94% mentre i raggi minimi sono pari a R=1450m (concavo in approccio alla rotatoria); R=15500m (concavo) R=15000m (convesso).

Inoltre è presente uno svincolo in rotatoria per il collegamento dell'asse di progetto alla SS73bis posta a progressiva 4+108,55 ed è caratterizzata dalla presenza di 3 rami di convergenza e diametro esterno di 50,00 m.

Tutti gli elementi di tracciato sono stati previsti in modo che lo stesso possa essere adeguato alla predisposizione plano-altimetrica futura ad una categoria tipo B.

Il tracciato di progetto è costituito dalle seguenti opere principali:

- N. 1 Rotatoria
  - SV.01 Rotatoria (fine lotto) al km 4+108,00;
- N. 2 Gallerie Naturali
  - GN.01 – Galleria Naturale Mercatello 1 - dal km 1+357,93 al Km 1+572,76
  - GN.02 – Galleria Naturale Mercatello 2 – dal Km 1+750,23 al km 2+492,58
- N. 2 Gallerie Artificiali
  - GA.01 – Galleria Artificiale – dal Km 1+320,51 al Km 1+357,93
  - GA.02 – Galleria Artificiale – dal Km 1+572,76 al Km 1+597,27
  - GA.03 – Galleria Artificiale – dal Km 1+713,62 al Km 1+750,23
  - GA.04 – Galleria Artificiale – dal km 2+492,58 al Km 2+502,79
- N.3 Sottovia:
  - ST.01 – SOTTOVIA al Km 0+164,68
  - ST.02 – SOTTOVIA al Km 0+655,24
  - ST.03 – SOTTOVIA al Km 3+055.06

- N. 2 Viadotti
  - VI.01 – Viadotto S. Antonio dal Km 1+025,00 al Km 1+159,79
  - VI.02 – Viadotto Romito dal Km 2+502,79 al Km 2+556,50
- N. 10 Tombini idraulici
  - TO.01 – Tombino 2,00x2,00 al km 0+017,80
  - TO.02 – Tombino 2,00x2,00 al Km 0+155,30
  - TO.03 – Tombino 2,00x2,00 al Km 0+319,45
  - TO.04 – Tombino 2,00x2,00 al Km 0+763,43
  - TO.05 – Tombino 2,00x2,00 al Km 1+648,00
  - TO.06 - TOMBINO ø1500 pk. 2+782.60
  - TO.07 – Tombino 2,00x2,00 al Km 3+104,00
  - TO.08 – Tombino 2,00x2,00 al Km 3+250,00
  - TO.09 – Tombino 2,00x2,00 al Km 3+452,47
  - TO.10 – Tombino 2,00x2,00 al Km 3+775,00
- N. 6 opere di sostegno
  - OS.01 Paratia dal km 2+577,60 al km 2+664,20
  - OS.02 Paratia dal km 3+820,00 al km 3+985,58
  - OS.03 Muro in c.a. dal Km 0+279,38 al Km 0+326,90
  - OS.04 Muro in c.a. dal Km 1+193,40 al km 1+279,40
  - OS.05 Muro in c.a. dal Km 2+675,00 al Km 2+775,00
  - OS.06 Muro in c.a. dal km 3+515,00 al km 3+625,00
- N. 8 Vasche di prima pioggia
- N.10 Viabilità secondarie.

Nei capitoli che seguono si riporta una descrizione sintetica delle opere in progetto.

### 2.3. SEZIONI TIPO

L'infrastruttura è stata progettata in conformità alle vigenti "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", D.M. 5 Novembre 2001, con riferimento alla sezione tipo C1 "strade extraurbane secondarie" per quanto riguarda l'asse principale e con riferimento alla sezione tipo F2 "strade extraurbane locali" per quanto riguarda i rami di innesto sulla rotonda.

La sezione stradale prevista, sezione tipo C1, è prevista a falda singola in previsione di un futuro adeguamento del tracciato ad una categoria B.

Categoria funzionale	Tipo	Vp min [km/h]	Vp max [km/h]	Piattaforma
Strada Extraurbana Secondaria	C1	60	100	

Figure 2-1 Sezione tipo C1 - D.M. 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"

#### 2.3.1. ASSE PRINCIPALE

La sezione stradale dell'asse principale è composta da due corsie da 3,75 m con banchine laterali da 1,50 m, per una larghezza complessiva di carreggiata pari a 10,50 m. Nei tratti in sede naturale gli elementi marginali sono costituiti, in rilevato, da un arginello da 2,00 m e in trincea da una cunetta alla francese da 1 m.

ASSE PRINCIPALE IN RILEVATO – CATEGORIA C1  
SCALA 1:100

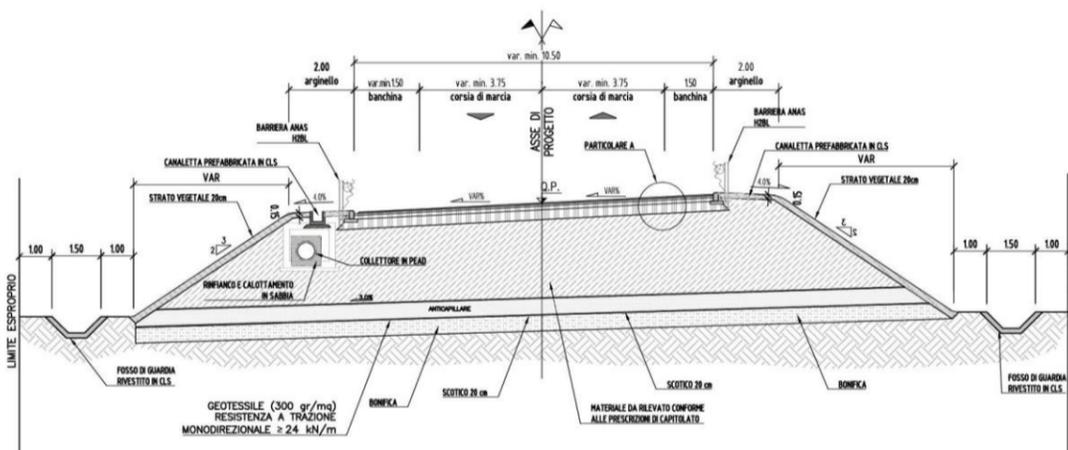


Figure 2-2

PROGETTAZIONE ATI:

In rettilineo la sezione stradale è sagomata a falda singola (come descritto in precedenza), con pendenza trasversale del 2.5% per lo smaltimento delle acque meteoriche. In curva la pendenza trasversale, dipendente dalla velocità di progetto, è stata ricavata utilizzando l'abaco di normativa. Il passaggio graduale da una pendenza ad un'altra avviene lungo le curve di raccordo.

ASSE PRINCIPALE IN SCAVO – CATEGORIA C1  
SCALA 1:100

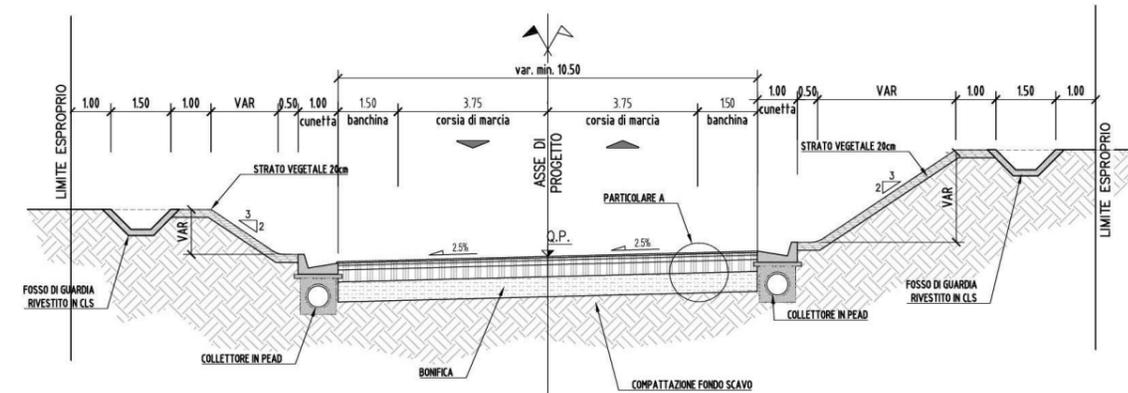


Figure 2-3

Per le scarpate dei rilevati è prevista una pendenza 2/3, con eventuale banca intermedia dopo 5 m di altezza dall'arginello, in caso di altezze superiori a 6 m. Per le scarpate in scavo è prevista una pendenza di 2/3.

#### 2.3.2. RAMI SECONDARI DELLA ROTATORIA

Per i rami secondari e le deviazioni delle provinciali si prevede una sezione stradale ad unica carreggiata da 6,5 m, composta da due corsie da 2,75 affiancate da banchine da 0,50 m, con elementi marginali costituiti da arginello da 2,00 m in rilevato o da cunetta alla francese da 1,00 m in scavo.

Per le scarpate dei rilevati è prevista una pendenza 2/3, con eventuale banca intermedia dopo 5 m di altezza dall'arginello, in caso di altezze superiori a 5 m. Per le scarpate in scavo è prevista una pendenza di 2/3.

#### 2.3.3. VIABILITÀ LOCALE

Il tracciato di progetto interferisce con il tracciato di via 'Ca Lillina, che rappresenta l'unico collegamento dell'abitato periferico con l'agglomerato di Mercatello. La sezione prevista è una categoria F2 solamente nel breve tratto in variante all'attuale asse viario, con una carreggiata di 6,5 m composta da due corsie da 3,25 m ed una banchina da 1,0 m.

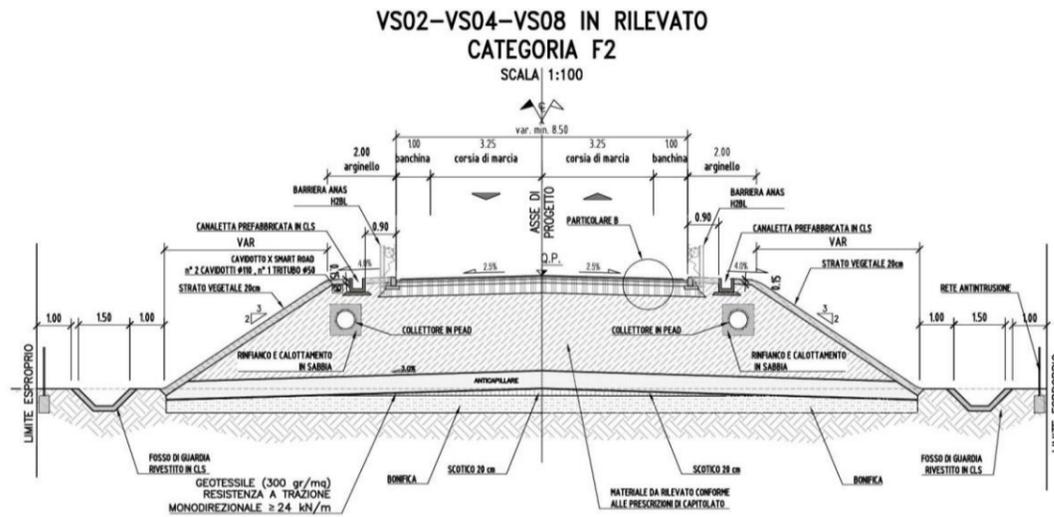


Figure 2-4

VS02-VS04-VS08 IN SCAVO  
CATEGORIA F2  
SCALA 1:100

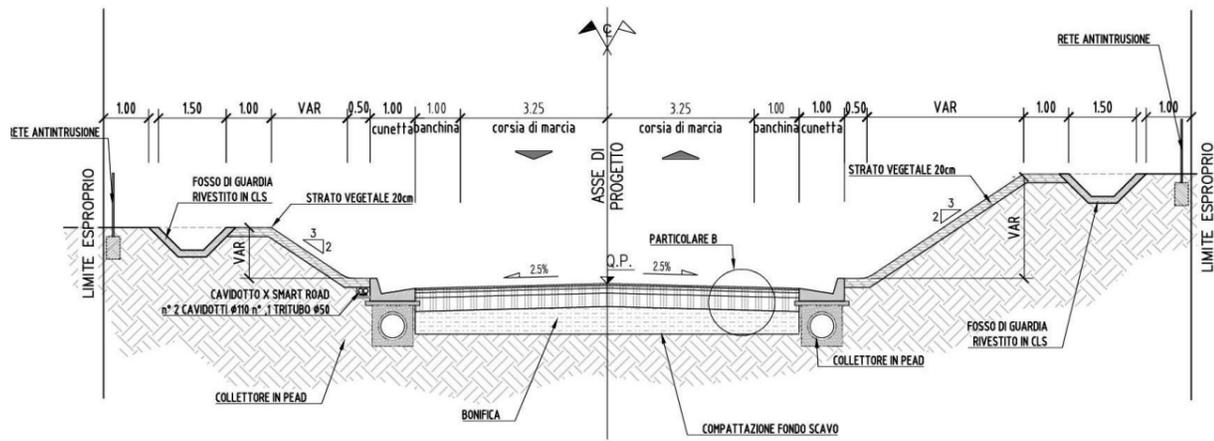


Figure 2-5

### 2.3.4. LE STRADE INTERPODERALI

Le strade interpoderali sono previste ad unica carreggiata da 6,0 m, composta da due corsie da 2,75 affiancate da banchine da 0,25 m, con elementi marginali costituiti da arginello da 1 m in rilevato o da cunetta alla francese da 1,0 m in scavo. Altre strade minori sono previste di larghezza 4,0 m, con arginello da 0,50 m in rilevato o cunetta triangolare in scavo.

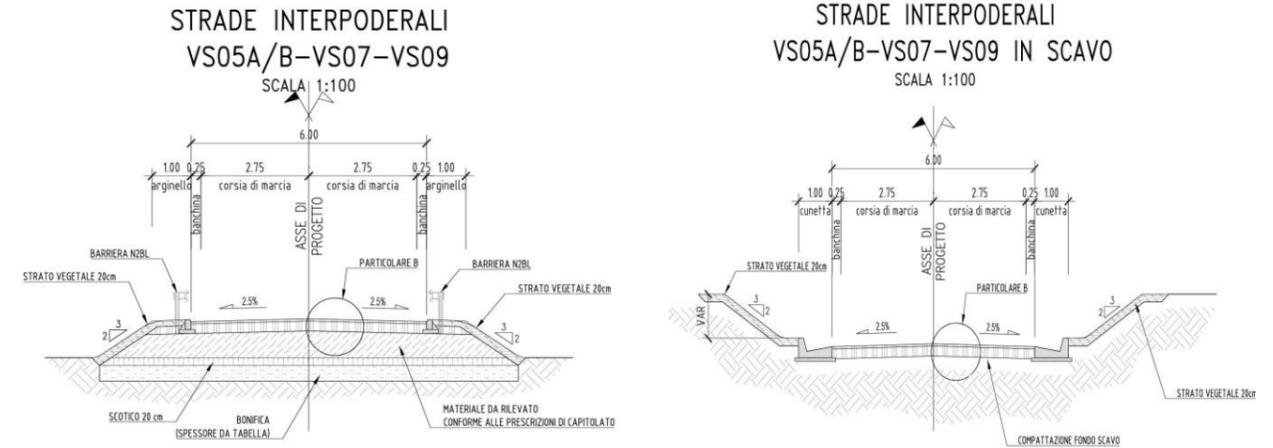


Figure 2-6

### 2.3.5. ROTATORIA

Per la nuova rotatoria si prevede un anello giratorio di larghezza pari a 6,00 m, banchina interna ed esterna da 0,65m per una larghezza totale pari a 9,00m. Si prevedono inoltre all'esterno della rotatoria gli stessi elementi marginali e scarpata previste nei rami in ingresso.

ROTATORIA CONVENZIONALE  
SCALA 1:100

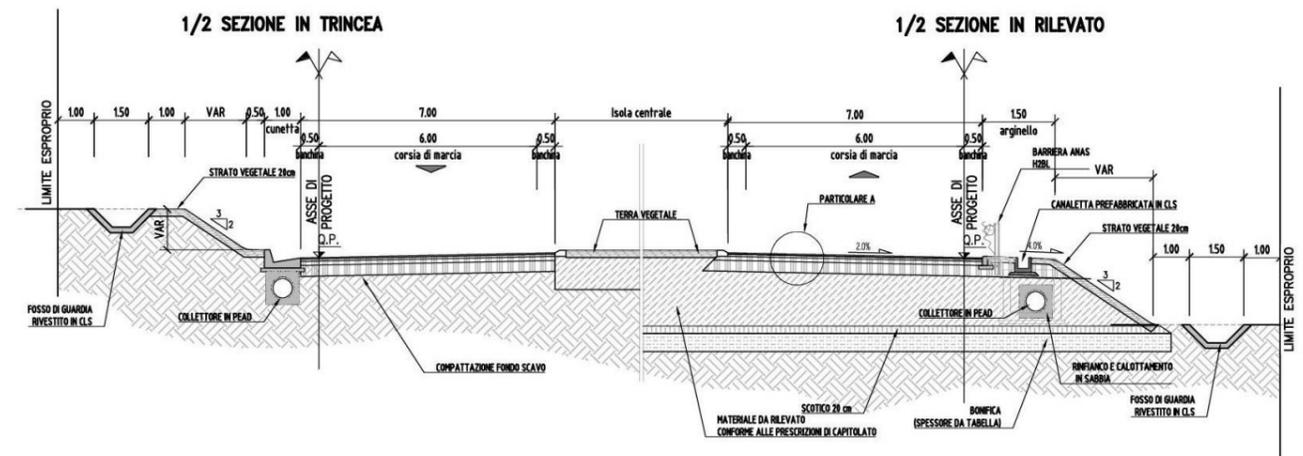


Figure 2-7

### 2.3.6. OPERE D'ARTE

I viadotti sono realizzati in struttura mista Acciaio-calcestruzzo e conservano le larghezze delle corsie e delle banchine caratteristiche del tipo di strada in progetto. A margine della banchina è inserito almeno un cordolo di larghezza pari a 75 cm sul quale è installata la barriera di sicurezza metallica.

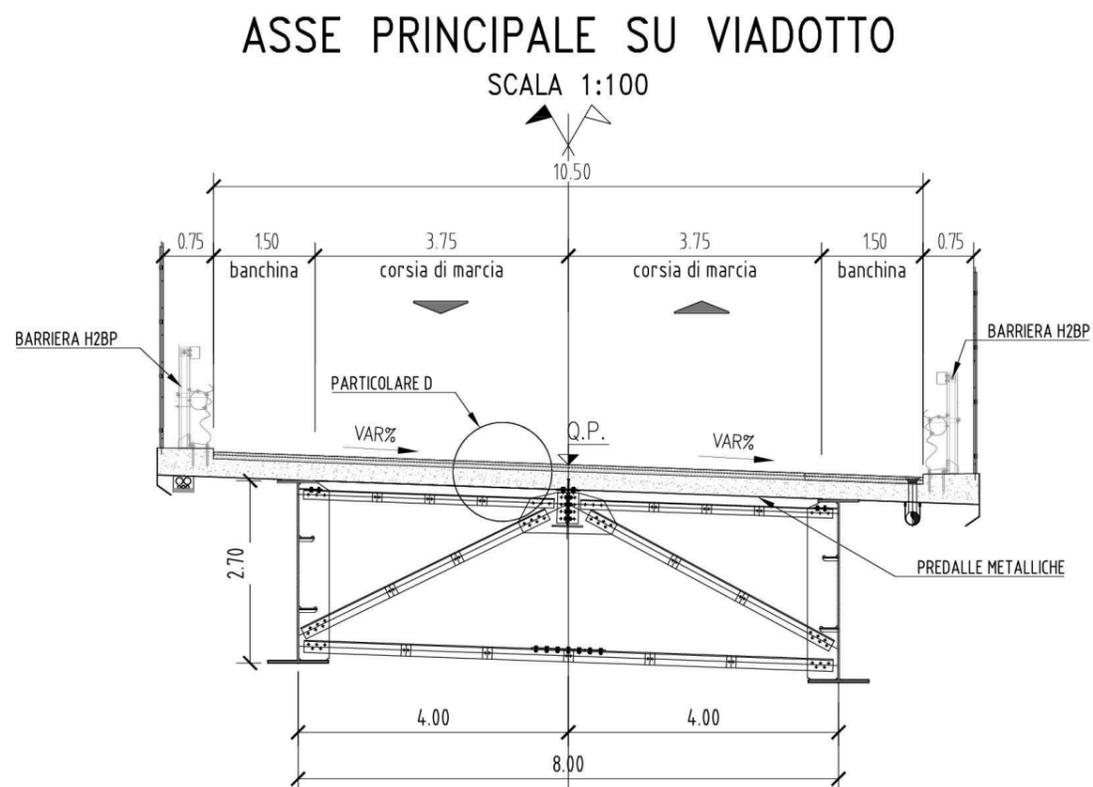


Figure 2-8

La sezione prevista per le gallerie naturali presenta una geometria d'intradosso del rivestimento della galleria atta a contenere integralmente un cunicolo di evacuazione rispondente a quanto previsto dalle "Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali secondo la normativa vigente" (L.G. ANAS 2009). Il cunicolo di emergenza è stato previsto sotto la carreggiata stradale.

#### 2.3.6.1. Opere d'arte maggiori - Gallerie

All'interno del progetto sono presenti due gallerie:

- Galleria Mercatello 1
- Galleria Mercatello 2 .

Le sezioni tipo *standard* delle gallerie prevedono una carreggiata costituita da due corsie di larghezza pari a 3.75 m ciascuna, una banchina in destra di larghezza 1.50 m e una banchina in sinistra di larghezza 1.50 m.

La sagoma interna di questa sezione, riportata di seguito, presenta una geometria con raggio di calotta pari a 6.45 m (con piano dei centri a +1.40 m dalla Q.P.), e raggio dell'arco rovescio pari a 15.18 m.

PROGETTAZIONE ATI:

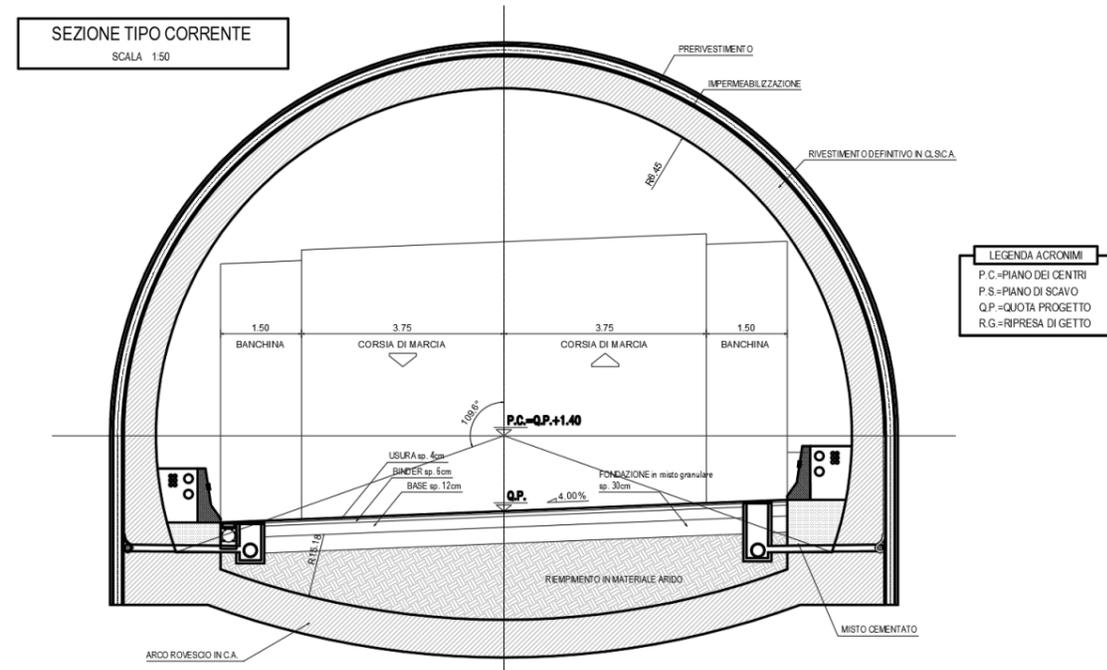


Figure 2-9 Sezione tipo corrente.

Tale sezione è applicata all'interno della galleria Mercatello 1 per l'intero sviluppo, e per la galleria Mercatello 2 dalla pk 2+195 alla pk 2+495.

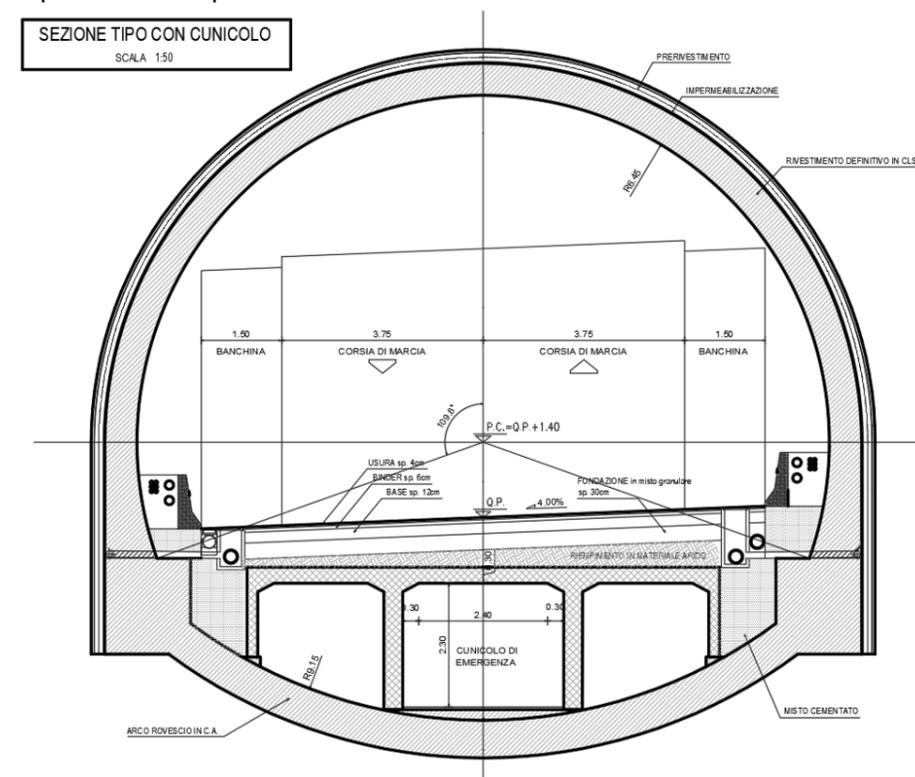


Figure 2-10 Sezione tipo corrente.

Per la galleria Mercatello 2, dalla pk 1+700 alla pk. 2+195 è presente un cunicolo di sicurezza posto al di sotto della sede stradale, come da documento ANAS “Linee Guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali secondo la normativa vigente”.

La sagoma interna di questa sezione presenta una geometria con raggio di calotta pari a 6.45 m (con piano dei centri a +1.40 m dalla Q.P.), e raggio dell'arco rovescio pari a 9.15 m.

La galleria Mercatello 1 è compresa tra le progressive pk 1+326 e pk 1+610 per una lunghezza totale di 284 m ed è costituita da 1 tratto in naturale e da 2 tratti in artificiale, in corrispondenza degli imbocchi. La copertura massima è dell'ordine di circa 50 m.

La galleria Mercatello 2 è compresa tra le progressive pk 1+710 e pk 2+495.0 per una lunghezza totale di 785 m ed è costituita da 1 tratto in naturale e da 2 tratti in artificiale, in corrispondenza degli imbocchi. La copertura massima è dell'ordine di circa 70 m.

Nelle figure seguenti si riportano degli stralci planimetrici delle due gallerie:

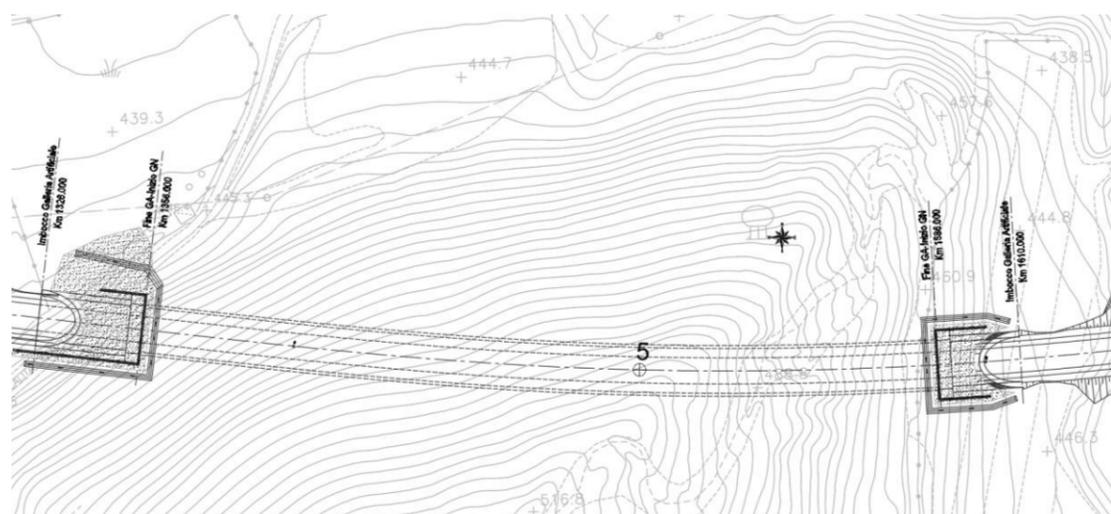


Figure 2-11 Stralcio planimetrico della galleria "Mercatello 1"

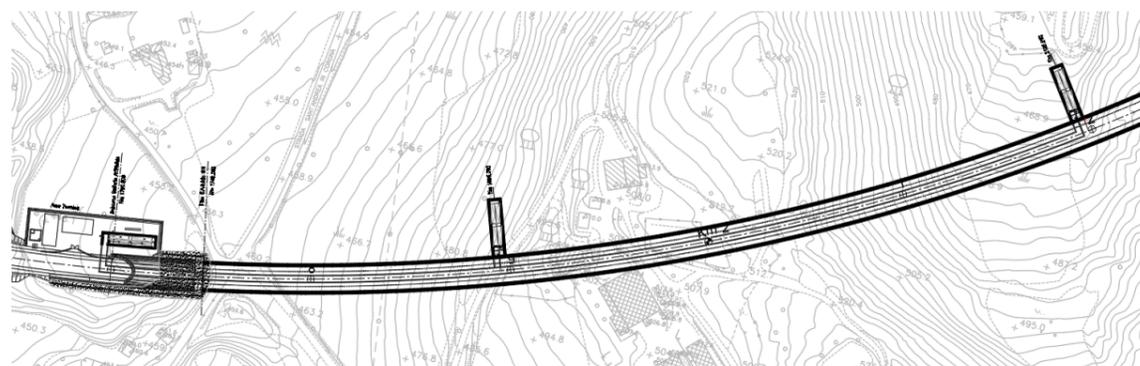


Figure 2-12 Stralcio planimetrico della galleria "Mercatello 2" – 1° parte



Figure 2-13 Stralcio planimetrico della galleria "Mercatello 2" – 2° parte

Le quattro gallerie naturali previste in progetto saranno scavate con il metodo di scavo tradizionale.

In presenza di ammassi poco fratturati, e solo in caso di applicazione della sezione tipo A1, lo scavo potrà avvenire mediante abbattimento della roccia con esplosivo.

Per quanto riguarda tutte le altre tratte delle gallerie, e per le sezioni tipo B0, B0v e C1, dove lo scavo avviene in ammassi rocciosi fratturati ed in terreni (C1), l'abbattimento della roccia sarà avverrà mediante mezzi meccanici.

### 2.3.6.2. Viadotto S. Antonio

L'andamento planimetrico dell'opera è curvilineo, con raggio di circa 962m. La sezione trasversale dell'opera è costituita da una sede carrabile di 11.97m per la spalla A e di 11.57 per la spalla B, e da due cordoli esterni di larghezza di 0.75m ognuno.

Il viadotto, di lunghezza complessiva pari a 120.00m, è continuo e costituito da 3 campate con luci pari a 36.00m, 48.00m e 36.00m. L'asse di progetto sovrappassa il fiume Metauro con la campata P1-P2 di luce 48m.

La viabilità in progetto al di sopra del viadotto è una strada di categoria C1 composta da due corsie di larghezza 3.75m e da banchine di larghezza pari a 1.50m, con andamento planimetrico parzialmente in curva e parzialmente in clotoide nel tratto interessato dal manufatto. È presente in destra un allargamento per la visibilità di larghezza variabile da 1.47m a 1.06m.

La sezione trasversale dell'opera è costituita da una sede carrabile di 10.50m, dall'allargamento per la visibilità e da due cordoli esterni di larghezza pari a 0.75m. L'impalcato risulta quindi di larghezza complessiva variabile da 13.06m a 13.47m.

L'impalcato è della tipologia mista "acciaio-calcestruzzo" costituito da 3 travi a "doppio T" in acciaio di altezza variabile poste ad interasse pari a 4.00m e soletta in calcestruzzo armato gettato in opera, di spessore pari a 0.25m.

Le pile sono a fusto circolare di diametro 3m con pulvino rettangolare a sezione variabile. Le dimensioni in altezza delle pile sono determinate dall'andamento altimetrico del tracciato stradale e dallo spessore dell'impalcato. La pila 1 presenta pertanto altezza pari a 5.90m mentre la pila altezza ha un'altezza totale di 8.30m. Il plinto di fondazione ha una lunghezza di 6.80m, una larghezza di 8.60m e un'altezza di 1.80m. Il plinto poggia su 20 micropali di diametro 45cm con camicia metallica di 298.5mm sp.20mm, posti ad interasse 1.80m in entrambe le direzioni.

Il sistema di vincolamento previsto per il cavalcavia è costituito da dispositivi di appoggio ed isolamento sismico in elastomero armato. Tali dispositivi, essendo caratterizzati da un ridotto valore della rigidità orizzontale, garantiscono un disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura rispetto a quello del terreno ed una conseguente riduzione della risposta sismica della struttura; inoltre tali dispositivi sono dotati di una certa capacità dissipativa in funzione della miscela elastomerica utilizzata, indispensabile per minimizzare gli spostamenti della struttura isolata.

Le spalle dell'opera, realizzate in conglomerato cementizio armato, presentano un plinto di forma rettangolare attestato su una palificata di fondazione costituita da micropali Ø450 mm. Lo sviluppo dell'elevazione è costituito da un fusto, dal superiore paraghiaia e da idonei muri di risvolto e orecchie atti a gestire il retrostante corpo del rilevato.

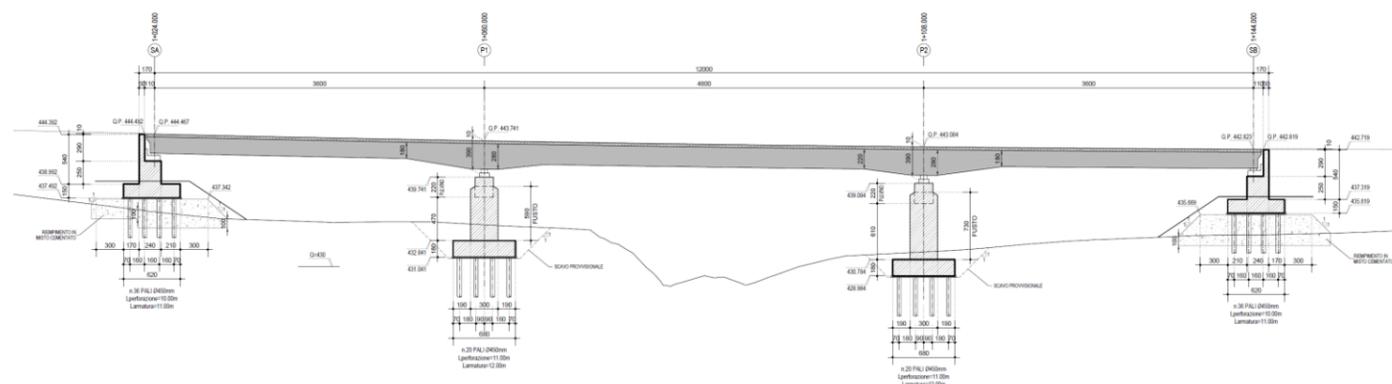


Figure 2-14 Sezione longitudinale lungo asse tracciamento

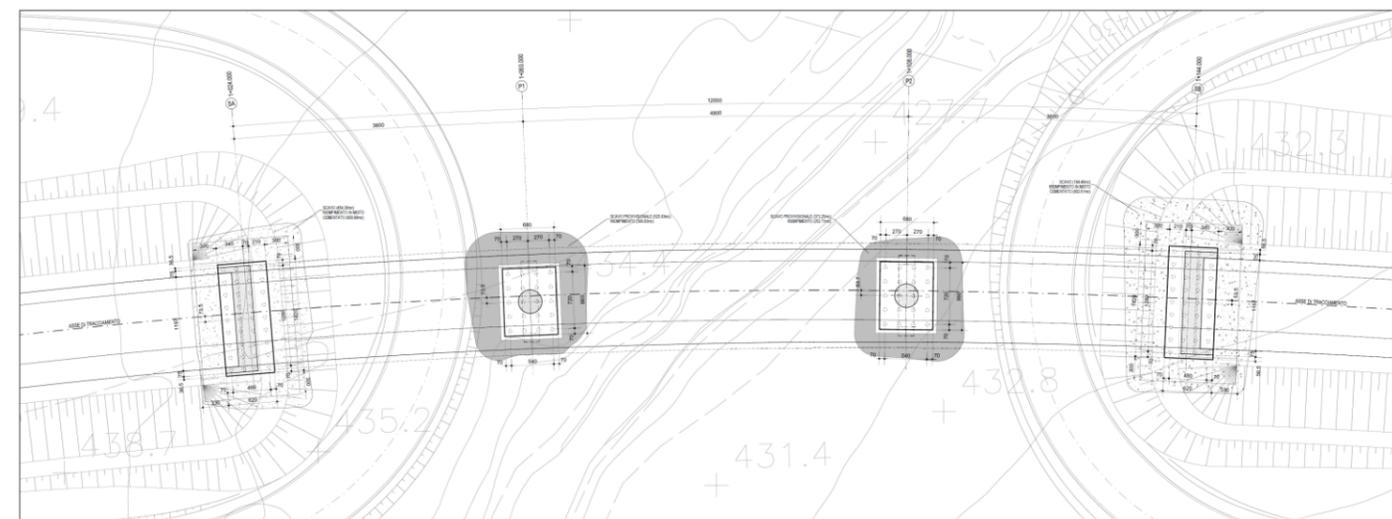


Figure 2-15 Pianta fondazioni 1:200

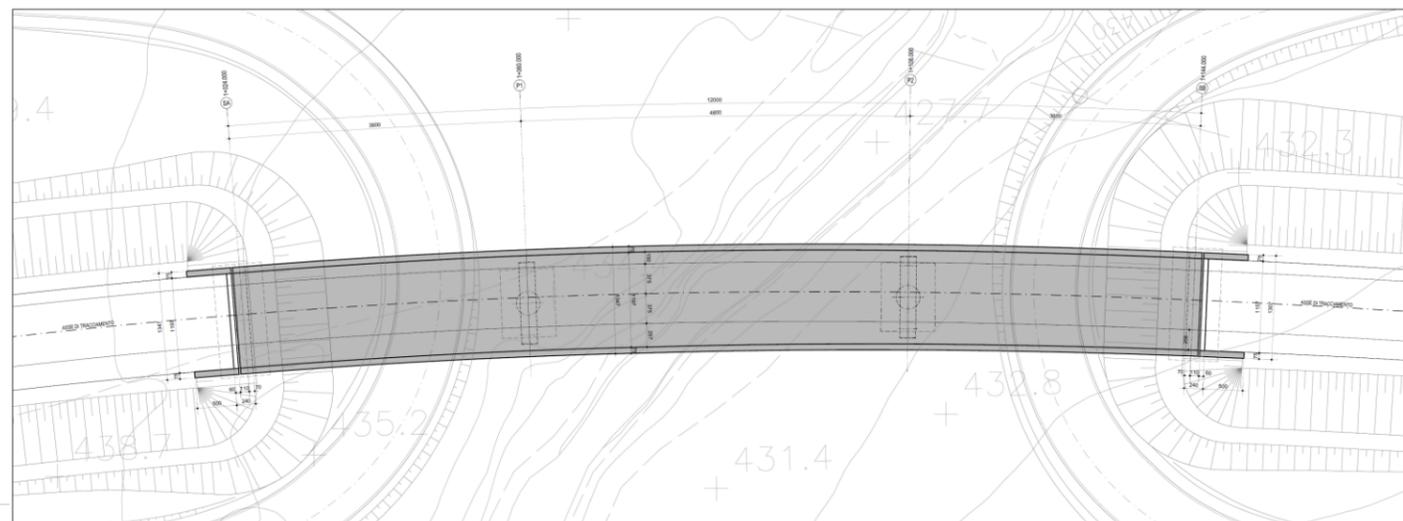


Figure 2-16 Pianta impalcato

### 2.3.6.3. Viadotto Romito

L'andamento planimetrico dell'opera è curvilineo, con raggio di circa 1280m. La sezione trasversale dell'opera è costituita da una sede carrabile di 10.50m, e da due cordoli esterni di larghezza di 0.75m ognuno.

Il viadotto è costituito da un'unica campata di luce pari a 56.00m. L'asse di progetto sovrappassa la strada Località Romito e l'avvallamento adiacente.

La viabilità in progetto al di sopra del viadotto è una strada di categoria C1 composta da due corsie di larghezza 3.75m e da banchine di larghezza pari a 1.50m, con andamento planimetrico in curva (raggio pari a m 1280 circa) nel tratto interessato dal manufatto.

La sezione trasversale dell'opera è costituita da una sede carrabile di 10.50m e da due cordoli esterni di larghezza pari a 0.75m. L'impalcato risulta quindi di larghezza complessiva pari a 12.00m.

L'impalcato è della tipologia mista "acciaio-calcestruzzo" costituito da 3 travi a "doppio T" in acciaio di altezza variabile e soletta in calcestruzzo armato gettato in opera di spessore di 0.25m.

Il sistema di vincolamento previsto per il cavalcavia è costituito da dispositivi di appoggio ed isolamento sismico in elastomero armato. Tali dispositivi, essendo caratterizzati da un ridotto valore della rigidità orizzontale, garantiscono un disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura rispetto a quello del terreno ed una conseguente riduzione della risposta sismica della struttura; inoltre tali dispositivi sono dotati di una certa capacità dissipativa in funzione della miscela elastomerica utilizzata, indispensabile per minimizzare gli spostamenti della struttura isolata.

Le spalle dell'opera, realizzate in conglomerato cementizio armato, presentano un plinto di forma rettangolare attestato su una palificata di fondazione costituita da micropali Ø450 mm. Lo sviluppo dell'elevazione è costituito da un fusto, dal superiore paraghiaia e da idonei muri di risvolto e orecchie atti a gestire il retrostante corpo del rilevato.

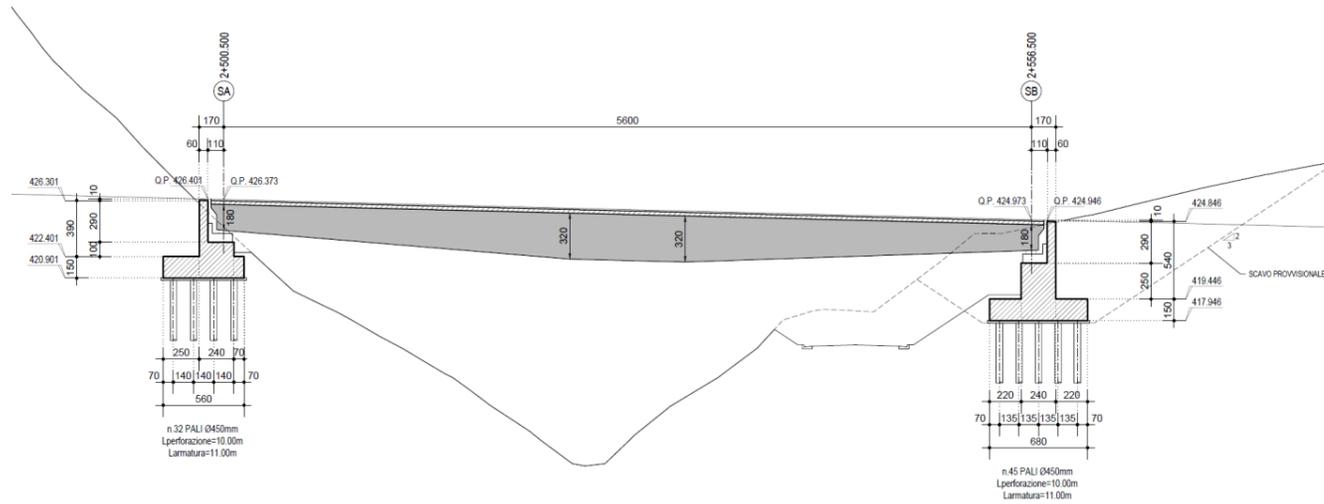


Figure 2-17 Sezione longitudinale lungo asse tracciamento

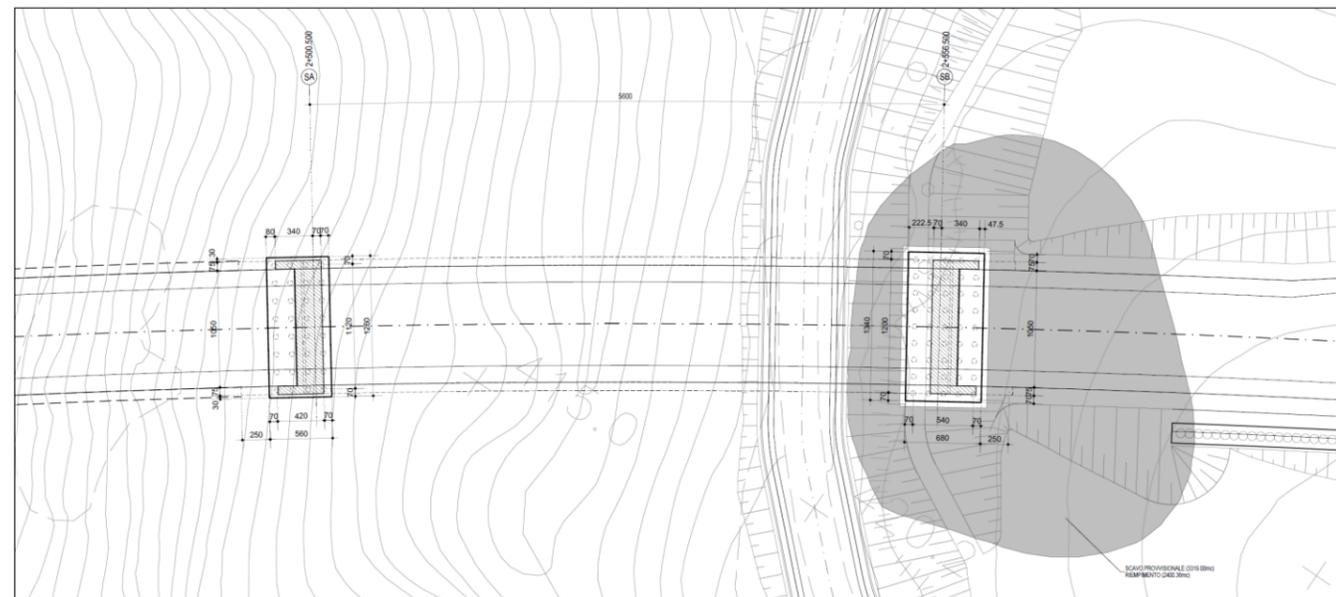


Figure 2-18 Pianta fondazioni

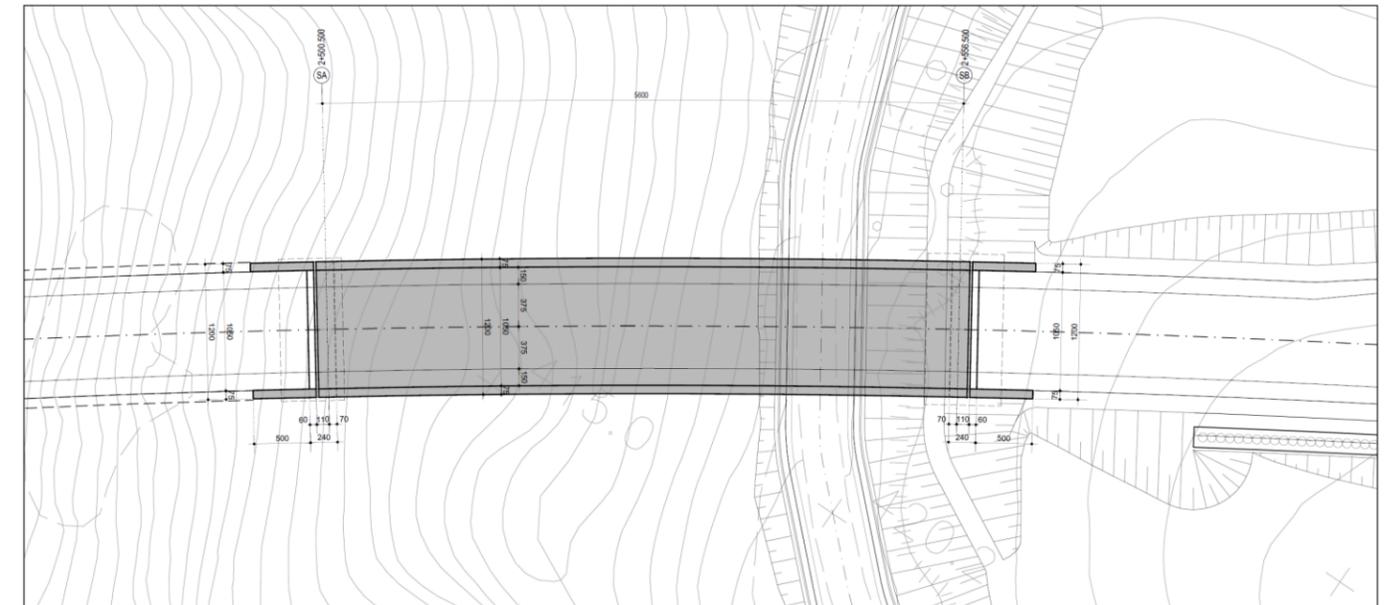


Figure 2-19 Pianta impalcato

#### 2.4. OPERE D'ARTE MINORI

Come anticipato nel cap. 2.2, per limitare il consumo di suolo derivante dallo sviluppo delle scarpate nelle sezioni in scavo del tracciato sono state previste palificate tirantate

- OS01 prog. 2+577,7 in dx
- OS02 prog. 3+820 in dx

Lungo il tracciato sono previsti quattro muri di sottoscampa per il contenimento del rilevato stradale.

- OS03 prog. 0+279,38 in dx
- OS04 prog. 1+193,4 in sx
- OS05 prog. 2+675 in sx
- OS06 prog. 3+515 in sx

Per il riattamento della viabilità locali, dove interferente con il tracciato sono stati previsti sottopassi scatolari in ca.

- ST01 prog. 0+164,7
- ST02 prog. 0+655
- ST03 prog. 3+055,6.

## 2.5. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ DI PROGETTO

Il diagramma delle velocità di progetto definito per ogni asse è stato redatto secondo le modalità riportate nel D.M. 05/11/2001 che prevede la scomposizione del tracciato in elementi a curvatura costante (curve circolari e rettili) considerando i tratti a curvatura variabile (clotoidi) appartenenti al rettili.

La normativa ipotizza un'accelerazione e una decelerazione per il veicolo medio pari a  $0.8 \text{ m/s}^2$  utilizzate lungo i tratti rettilinei quando uscendo da una curva circolare ha la possibilità di aumentare la sua velocità, eventualmente raggiungendo il valore massimo, mentre in prossimità della curva successiva decelera per giungere su essa alla velocità determinata dall'abaco dell'equilibrio dinamico mantenendola costante per tutto lo sviluppo dell'elemento circolare.

Per quanto riguarda il diagramma di velocità e le relative verifiche è stata imposta una velocità di percorrenza della rotatoria stesse pari a  $30 \text{ km/h}$  mentre è stata lasciata libera la velocità al di fuori delle stesse considerando come da norma una accelerazione ed una decelerazione pari a  $0.8 \text{ m/s}^2$ .

Queste ipotesi comportano la necessità di segnalare in modo appropriato la presenza della rotatoria finali in quanto comportano una forte riduzione delle velocità, ma non prevedono nessun segnale di limite di velocità lungo il tracciato

### 2.5.1. ASSE PRINCIPALE

Lungo il tracciato è prevista un'unica rotatoria nel tratto finale prima della quale si raggiunge la velocità massima di  $100 \text{ km/h}$  prevista per le strade tipo C1.

Nel suo complesso il tracciato in esame, per entrambi i sensi di circolazione, può ritenersi omogeneo in termini di verifica dei gradienti di velocità tra tratti adiacenti ( $V_{pi} - V_{pi+1} < \Delta V_p$ ), in quanto risultano rispettati i gradienti di velocità di cui al par. 5.4.4 del D.M. 05.11.2001.

Il tratto in approccio alla rotatoria la velocità si riduce raggiungendo quella di percorrenza della rotatoria stesse pari a  $30 \text{ km/h}$ ; tale scenario risulta compatibile con il comportamento dell'utente stradale in approccio alla rotatoria in quanto, a seguito della segnalazione della presenza dell'intersezione stessa, quest'ultimo tenderà a decelerare progressivamente per poter compiere la manovre di ingresso sull'anello, mentre assumerà la velocità di percorrenza della rotatoria per compiere la manovre di uscita dall'anello.

Per ulteriori dettagli relativi all'andamento del diagramma di velocità in relazione all'andamento planimetrico dell'asse principale e dei rami d'innesto alla rotatoria si rimanda agli elaborati di progetto denominati Diagrammi di velocità e visuale libera diretta.

### 2.6. PIAZZOLE DI SOSTA

Lungo il tracciato sono state inserite, come previsto dalla normativa delle piazzole di sosta ad una distanza pari a circa  $1 \text{ km}$ . Le piazzole di sosta avranno dimensioni trasversali, oltre la banchina, di  $3,50 \text{ m}$  e lunghezza totale di  $65 \text{ m}$  ( $20 \text{ m}$  per i tratti di raccordo,  $25 \text{ m}$  il tratto per il ricovero).

Si riporta di seguito la tabella contenete il riepilogo delle piazzole di sosta previste lungo l'asse principale, con indicazione della loro ubicazione e interdistanza:

1	Piazzola di sosta dx	pk 0+229.39
2	Piazzola di sosta sx	pk 0+294.47
3	Piazzola di sosta sx	pk 1+205.70
4	Piazzola di sosta dx	pk 1+275.90
5	Piazzola di sosta sx	pk 2+621.00
6	Piazzola di sosta dx	pk 2+719.89

La posizione delle piazzole risulta fortemente vincolata dalla presenza delle gallerie e dalle geometrie stradali. Quelle inserite sono state ubicate in punti del tracciato tali da garantire le migliori condizioni di visibilità possibile.

## 2.7. CARATTERISTICHE PROGETTUALI E VERIFICHE ROTATORIA

Per la progettazione geometrica delle rampe di svincolo è stato seguito il DM 19-04-2006, "Norme funzionali e Geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

### 2.7.1. VERIFICHE ROTATORIA DI PROGETTO

#### 2.7.1.1. Verifica angolo di deviazione

Si riportano di seguito le verifiche geometriche per la rotatoria in progetto previste al paragrafo 4.5.3. del D.M. 19.04.2006 relativo alle intersezioni.

Come si rileva dalle figure di seguito riportate per entrambe la rotatoria l'angolo di deviazione risulta sempre superiore a  $45^\circ$ , in linea con quanto suggerito dalla su citata norma.



Figure 2-20

#### 2.7.1.2. Verifiche visibilità

Di seguito le verifiche di visibilità previste al paragrafo 4.6 del D.M. 19.04.2006 relativo alle intersezioni.

Come si rileva dalla figura di seguito riportata per la rotatoria in progetto le verifiche di visibilità risultano soddisfatte, in quanto si garantisce il mantenimento di una zona completamente libera da ostacoli sulla

sinistra della corsia di immissione in rotatoria e per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, necessaria ad assicurare ai conducenti che si approssimano alla rotatoria la possibilità di vedere i veicoli che percorrono l'anello giratorio, al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi.

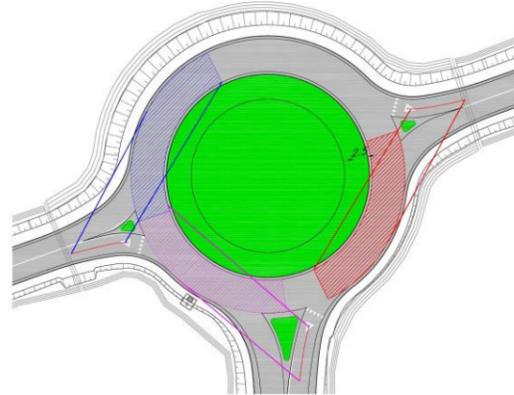


Figure 2-21

## 2.8. PAVIMENTAZIONI

Il metodo utilizzato per il calcolo della sovrastruttura stradale è di tipo empirico – statistico e si avvale dell'esperienza acquisita negli anni nel settore delle costruzioni di pavimentazioni, allo scopo di individuare la tipologia della sovrastruttura in grado di supportare al meglio gli spettri di traffico previsti su di questa, attraverso l'utilizzo del *Catalogo delle Pavimentazioni Stradali* e dell'*AASHTO Guide*.

Consultando le tabelle del catalogo delle pavimentazioni stradali, in funzione del numero di veicoli commerciali transitati al ventesimo anno della vita utile della sovrastruttura ed in funzione del modulo resiliente  $M_r$  del sottofondo, è stata individuata una pavimentazione di tipo flessibile costituita dai primi tre strati di usura, collegamento e base in conglomerato bituminoso rispettivamente dello spessore di 4, 6 e 15 cm. Per la fondazione è stato previsto uno strato di misto granulare dello spessore di 25 cm.

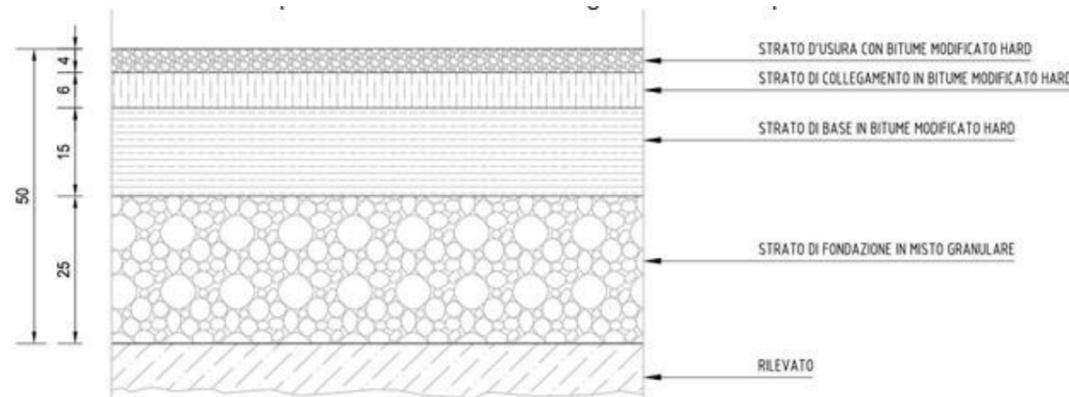


Figure 2-22

## 2.9. SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE

Il progetto della segnaletica stradale ha per oggetto la definizione e il posizionamento di tutti gli elementi orizzontali (strisce di delimitazione della carreggiata, delle corsie, ecc.) o verticali (cartelli di pericolo e prescrizione, pannelli laterali o a portale di indicazione) di ausilio agli utenti stradali per una corretta e sicura fruizione del tratto autostradale.

La progettazione della segnaletica è stata redatta in conformità alle normative vigenti di seguito elencate:

- Nuovo Codice della Strada di cui al D.lgs. n. 285 del 30 aprile 1992 e successivi aggiornamenti ed integrazioni;
- Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada di cui al D.P.R. n. 495 del 16 dicembre 1992;
- Direttiva n. 1156 del 28 febbraio 1997 "Caratteristiche della segnaletica da utilizzare per la numerazione dei cavalcavia sulle autostrade e sulle strade statali di rilevanza internazionale".

La **segnaletica orizzontale** costituita da strisce rifrangenti longitudinali o trasversali rette o curve, semplici o affiancate, continue o discontinue, così come riportato nelle tavole di progetto, sarà eseguita con termospruzzato plastico premiscelato con perline di vetro e avranno caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436/98 e a quanto riportato nelle norme tecniche del capitolato speciale d'appalto.

## 2.10. BARRIERE DI SICUREZZA

Per la scelta del dispositivo da utilizzare nel progetto definitivo si fa correttamente riferimento a quanto previsto dal DM 18 feb 1992, n.223 e s.m.i., ed in particolare all'ultimo aggiornamento del 21 giugno 2004. Partendo dai criteri di scelta dei dispositivi in esso contenuti, sono state individuate le zone da proteggere e le tipologie da adottare tenendo conto inoltre delle norme EN 1317 per definire le caratteristiche prestazionali delle barriere.

Il tipo di traffico è pertanto, ai sensi dell'art.6 del citato DM "tipo II".

A questo tipo di traffico per una strada extraurbana secondaria corrisponde l'impiego delle seguenti classi minime di Livello di Contenimento in funzione della destinazione: Barriera bordo laterale H1 e Barriera bordo ponte H2.

Partendo da questi valori minimi si sono adottate le tipologie di seguito descritte.

### Asse principale, rami di approccio e rotatoria:

- Bordo laterale Tipo ANAS con Livello di contenimento H2 e larghezza Utile  $\leq W5$  (in acciaio)
- Bordo Ponte Tipo ANAS con Livello di contenimento H2 e larghezza Utile  $\leq W5$  (in acciaio)
- Profilo redirettivo in cls di tipo new Jersey all'interno ed in approccio alle gallerie.

### Strade interpoderali:

Le deviazioni della viabilità locale sono interventi di modesta estensione in cui si è cercato di mantenere il calibro della sezione corrente che non consente mai velocità di progetto maggiori di 40 km/h. Per tali motivi, anche in base all'art. 2 del DM 18/2/92, la presenza delle barriere è stata limitata a quelle situazioni di oggettiva pericolosità. In queste zone è stata prevista l'adozione di una barriera bordo laterale commerciale con Livello di contenimento N2.

Nei punti di inizio e fine barriera è stato previsto l'utilizzo di idonei dispositivi terminali semplici; nel passaggio tra barriere bordo ponte e bordo rilevato si prevede di garantirne la continuità strutturale tramite una transizione appositamente progettata di sviluppo almeno pari a 12.5 volte la differenza tra le deformazioni dinamiche delle due barriere accoppiate tenendo debitamente in conto dei moduli minimi di costruzione.

In ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente, nel caso in cui la lunghezza della barriera bordo ponte installata è inferiore a quella effettivamente testata occorrerà raggiungere l'estensione minima attraverso l'installazione di un tratto di dispositivo diverso ma di pari classe.

L'ubicazione, la tipologia e l'estensione dei dispositivi installati sono riportati negli specifici elaborati riguardanti le planimetrie delle barriere di sicurezza.

### 3. GESTIONE DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Il progetto ha approfondito le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale sviluppate nell'ambito degli studi idraulici. Esse dipendono dalle diverse situazioni ed esigenze che si incontrano nello studio della rete drenante e devono soddisfare due requisiti fondamentali:

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque meteoriche evitando il formarsi di ristagni sulla pavimentazione stradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali rispetto alle carreggiate;
- convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito.

Di seguito si descrivono le diverse tipologie di gestione delle acque senza riportare i calcoli per il dimensionamento delle opere per i quali si rimanda all'elaborato di progetto T00ID00IDRRE02A.

#### 3.1. SCHEMA DI DRENAGGIO

Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad esso afferenti ed il loro collettamento ai recapiti finali, costituito da rami di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, senza alterarne in modo significativo l'efficienza idraulica e le condizioni di sicurezza idraulica del territorio limitrofo all'infrastruttura in progetto.

Gli elementi utilizzati per il sistema di drenaggio possono essere suddivisi in base alla loro funzione; in particolare si ha:

Funzione	Componente	Tipologia	T <sub>R</sub> progetto
Raccolta	elementi idraulici marginali	embrici	50 anni
		caditoie	
		cunette triangolari	
Convogliamento	canalizzazioni	fossi di guardia	50 anni
		collettori	

L'elemento di drenaggio da inserire sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione su cui è posto. Questi si possono suddividere in due macro categorie: sezione corrente dell'infrastruttura e sezioni singolari (aree in corrispondenza delle rotatorie). La sezione corrente dell'infrastruttura, per il caso in esame, si divide a sua volta per caratteri costruttivi in:

- sezione in rilevato;
- sezione in trincea;
- sezione in viadotto/cavalcavia.

#### 3.2. ELEMENTI DI RACCOLTA

La piattaforma stradale di progetto è formata da due corsie da 3.75 m più una banchina da 1.50 m per un totale di 10.50 m di carreggiata e presenta una configurazione a doppia falda.

Con riferimento agli elaborati T00 ID 00 IDR PL 01-04 "Planimetria idraulica" e T00 ID 00 IDR DC 01 "Particolari costruttivi idraulici", nonché alle sezioni tipologiche dell'infrastruttura, gli elementi di raccolta si differenziano a seconda della presenza di un tratto in rilevato, in trincea o in cavalcavia.

In particolare, nei tratti in rilevato il sistema di raccolta delle acque afferenti alla piattaforma stradale è costituito dalla cunetta triangolare formata tra il cordolo in bitume e la banchina e da embrici in cls afferenti ad una canaletta in cav idonea a intercettare e convogliare a trattamento le acque di prima pioggia ed eventuali sversamenti accidentali.

Nei tratti in trincea il sistema di raccolta delle acque afferenti alla piattaforma stradale è costituito dalla cunetta triangolare alla francese intervallata da pozzetti con griglia per lo smaltimento delle portate nel sottostante collettore longitudinale.

Le acque meteoriche che dilavano la pavimentazione stradale nei tratti che si sviluppano in viadotto sono infine raccolte a bordo banchina e defluiscono longitudinalmente in una cunetta delimitata lateralmente dal cordolo dell'impalcato ed inferiormente dalla piattaforma stradale; lo smaltimento in questo caso è garantito da un sistema di caditoie grigliate che convoglia le acque meteoriche, tramite bocchettoni Ø160, in un collettore in acciaio zincato longitudinale sospeso al di sotto della soletta.

Al fine di valutare il corretto passo delle caditoie sono stati calcolati gli apporti di pioggia in funzione della larghezza della piattaforma pavimentata e del passo dalle caditoie verificando a capacità di smaltimento di quest'ultime.

### 3.2.1. SISTEMA DI DRENAGGIO – TRATTI IN RILEVATO

Il dimensionamento di questi elementi consiste nello stabilire l'interasse massimo in modo che l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto limitato di banchina delimitata dall'arginello. Per il calcolo della portata massima transitante nella banchina si è utilizzata la formula di Chézy ponendo come parametro di Strickler il valore di 70 m<sup>1/3</sup> / s.

Come ampiezza massima di impegno della banchina per la strada si è considerato B=1.00 m per i tratti in rettilineo e per i tratti in curva.

Adottando l'equazione di Chezy citata nel precedente paragrafo si può ricavare l'altezza idrica corrispondente ad una portata Q prefissata.

La portata massima evacuabile a bordo strada "Q<sub>EV</sub>" ad essa associata funzione delle dimensioni dell'inclinazione longitudinale della piattaforma stradale nel caso in rilevato con arginello viene valutata, per condizioni di moto uniforme, tramite l'impiego della formula di Gauckler-Strickler.

### 3.2.2. SISTEMA DI DRENAGGIO – TRATTI IN TRINCEA

Nei tratti in trincea, si rende necessaria la raccolta delle acque scolanti dalla piattaforma stradale e dalle scarpate laterali. Il drenaggio delle acque avverrà secondo quanto di seguito descritto:

- Raccolta delle acque di piattaforma e della scarpata di scavo mediante cunetta alla francese posta ai lati delle banchine esterne di ciascuna carreggiata;

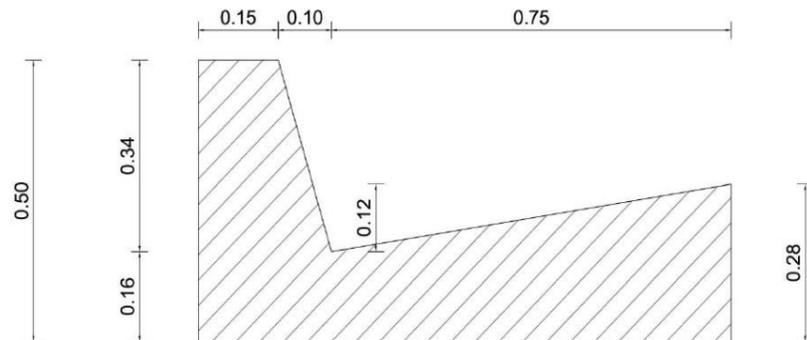


Figura 3-1

- Al di sotto delle cunette vengono poste delle tubazioni in PVC che tramite caditoie grigliate poste in pozzetti in CLS raccolgono i deflussi per poi collettarli ai recapiti finali;
- I pozzetti avranno interasse massimo di 15 m (vedi Tabella 4-4) e saranno del tipo ispezionabile per la manutenzione del collettore. Dove risulta possibile si utilizzerà la cunetta alla francese senza ricorso al collettore interrato.

La portata massima transitante è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 70.

Per il dimensionamento si è considerato un riempimento massimo della canaletta pari ad un tirante di 12 cm.

Il tratto massimo di strada che la cunetta triangolare riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile (riportata nella figura seguente in funzione della pendenza longitudinale) e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza ( $q_0$ ).

Il grafico riporta i valori di portata convogliabile dal sistema cunetta alla francese senza mai invadere la cunetta+corsia al variare della pendenza longitudinale.

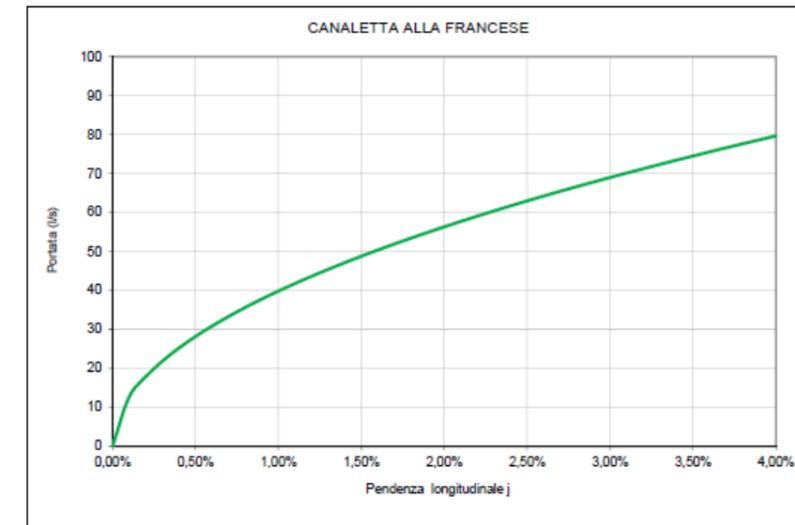


Figura 3-2

### 3.2.3. SISTEMA DI DRENAGGIO – TRATTI IN VIADOTTO

Le acque meteoriche che dilavano la pavimentazione stradale nei tratti che si sviluppano in viadotto sono raccolte a bordo banchina e defluiscono longitudinalmente in una cunetta delimitata lateralmente dal cordolo dell'impalcato ed inferiormente dalla piattaforma stradale. Lo smaltimento è, quindi, garantito da un sistema di caditoie grigliate cm poste ad interasse massimo di 7.5 m che convoglia le acque meteoriche, tramite bocchettoni Ø160, in un collettore in acciaio zincato (di diametro DN 450 e 600 mm) longitudinale sospeso al di sotto della soletta, fissate mediante ancoraggi tipo Halfen (si veda tavola T00 ID 00 IDR DC 01 "Particolari costruttivi idraulici").

Considerando il passo scelto p = 7.5 m e la situazione più critica che si verifica nell'impalcato in curva del ponte S. Antonio dove si drena l'intero impalcato per una larghezza totale 13.47 m si ha una portata massima generata pari a Q<sub>max</sub>= 4.22 l/s.

La verifica dei pluviali ubicati lungo il viadotto in esame viene eseguito considerandoli, a seconda del carico, come soglie sfioranti a pianta circolare o come luci sotto battente.

## 3.3. ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO

### 3.3.1. CONDOTTE IN PEAD CORRUGATO

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo, essi scaricano nei collettori sottostanti. Vengono utilizzate condotte in PEAD corrugato con diametri interni che vanno dal DI 300 mm al DI 800 mm, classe di rigidità anulare SN8, conformi alla norma UNI EN 1401.

Gli elementi sono posti usualmente ad una distanza verticale minima di 0.70 m, misurata dalla superficie pavimentata alla generatrice superiore della tubazione.

Dal momento che la deformazione sotto carico di una tubazione flessibile interrata dipende in modo sostanziale dalle modalità di posa e rinterro, particolare attenzione deve essere posta durante la posa in opera. Il presente progetto prevede: un letto di posa in sabbia ben compattata e livellata, un rinfiacco del tubo in sabbia ben compattata sino a 20 cm sopra la generatrice superiore del tubo, il rinterro di copertura rimanente ben compattato secondo le sezioni tipo di progetto.

Per il dimensionamento idraulico si è considerato il diametro interno riportato in tabella ed un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 90 m<sup>1/3</sup>/s.

DE (mm)	Spessore (mm)	Diametro interno (mm)
350	25	300
465	32.5	400
580	40	500
700	50	600
830	15	800

Tabella 3-1: Diametri interni dei collettori in PEAD SN8 UNI EN 1401

Nel dimensionamento dei collettori si è utilizzata, dove possibile, la pendenza longitudinale stradale.

Per i tratti molto pianeggianti e nel caso in cui il collettore è in contropendenza rispetto alla livelletta stradale si è posta una pendenza minima dello 0,20%. Per evitare che i collettori vadano in pressione, si è considerato un riempimento massimo pari al 50% per Ø ≤ 400 mm con la portata di progetto avente tempo di ritorno di 50 anni 70% per Ø > 400 mm.

Le verifiche eseguite si riportano sotto forma di tabella negli allegati al presente studio.

### 3.3.2. CONDOTTE IN ACCIAIO ZINCATO

Per il convogliamento delle acque di drenaggio che insistono sui tratti dell'intervento in studio che si sviluppano in viadotto, sono state utilizzate tubazioni in acciaio zincato Ø450 e Ø600 ancorate al di sotto dell'impalcato. Per il dimensionamento si sono considerati i diametri riportati in tabella (si veda paragrafo 5.1) ed un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 90 m<sup>1/3</sup>/s. I risultati delle verifiche sono riportati in forma tabellare in allegato.

### 3.3.3. FOSSI DI GUARDIA

I fossi di guardia sono tutti di forma trapezoidale in cav e vengono utilizzati sia quando la sezione stradale è in rilevato che quando si sviluppa in trincea.

- nel primo caso il fosso è posto al piede del rilevato e serve a raccogliere le acque che interessano il rilevato stesso, le aree limitrofe la cui superficie pende verso la sede stradale e a convogliarle verso il recapito finale più vicino;
- nel caso di sviluppo in trincea è posto in testa alla trincea e serve a raccogliere le acque di versante che insistono sulla sede stradale e a convogliarle verso il ricettore finale più vicino.

Il tempo di ritorno di progetto è pari a 50 anni.

Per quanto riguarda il dimensionamento si è considerato un riempimento massimo pari al 90% ed un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 80 m<sup>1/3</sup>/s per le sezioni rivestite in calcestruzzo.

Con riferimento alla tavola T00 ID 00 IDR DC 01 "Particolari costruttivi idraulici", le dimensioni dei fossi trapezoidali sono di tre tipi, con base b = 0.30, 0.50 o 0.70 m, stessi valori di altezza con la sponda inclinata con rapporto 1/1.

PROGETTAZIONE ATI:

### 3.4. VASCHE DI PRIMA PIOGGIA E DI RACCOLTA DEGLI SVERSAMENTI ACCIDENTALI

La superficie della piattaforma stradale rappresenta una sorta di contenitore nel quale si accumulano i prodotti di scarico derivanti dal traffico veicolare.

Il lavaggio effettuato dalle acque meteoriche sulla superficie stradale è chiaramente un processo temporaneo al termine del quale le acque defluenti riassumono caratteristiche di relativa purezza, scaricabili nel corpo idrico ricettore senza timore di inquinare.

A tale scopo, al termine della rete di drenaggio delle acque di piattaforma e subito a monte dello scarico nel mezzo di recapito finale, sono state inserite vasche di prima pioggia.

Inoltre, in caso di sversamento accidentale di fluidi inquinanti (oli e/o carburanti), conseguente ad incidenti stradali, che provocano la dispersione di quantità anche consistenti (ipotizzati pari a circa 40 m<sup>3</sup>) di fluidi pericolosi, la presenza di tali vasche permette di trattenere l'inquinante.

Pertanto, in ragione delle caratteristiche plano-altimetriche dell'asse principale e delle opere di progetto, sono state posizionate n°8 vasche di prima pioggia di caratteristiche adeguate, che sottendono l'intero tracciato di progetto.

Le vasche, finalizzate alla disoleazione e alla sedimentazione, sono state posizionate in luoghi accessibili dalla sede carrabile per permettere le usuali operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria (in caso di sversamenti accidentali di oli e/o carburanti).

Nella progettazione della vasca si è avuta cura di:

- limitare al massimo la necessità di operazioni di manutenzione, evitando l'inserimento di meccanismi elettrici ovvero elettro-idraulici;
- garantire basse velocità di deflusso tali da consentire la risalita in superficie degli oli e la sedimentazione dei solidi in sospensione;
- mantenere all'interno della vasca gli oli in superficie.

Le vasche sono dimensionate sia per intrappolare solo eventuali sversamenti accidentali sia per trattare anche le acque di prima pioggia.

Dal punto di vista funzionale la vasca prevede un pozzetto in entrata tale da consentire l'entrata nella vasca vera e propria della portata di prima pioggia e il by-pass dell'acqua in supero con scarico dall'apposita tubazione di uscita.

L'acqua di piattaforma che entra nella vasca dissipa dapprima la sua energia, quindi entra attraverso i fori nella vasca vera e propria. La quota che si stabilisce all'interno della vasca è quella dello sfioratore a valle (o di scarico); la portata in transito è data dal dislivello fra lo sfioro in entrata e quello in uscita, e la portata transitante defluisce al di sotto del setto alla fine della vasca.

È evidente che il volume compreso fra il bordo inferiore del setto e lo sfioratore in uscita è a disposizione degli oli di prima pioggia, che quindi, in assenza di sversamenti, possono essere allontanati con cadenza anche di qualche mese; gli sversamenti vanno invece allontanati a breve scadenza in quanto saturano parzialmente la capacità disponibile.

Il dimensionamento delle vasche tiene infatti conto del volume dello sversamento (corrispondente ad una autocisterna di capacità pari a 39.000 litri). La quota della generatrice superiore della tubazione di scarico può essere al massimo pari alla quota dello sfioratore di scarico, in tal modo si riduce al minimo il dislivello fra entrata e uscita del flusso.

Per quanto riguarda la portata di progetto per le acque di prima pioggia, sono stati presi a riferimento i primi 5 mm di acqua meteorica di dilavamento uniformemente distribuita su tutta la superficie scolante servita dal sistema di collettamento. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti; i coefficienti di afflusso alla rete si assumono pari ad 1 per le superfici coperte, lastricate od impermeabilizzate e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici coltivate.

Sulla base di tale criterio, si è calcolata la portata di prima pioggia Q<sub>pp</sub> per ciascuna vasca.

Si è quindi determinata la portata massima derivante dell'evento di pioggia relativo adottato per la verifica dei collettori (Tr=50 anni), definita portata di progetto Q<sub>50</sub>. Sulla base della portata maggiore tra Q<sub>pp</sub> e Q<sub>50</sub> si è quindi proceduto cautelativamente alla determinazione della lunghezza della vasca, ponendo tuttavia il limite minimo corrispondente al volume di sversamento (39.000 litri).

Facendo ricorso alla legge di Stokes, la velocità di sedimentazione è pari a:

$$v_s = \frac{g(\gamma_p - \gamma_w)D^2}{18\mu}$$

dove

V<sub>s</sub> = velocità di sedimentazione, in cm/s

g = accelerazione di gravità = 981 (cm/s<sup>2</sup>)

γ<sub>p</sub> = peso specifico delle particelle relativo all'acqua, assunto pari a 2 (adimensionale)

γ<sub>w</sub> = peso specifico del liquido, relativo all'acqua, assunto pari a 1 (adimensionale)

D = diametro della particella, in mm

μ = viscosità cinematica del liquido, assunto pari a 1.306 mm<sup>2</sup>/s relativo ad una T=10°C.

Con riferimento ad una vasca rettangolare, il tempo di percorrenza orizzontale vale:

$$t_1 = L/V = L \cdot h \cdot b / Q$$

mentre il tempo di caduta verticale è t<sub>2</sub> = h/v<sub>s</sub>

Imponendo t<sub>1</sub> = t<sub>2</sub> si ottiene la lunghezza minima per ottenere la sedimentazione delle particelle di diametro D:

$$L_{sed PP} = h \cdot Q / (v_s \cdot b \cdot h)$$

Nel progetto in esame, le particelle che si vogliono far sedimentare hanno peso specifico pari a 2000 kg/m<sup>3</sup> e diametro D= 0.2 mm.

Per quanto riguarda le modalità di transito dell'acqua e/o del carburante da stoccare nelle vasche si è imposto che il tempo di detenzione minimo sia superiore a 2 minuti in maniera tale che la componente olio/carburante, più leggera, possa venire in superficie.

In caso di sversamento accidentale, la vasca deve essere in grado di accogliere l'intero volume inquinante in arrivo, fissato come detto in 39 m<sup>3</sup>. Tale volume è compreso tra il fondo della vasca e la soglia di sfioro in uscita. Nel progetto in esame, tale soglia è stata posta a H<sub>2</sub>= +1.70 m rispetto al fondo della vasca, pertanto la lunghezza minima della vasca necessario allo stoccaggio del volume di sversamento è pari a:

$$L_{sv} = 39 / (B \cdot H_2) = 39 / (2.0 \cdot 1.7) = 11.5 \text{ m}$$

In caso di sversamento accidentale, la vasca deve essere in grado di accogliere l'intero volume inquinante in arrivo, fissato come detto in 39 m<sup>3</sup>. Tale volume è compreso tra il fondo della vasca e la soglia di sfioro in uscita. Nel progetto in esame, tale soglia è stata posta a H<sub>2</sub>= +1.70 m rispetto al fondo della vasca, pertanto la lunghezza minima della vasca necessario allo stoccaggio del volume di sversamento è pari a:

$$L_{sv} = 39 / (B \cdot H_2) = 39 / (2.0 \cdot 1.7) = 11.5 \text{ m}$$

Per definire la quota dello stramazzone che serve da by-pass, si è imposto che la distanza tra la soglia del bypass e quella della vasca (pari a 1.80 m) rispetti le seguenti condizioni:

- la soglia deve essere sufficientemente alta da consentire il deflusso della portata di prima pioggia;
- la soglia deve consentire il deflusso dell'intera portata proveniente dai collettori in occasione dell'evento a TR = 50 anni;
- la soglia deve consentire l'ingresso in vasca della portata derivante dallo sversamento..

Nella tabella sottostante si riassumono l'ubicazione e le caratteristiche delle vasche di prima pioggia.

Nome	Progr. (km)	Ltot VASCA (m)	L1 (m)	L2 (m)	L=L1+L2 (m)	Qpp (l/s)	Q50 (l/s)
PP.01	0+700	12	7.4	6.4	13.8	48	391
PP.02	1+175	12	7.4	6.4	13.8	46	376
PP.03	1+656	12	7.4	6.4	13.8	7	51
PP.04	2+578	12	7.4	6.4	13.8	22	171
PP.05	3+075	12	7.4	6.4	13.8	36	289
PP.06	3+675	12	7.4	6.4	13.8	35	291
PP.07-1	4+100	12	7.4	6.4	13.8	40	315
PP.07-2	4+100	12	7.4	6.4	13.8	40	315

Nella tabella sottostante si riassumono le caratteristiche delle tubazioni afferenti alle vasche prima pioggia con le relative quote assolute di ingresso e di uscita.

Nome	Progr. (km)	Collettore DI (mm)	Quota ingresso (m slm)	Quota uscita (m slm)
PP.01	0+700	600	443,40	440,80
PP.02	1+175	800	430,85	428,25
PP.03	1+656	400	444,06	441,46
PP.04	2+578	500	410,50	407,90
PP.05	3+075	500	401,40	398,80
PP.06	3+675	500	400,50	397,90
PP.07-1	4+100	800	394,64	392,04
PP.07-2	4+100	800	394,54	391,94

### 3.5. NVARIANZA IDRAULICA

Le piogge di forte intensità che cadono su un bacino idrografico subiscono due tipi di processi che determinano l'entità delle piene nei corsi d'acqua riceventi: l'infiltrazione nei suoli e la laminazione superficiale. Il primo processo controlla i volumi di acqua restituiti, e viene descritto in via speditiva mediante un "coefficiente di deflusso" il quale rappresenta la percentuale della pioggia che raggiunge il corpo recettore. Il secondo processo, influenzato dalle caratteristiche del reticolo drenante e dalla morfologia delle aree contermini, agisce trattenendo i volumi che scorrono in superficie, facendoli transitare attraverso i volumi disponibili e determinandone una restituzione rallentata.

Un bacino naturale presenta la caratteristica di lasciare infiltrare una certa quantità di acqua durante gli eventi di piena, e di restituire i volumi che non si infiltrano in modo graduale. L'acqua ristagna nelle depressioni superficiali, segue percorsi tortuosi, si espande in aree normalmente non interessate dal

deflusso, ed in questo modo le piene hanno un colmo di portata relativamente modesto ed una durata delle portate più lunga. Quando un bacino subisce un'artificializzazione, i deflussi vengono canalizzati e le superfici vengono regolarizzate, di modo che il deflusso viene accelerato.

Ciò comporta un aumento dei picchi di piena e può portare a situazioni di rischio idraulico. Inoltre, l'impermeabilizzazione dei suoli provoca una riduzione dell'infiltrazione nel sottosuolo ed un conseguente aumento dei volumi che scorrono in superficie, aggravando ulteriormente le possibili criticità. Maggiori volumi che scorrono in superficie rappresentano, oltre ad un aggravio dei possibili rischi idraulici, anche un più rapido esaurimento dei deflussi e una riduzione di apporti alla falda, e in definitiva una riduzione delle risorse idriche utilizzabili. L'urbanizzazione degli ultimi decenni ha configurato situazioni di rischio idraulico significative conseguentemente alla perdita di capacità di invaso del territorio connessa alla sensibile riduzione dei volumi del drenaggio minuto (scoline, fossi...).

Alla luce di quanto descritto, si pone il problema, nella pianificazione, sia di bacino che non, di adottare strumenti che garantiscano la sostenibilità di lungo periodo di un assetto idrografico. In particolare, è necessario limitare in futuro possibili effetti di aggravio delle piene legati alla progressiva urbanizzazione e all'impermeabilizzazione dei suoli conseguente alle trasformazioni di uso del suolo.

Ogni intervento che provoca impermeabilizzazione dei suoli ed aumento delle velocità di corrivazione deve invece prevedere azioni correttive volte a mitigarne gli effetti, e tali azioni sono da rilevare essenzialmente nella realizzazione di volumi di invaso finalizzati alla laminazione; se la laminazione è attuata in modo da mantenere i colmi di piena prima e dopo la trasformazione inalterati, si parla di "invarianza idraulica" delle trasformazioni di uso del suolo (Pistocchi, 2001).

Con l'entrata in vigore della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali di cui all'art.10, comma 4, della L.R. 22/2011 Regione Marche "Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico e modifiche alle Leggi regionali 5 agosto 1992, n. 34 "Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio" e 8 ottobre 2009, n. 22 "Interventi della regione per il riavvio delle attività edilizie al fine di fronteggiare la crisi economica, difendere l'occupazione, migliorare la sicurezza degli edifici e promuovere tecniche di edilizia sostenibile" e dei "Criteri, modalità e indicazioni tecnico operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali" approvati con D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 (BUR Marche n.19 del 17/02/2014), si è proceduto allo sviluppo di tale verifica che si svolge su più livelli di approfondimento atto a valutare la pericolosità presente e potenziale sull'area e le possibili alterazioni del regime idraulico.

La misura del volume minimo d'invaso da prescrivere in aree sottoposte a una quota di trasformazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che I+P=100%) è data dal valore convenzionale:

$$w = w^{\circ}(\Phi/\Phi^{\circ})^{1/(1-n)} - 15 I - w^{\circ}P$$

essendo  $w^{\circ} = 50 \text{ m}^3/\text{ha}$ ,  $\Phi$  = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione,  $\Phi^{\circ}$  = coefficiente di deflusso prima della trasformazione, I e P espressi come frazione dell'area trasformata e  $n=0.48$  (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta - orientativamente - da vari studi sperimentali; si veda ad es. CSDU, 1997).

Per le classi denominate come "Significativa" e "Marcata" impermeabilizzazione come di seguito definite nel presente Titolo è ammesso l'utilizzo di un valore diverso del parametro n qualora opportunamente motivato da un'analisi idrologica specifica contestualizzata al sito oggetto di trasformazione.

Il volume così ricavato è espresso in  $\text{m}^3/\text{ha}$  e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento (superficie territoriale, St), a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Per la stima dei coefficienti di deflusso  $\Phi$  e  $\Phi^{\circ}$  si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\Phi^{\circ} = 0.9 \text{ Imp}^{\circ} + 0.2 \text{ Per}^{\circ}$$

$$\Phi = 0.9 \text{ Imp} + 0.2 \text{ Per}$$

in cui Imp e Per sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice) o dopo (se non c'è l'apice).

Il calcolo del volume di invaso richiede quindi la definizione delle seguenti grandezze:

- quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione (I); è da notare che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota I;
- quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione (P): essa è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti;
- quota dell'area da ritenersi permeabile (Per): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione;
- quota dell'area da ritenersi impermeabile (Imp): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione.

Oltre che alla superficie territoriale St, il calcolo dei valori I, P, Imp e Per, può essere riferito anche alla superficie dell'intero bacino scolante, Sb, di cui l'area dell'intervento fa parte. In questo caso, il volume w ottenuto con la formula [ $\text{m}^3/\text{ha}$ ] deve essere moltiplicato per la superficie Sb [ha].

Nei due casi si ottiene un valore sostanzialmente equivalente e la scelta della superficie di riferimento è essenzialmente legata a motivi di praticità. In caso di significative discrepanze nei due valori calcolati, si consiglia di adottare il valore più cautelativo.

Si noti che gli indici Imp ed I, Per e P sono concettualmente diversi: Imp e Per servono a valutare il coefficiente di deflusso convenzionale (che esprime la capacità del lotto di accettare le piogge prima di generare deflussi superficiali), mentre I e P rappresentano le porzioni rispettivamente urbanizzata e inalterata (agricola) del lotto oggetto di intervento.

Nel caso in oggetto relativo ad interventi infrastrutturali di trasporto quali strade si riporta quanto indicato nella legge regionale che nello specifico recita:

*"Nel caso di impermeabilizzazioni dovute a strade, l'invarianza idraulica si può realizzare con un opportuno dimensionamento dei fossi laterali e delle canalette di drenaggio; in particolare, la totale impermeabilizzazione della superficie stradale porta a dimensionare, tramite la relazione sopra indicata, un volume di invaso di circa  $0,09 \text{ m}^3/\text{m}^2$  di superficie stradale, ovvero poco più di  $0,50 \text{ m}^3$  per ogni metro di lunghezza di una strada di larghezza pari a 6 m. Quindi la realizzazione di un fosso di volume pari a  $(0,5/0,8) = 0,625 \text{ m}^3/\text{m}$  soddisfa i requisiti di volume di compensazione richiesti."*

Di seguito si riportano le tipologie suggerite nello stesso documento.

*"Nella grande varietà di soluzioni progettuali, che sconsigliano di definire in modo rigido soluzioni "tecnicamente conformi", si possono comunque individuare le tipologie di soluzione seguenti:*

- vasca in c.a. o altro materiale "rigido" posta a monte del punto di scarico, sia aperta e sia coperta (sia in serie, sia in parallelo; in quest'ultimo caso, è richiesto uno studio idraulico);

- b. *invaso in terra posto a monte del punto di scarico (sia in serie, sia in parallelo; in quest'ultimo caso, è richiesto uno studio idraulico);*
- c. *depressione in area verde o in piazzale posta a monte del punto di scarico;*
- d. *dimensionamento con "strozzatura" delle caditoie in modo da consentire un vaso su strade e piazzali (\*);*
- e. *dimensionamento con "strozzatura" delle grondaie e tetti piatti con opportuno bordo di vaso in modo da consentire un vaso sulle coperture (\*, #);*
- f. *delle fognature interne al lotto (1 mc di tubo o canale = 0,8 mc di vaso);*
- g. *mantenimento di aree allagabili (es. verde, piazzali) con "strozzatura" adeguata degli scarichi (\*);*
- h. *scarico in acque costiere o comunque che non subiscono effetti idraulici dagli apporti meteorici;*
- i. *scarico in vasche adibite ad altri scopi (sedimentazione, depurazione ecc.) purché il volume di vaso si aggiunga al volume previsto per altri scopi, e purché siano comunque rispettati i vincoli e i limiti allo scarico per motivi di qualità delle acque;*
- j. *scarico a dispersione in terreni agricoli senza afflusso diretto alle reti di drenaggio sia superficiale, sia tubolare sotterraneo.*

(\*) = richiesto un calcolo di dimensionamento idraulico degli scarichi

(#) = i volumi così realizzati servono solo per la quota di impermeabilizzazione imputabile alle coperture, mentre quelli che servono per strade, piazzali ecc. devono essere realizzati a parte."

Nel documento regionale si specifica inoltre che:

*"Nei casi in cui lo scarico delle acque meteoriche da una superficie giunga direttamente al mare o ad altro corpo idrico il cui livello non risulti influenzato dagli apporti meteorici, l'invarianza idraulica delle trasformazioni delle superfici è implicitamente garantita a prescindere dalla realizzazione di dispositivi di laminazione."*

Tale disposizione è applicabile nei tratti di progetto compresi tra le progressive 0+000 fino a 3+675 in quanto in tali tratti sia i fossi di guardia che i collettori drenanti la piattaforma stradale (che confluiscono nelle vasche di prima pioggia n. 1, 2, 3, 4, 5, e 6), scaricano direttamente nel Fiume Metauro, ovvero in corsi d'acqua ad esso direttamente afferenti in ambiti territoriali fortemente incisi, ove i livelli idrici non possono essere influenzati dai nuovi apporti meteorici, rendendo di fatto l'invarianza idraulica garantita.

Per quanto sopra esposto, la rimanente rete di drenaggio a servizio della piattaforma stradale (collettori e fossi di guardia), nel tratto compreso tra le progressive 3+675 e 4+100 è stata dimensionata al fine di soddisfare quanto sopra riportato e indicato dalla normativa regionale.

Si evidenzia inoltre che nel caso in esame non si tratta di un intervento puntuale che va ad impermeabilizzare una grande superficie che concentra e velocizza i naturali deflussi preesistenti; il nastro stradale rappresenta un'impermeabilizzazione distribuita lungo una direzione, con asse di tracciato raramente disposto sulla linea di massima pendenza del terreno esistente.

Tale particolarità ritarda la portata massima regimando le acque afferenti il territorio; in precedenza i volumi degli eventi meteorici, benché mitigati da una minore permeabilità, giungevano direttamente al

ricettore finale; nella situazione di progetto la rete di drenaggio offre capacità di vaso atta a trattenerne i volumi in eccesso dovuti ad un diverso coefficiente di infiltrazione e costringe il deflusso a percorrere un percorso con maggiore lunghezza del precedente ritardando dunque il tempo di picco.

Si riportano di seguito le verifiche volumetriche relative all'impermeabilizzazione della striscia del tracciato stradale nel tratto compreso tra le progressive 3+675 e 4+100..

#### 4. CANTIERIZZAZIONE

Il sistema di cantierizzazione delle opere di progetto individua e caratterizza i cantieri principali (base e operativi) ed i cantieri secondari (aree tecniche ed aree di stoccaggio), prevede l'utilizzo principalmente della viabilità esistente e fornisce alcune indicazioni sugli aspetti riguardanti la gestione idrica (fornitura e scarico) ed energetica nei cantieri, la gestione dei rifiuti ed il ripristino delle aree di cantiere.

I criteri di tipizzazione e localizzazione dei cantieri sono dettati da esigenze di tipo operativo, opportunamente calate nel contesto ambientale di intervento, in termini di: accessibilità ai siti, grado di antropizzazione del territorio, tutela paesaggistica, ecc.. L'individuazione delle aree da adibire a cantiere è stata eseguita prendendo in considerazione i seguenti fattori:

- caratteristiche e ubicazione delle opere da realizzare;
- agevole accessibilità dalla rete viaria principale;
- esistenza di una viabilità di collegamento fra le diverse aree di lavoro;
- lavorazioni in sito e stoccaggio temporaneo dei materiali di risulta;
- funzioni e strutture necessarie al normale svolgimento delle attività di cantiere e all'accoglimento del personale;
- impatti ambientali;
- la tipologia e gli aspetti logistici delle aree di cantiere;
- le modalità costruttive degli interventi ed i mezzi d'opera necessari;
- gli aspetti relativi all'approvvigionamento dei materiali;
- l'impatto delle lavorazioni nella fase di cantiere;
- aspetti archeologici del territorio.

##### 4.1. ARTICOLAZIONE DEI CANTIERI

Per lo sviluppo delle attività lavorative sono state individuate un numero di aree di cantiere proporzionale alla lunghezza del tracciato e di conseguenza alla quantità di opere da realizzare per la costruzione dell'infrastruttura. Sarà previsto quindi l'allestimento di aree per lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere che comprendono in generale:

- **Cantieri Base:** ospitano i box prefabbricati e le attrezzature necessarie per il controllo, la direzione dei lavori e tutte le strutture per l'alloggiamento delle maestranze e del personale di cantiere (dormitori, mense, servizi igienici, parcheggi dei mezzi). Inoltre le aree dovranno prevedere aree operative e di stoccaggio dei materiali da costruzione e delle terre di scavo. La loro ubicazione è prevista prevalentemente nelle vicinanze di aree antropizzate e a ridosso alle viabilità principali (rete viaria autostradale e provinciale) per facilitarne il raggiungimento.
- **Cantieri Operativi:** sono aree fisse di cantiere distribuite lungo il tracciato che svolgono la funzione di cantiere-appoggio per tratti d'opera su cui realizzare più manufatti. Al loro interno saranno previste aree logistiche, aree per lo stoccaggio dei materiali da costruzione e di stoccaggio temporaneo delle terre di scavo. Oltre alle normali dotazioni di cantiere, alcune aree saranno dotate di impianto di betonaggio e impianti di frantumazione.
- **Aree tecniche:** sono le aree in corrispondenza delle opere d'arte che devono essere realizzate, data a loro dimensione e ubicazione, tali cantieri ospiteranno le dotazioni minime di cantiere oltre che aree di stoccaggio materiali da costruzione e stoccaggio terre ridotte. Data la loro tipologia e il loro carattere di aree mobili, le aree tecniche si modificheranno e sposteranno parallelamente alla

costruzione dell'opera a cui si riferiscono. Principalmente tali aree saranno ubicate agli imbocchi delle gallerie, sulle aree di realizzazione dei viadotti e in avanzamento con la realizzazione del rilevato stradale.

Nella tabella seguente si riporta la composizione dei cantieri previsti per il tracciato:

Cantiere	Pk	Comune	Superficie (mq)	Descrizione
CO 1	0+500	Mercatello sul Metauro	4.445	Cantiere Operativo
AT 1	1+100	Mercatello sul Metauro	1.857	Area Tecnica
AT 2	1+150	Mercatello sul Metauro	2.957	Area Tecnica
AT 3	1+350	Mercatello sul Metauro	1.209	Area Tecnica
CO 2	1+350	Mercatello sul Metauro	5.992	Cantiere Operativo
AT 4	1+600	Mercatello sul Metauro	984	Area Tecnica
AT 5	1+750	Mercatello sul Metauro\	1.657	Area Tecnica
AT 6	2+550	Mercatello sul Metauro	984	Area Tecnica
CO 3	3+000	Mercatello sul Metauro	24.202	Cantiere Operativo - Area Frantumazione
CB	200 m da fine lotto	Sant'Angelo in Vado	18.407	Campo Base

Cantiere	Pk	Comune	Superficie (mq)	Descrizione
AST 1	0+550	Mercatello sul Metauro	9.853	Area Stoccaggio Terre
AST 2	1+450	Mercatello sul Metauro	11.918	Area Stoccaggio Terre
AST 3	2+900	Mercatello sul Metauro	8.030	Area Stoccaggio Terre
AST 4	3+400	Mercatello sul Metauro	9.024	Area Stoccaggio Terre
AST 5	500 m da fine lotto	Sant'Angelo in Vado	37.329	Area Stoccaggio Terre
<b>Totale area mq</b>			<b>76.154</b>	

Tabella 4-1 Elenco aree di cantiere e depositi

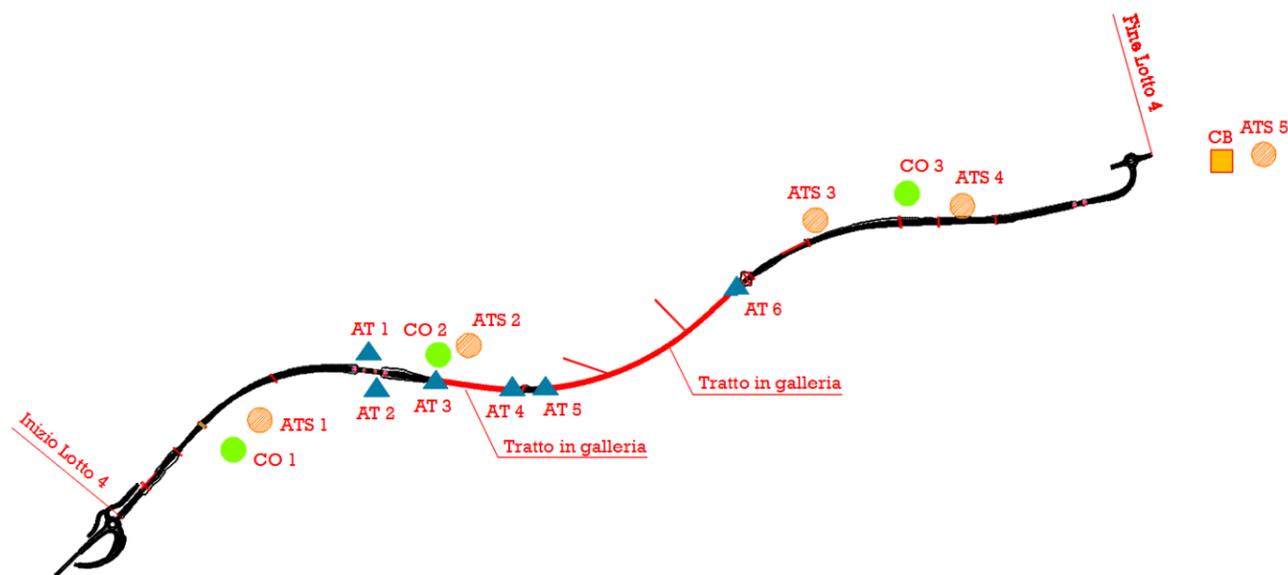


Figure 4-1 Localizzazione aree di cantiere lungo il tracciato

Nella tabella che segue si riporta il rapporto tra le aree cantiere, le aree tecniche e le aree stoccaggio terre con il regime dei vincoli.

Cantiere	Vincolo paesaggistico Art. 142 let. c - fiumi e corsi d'acqua	Vincolo Paesaggistico Art. 142 let. g boschi	Vincolo idrogeologico Rdl 3267/1923 e L.R. 6/2005	PAI	Comune	PRG
CO 1	X				Mercatello sul Metauro	Zona E
AT 1	X				Mercatello sul Metauro	Zona E e lembo in Zona I
AT 2	X				Mercatello sul Metauro	Zona I
AT 3		X	X		Mercatello sul Metauro	Zona I
CO 2	X				Mercatello sul Metauro	Zona I
AT 4		X (in parte)	X		Mercatello sul Metauro	Zona E
AT 5		X (in parte)	X (in parte)		Mercatello sul Metauro	Zona E

PROGETTAZIONE ATI:

AT 6		X (in parte – fino strada)	X ((in parte – fino strada)		Mercatello sul Metauro	Zona I
CO 3	X				Mercatello sul Metauro	Zona E, Zona D, Zona I
CB					S. Angelo in Vado	Zona E

Aerea Stoccaggio Terre	Vincolo paesaggistico Art. 142 let. c - fiumi e corsi d'acqua	Vincolo Paesaggistico Art. 142 let. g boschi	Vincolo idrogeologico Rdl 3267/1923 e L.R. 6/2005	PAI	Comune	PRG
AST 1	X				Mercatello sul Metauro	Zona E (in parte in Zona I – fasci rispetto nuova opera
AST 2	X (solo un lembo)				Mercatello sul Metauro	Zona I
AST 3	X (per circa il 50%)				Mercatello sul Metauro	Zona I
AST 4	X (Solo un lembo)				Mercatello sul Metauro	Zona I
AST 5					S. Angelo in Vado	Zona E

Tabella 4-2 Aree cantiere e regime dei vincoli

#### 4.1.1. CANTIERI BASE

Essendo il tracciato di soli 4 Km circa si prevede di installare un solo cantiere base posto circa 200 m da fine lotto (CB). L'ubicazione del cantiere è stata vincolata da valutazioni relative al rischio archeologico del territorio. A fianco è stata individuata l'area AST 5 per lo stoccaggio della terra

#### Funzioni

Il cantiere costituisce un vero e proprio villaggio concepito in modo tale da essere quasi indipendente dalle strutture socio-economiche locali. La funzione del Campo Base è di gestione e controllo di tutti i cantieri operativi, e di sviluppo delle opere relative a tutti i tratti operativi. Il cantiere Base, sarà organizzato in un'area logistica, una operativa e di aree per lo stoccaggio terre e materiali da costruzione.

#### Dotazioni

All'interno di tali cantieri è prevista in genere l'installazione delle seguenti strutture e dei seguenti impianti:

- Locali uffici per la Direzione del cantiere, la Direzione Lavori;
- Locali mensa;
- Locali magazzino e manutenzione e ricovero automezzi;

- Locali laboratorio;
- Sale ricreazione;
- Locali infermeria;
- Alloggi per impiegati ed operai;
- Servizi: area per la raccolta differenziata dei rifiuti, impianto di depurazione delle acque di scarico (quando non sia possibile l'allaccio alla rete fognaria pubblica), cabina elettrica, serbatoio per il G.P.L.
- Centrale termica;
- Parcheggi.

L'entità del personale che usufruisce di tali servizi è funzione del numero e della tipologia dei Cantieri Operativi supportati, e della quantità delle maestranze che non hanno la possibilità di raggiungere la propria residenza a fine turno. A scopo indicativo, gli impianti e le attrezzature presenti nel cantiere base dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- uffici amministrativi e tecnici: per lo svolgimento delle attività di contabilità dei lavori e l'amministrazione connessa alle retribuzioni e per le attività relative alla topografia ed alla piccola progettazione di cantiere. Gli uffici dovranno essere sistemati possibilmente all'ingresso dei cantieri, in posizione defilata rispetto alle aree di produzione;
- mensa: comprende una parte destinata alla confezione dei cibi ed al lavaggio delle stoviglie ed una al consumo dei pasti. Dimensionata per soddisfare le esigenze di tutti gli addetti al cantiere (da distribuirsi eventualmente in due turni);
- area residenziale: comprende le aree destinate agli alloggi del personale. Tali aree dovranno rispettare i minimi di legge con particolare riguardo alla funzionalità di utilizzo, alla sicurezza ed al comfort. Saranno mantenute in condizioni ottimali ed aggiornate alle necessità di mobilizzo risorse. Le superfici complessive occupate da tali baraccamenti sono calcolate, moltiplicando il numero di addetti afferenti un determinato campo base per i seguenti valori unitari:
  - 14,40 mq/unità per i baraccamenti monopiano;
  - 15,75 mq/unità per i baraccamenti su due piani.

In generale, oltre alla recinzione principale e relativi ingressi controllati, si prevedono aree adibite alla viabilità dei mezzi e al parcheggio, le aree per la raccolta differenziata dei rifiuti, cabina elettrica, serbatoio per il G.P.L.

Qualora non vi sia la possibilità di allaccio alla rete fognaria pubblica per lo scarico delle acque nere, il cantiere base sarà dotato di impianto proprio per il trattamento delle proprie acque reflue nere. È inoltre prevista la realizzazione di reti di raccolta delle acque meteoriche e di scolo per i piazzali e la viabilità interna. Per l'approvvigionamento idrico di acqua potabile i campi base saranno allacciati agli acquedotti esistenti; ove ciò non risulterà possibile, si ricorrerà a fonti alternative quali la perforazione di pozzi a seguito di regolare autorizzazione. Gli edifici saranno dotati di impianto antincendio consistente in estintori a polvere e da manichette complete di lancia alloggiata in cassette metalliche con vetro a rompere.

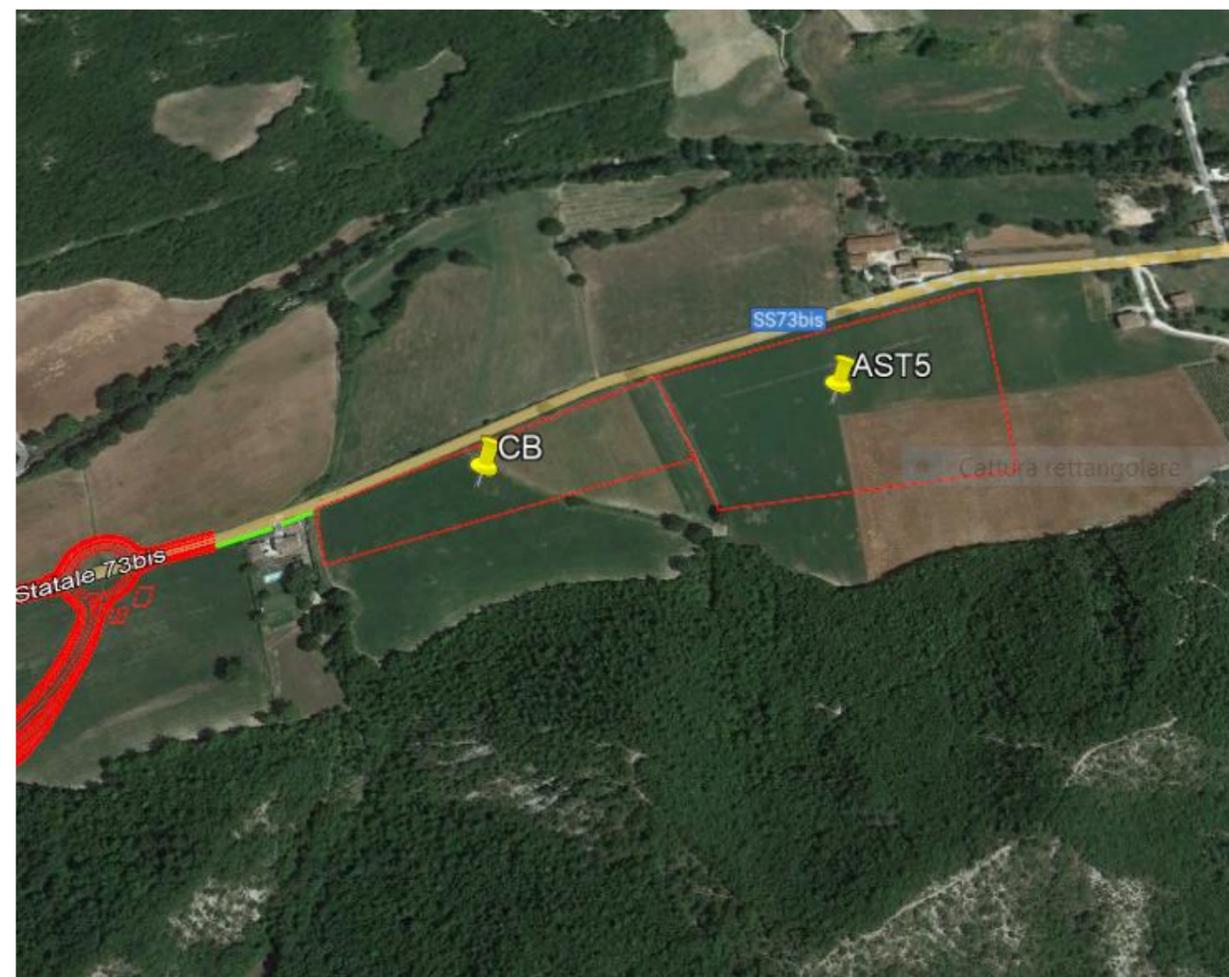


Figura 4-1 Campo Base e Area Stoccaggio Terre 1



Si prevede l'installazione di un cantiere operative dove sarà allocato un impianto di frantumazione per il riutilizzo delle terre di scavo.

#### Dotazioni

L'area logistica all'interno di un cantiere operativo è costituita in generale dai seguenti baraccamenti e impianti: box uffici per la conduzione del cantiere, spogliatoi, servizi igienici, impianto elettrico, impianto di illuminazione, impianto idrico, impianto telefonico, impianto di protezione da scariche atmosferiche, torri faro, gruppo elettrogeno, parcheggio auto maestranze e ospiti.

L'area operativa è invece costituita in generale dalle seguenti aree e attrezzature:

- officina mezzi d'opera;
- parcheggio stazionamento mezzi d'opera;
- vasca lavaggio automezzi e lavaggio ruote automezzi per ingresso sulla viabilità pubblica;
- magazzino materiali;
- area stoccaggio materiali;
- impianto trattamento acque e reflui;
- impianto di betonaggio (quando previsto) per il confezionamento del calcestruzzo (silos calcestruzzo in polvere);
- tramogge inerti;
- bilancia di pesatura;
- nastri trasportatori inerti;
- area accumulo inerti.

Tutti gli impianti di produzione, dovranno essere provvisti di schermature ed accorgimenti tecnici atti ad evitare durante le operazioni di alimentazione, di carico e di preparazione dell'impasto diffusione di polvere nell'ambiente.

Analoghi accorgimenti dovranno essere previsti anche per il contenimento delle emissioni sonore. Le aree all'interno del cantiere operativo possono riassumersi come di seguito descritto (quanto di seguito indicato dovrà essere adeguato in funzione delle tipologie di opere da realizzare):

- zone di accesso al cantiere, sorvegliate al fine di precludere l'accesso ad estranei;
- una zona per la movimentazione e lo stoccaggio di materiali in magazzini o aree all'aperto;
- una zona per riparazione (officina), manutenzione e lavaggio mezzi di cantiere;
- una zona uffici di appoggio;
- una zona spogliatoi e servizi igienici;
- zone di parcheggio degli automezzi e dei mezzi d'opera;
- una zona di confezione calcestruzzi (impianto di betonaggio e frantumazione, aree di stoccaggio inerti, ecc);
- una zona per il trattamento delle acque di piazzale (impianto trattamento acque);
- una zona per il laboratorio delle prove sui materiali;

- aree di manovra e operatività.

Le principali strutture ed installazioni che si possono trovare nei cantieri operativi sono dettagliate di seguito:

- Officina: Capannone di dimensioni adeguate che potrà essere attrezzato con carroponete, fossa di lavoro per riparazione automezzi, torni, frese, trapani a colonna e tutto quanto occorre per la riparazione dei mezzi operanti nel cantiere. Nell'officina vengono ricavate zone per la lavorazione delle carpenterie, e riparazione pneumatici e componenti elettrici.
- Magazzino: Capannone di dimensioni adeguate per lo stoccaggio dei materiali di consumo e ricambi vari per le macchine operanti nel cantiere.
- Uffici: Monoblocchi verniciati, dotati di servizi igienici.
- Spogliatoi e servizi igienici: Monoblocchi verniciati completi di docce e servizi igienici. Arredati con armadietti e panche per gli addetti al cantiere industriale.
- Impianto di betonaggio: Impianto per la confezione del calcestruzzo. L'impianto comprende una batteria di silos o tramogge (dotate di carter) per lo stoccaggio degli inerti, silos di stoccaggio cemento, bilancia di pesatura, nastro trasportatore degli inerti alle autobetoniere o al mescolatore. In prossimità dell'impianto saranno stoccati in vasche protette i cumuli di inerti di diverse classi, che, con l'ausilio di una pala caricatrice, dovranno essere trasportati alle tramogge dell'impianto. L'impianto di betonaggio dovrà essere provvisto di schermature ed accorgimenti tecnici atti ad evitare, durante le operazioni alimentazione, di carico e di preparazione dell'impasto e di trasferimento alle autobetoniere, qualsiasi fuoriuscita di polvere. Analoghi accorgimenti dovranno essere previsti anche per il contenimento del rumore. Cemento, calce, intonaci ed altri materiali da cantiere allo stato solido polverulento saranno stoccati in sili e movimentati mediante trasporti pneumatici presidiati da opportuni filtri. I filtri saranno dotati di sistemi di controllo dell'efficienza (pressostati con dispositivo d'allarme)
- Impianto di prefabbricazione: Impianto per lo svolgimento di tutte le operazioni dalla piegatura del ferro, al getto del calcestruzzo in casseri riutilizzabili alla maturazione dei manufatti degli elementi prefabbricati. L'area sarà dotata di carroponeti e di una adeguata superficie per lo stoccaggio. A tale impianto potrà essere associato un impianto di produzione del vapore. Le aree saranno pavimentate in cls / asfalto, dove necessario, per facilitare l'esecuzione dei lavori. Saranno dotate, inoltre, di apprestamenti di sicurezza a norma di legge e dei servizi necessari con particolare riguardo alla sicurezza e qualità.
- Deposito carburante e pompa di distribuzione: La collocazione di tale impianto deve essere studiata in maniera da garantire la massima sicurezza, tenendolo lontano da aree di lavoro e da luoghi di transito. L'impianto dovrà essere provvisto di regolare omologazione da parte di enti preposti, per il fabbisogno del cantiere. Saranno adottati sistemi di carico di carburante in circuito chiuso dall'autocisterna al serbatoio di stoccaggio, mentre durante la fase di riempimento dei serbatoi dei veicoli saranno utilizzati sistemi d'erogazione dotati di tenuta sui serbatoi con contemporanea aspirazione e abbattimento dei vapori, mediante impianto a carboni attivi.
- Pesa a ponte: Per il controllo dei materiali in entrata (centine, ferro d'armatura, inerti, cemento, ecc.).
- Vasca per lavaggio degli automezzi: fosse con acqua poste in prossimità dell'inserimento delle strade di cantiere con la viabilità pubblica, in cui transiteranno i mezzi in uscita dai cantieri, ripulendo le gomme da residui polverosi o fango.
- Gruppi elettrogeni: Per la produzione di energia elettrica per i cantieri industriali. Avranno la loro massima attività nelle fasi iniziali dei cantieri, nei periodi di punta e in occasione di problemi con la







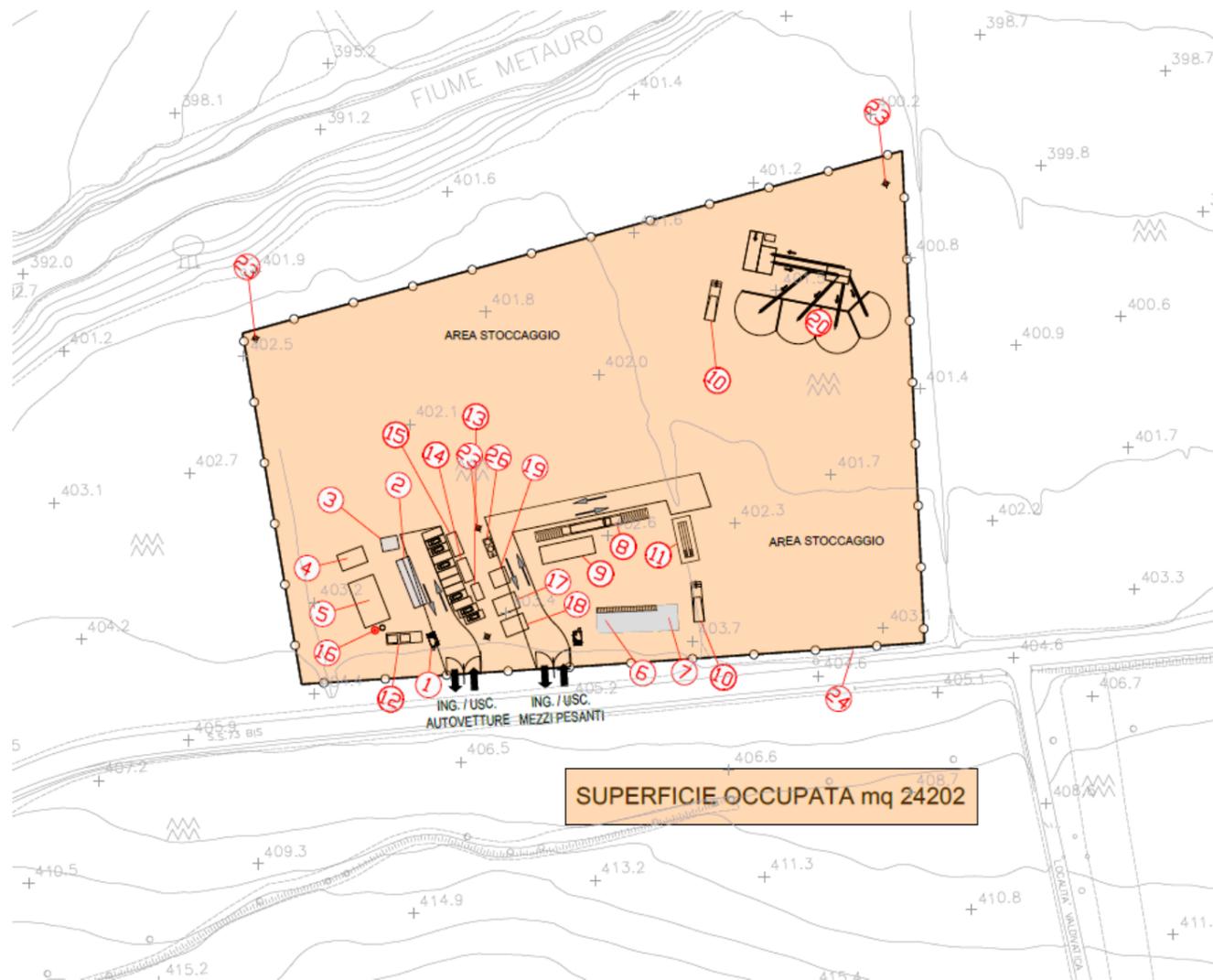


Figura 4-8 Organizzazione Cantiere Operativo 3

#### 4.1.3.1. Aree tecniche di viadotti

##### Funzioni

Le aree tecniche dei viadotti sono finalizzate alla realizzazione delle parti d'opera costituenti i viadotti stessi (sottofondazioni, fondazioni, pile, spalle, impalcati, finiture e completamento). In generale l'area tecnica verrà allestita regolarizzando i luoghi interessati dall'installazione del cantiere, ricavando le aree di accumulo dei materiali di scavo e dei materiali da costruzione, lo stazionamento dei mezzi d'opera e la viabilità interna di cantiere.

##### Dotazioni

Le aree tecniche dei viadotti potranno prevedere: area stoccaggio materiali di risulta, area stoccaggio travi, area stoccaggio e lavorazione ferri, area stoccaggio materiali da costruzione (casseri, tubi forma, ecc.), impianto di illuminazione del piazzale (torri faro), gruppi elettrogeni, spogliatoi, magazzini, area parcheggio mezzi d'opera, wc chimico, ecc..

PROGETTAZIONE ATI:

#### 4.1.3.2. Aree tecniche di galleria naturale e galleria artificiale

##### Funzioni

Per l'allestimento delle aree tecniche delle gallerie naturali e delle gallerie artificiali saranno preventivamente raccordate le morfologie dei luoghi interessati dall'installazione del cantiere, ricavando le aree di accumulo dei materiali di scavo e dei materiali da costruzione, lo stazionamento dei mezzi d'opera e la viabilità interna di cantiere.

L'organizzazione delle aree di lavorazione deve essere tale da consentire l'accesso e l'operatività dei mezzi d'opera. Le aree interessate dalla realizzazione delle gallerie saranno preventivamente sbancate regolarizzate al fine di ricavare un piano di lavoro, data la particolare orografia del terreno sul quale si andrà ad operare. Tali aree saranno collegate quando possibile direttamente con la viabilità locale esistente, oppure con idonee piste di cantiere da realizzare appositamente.

##### Dotazioni

L'area di lavorazione deve essere organizzata in modo tale da prevedere le seguenti aree e attrezzature: parcheggio dei mezzi d'opera direttamente impegnati nello sviluppo dei lavori, aree di manovra e stazionamento mezzi d'opera in funzione (autogrù, autocarri, ecc.), area lavorazione e stoccaggio armature, area stoccaggio casseri e materiali di costruzione, area stoccaggio materiali di risulta, impianto di trattamento delle acque reflue.

La realizzazione delle gallerie avviene in generale avvalendosi delle seguenti dotazioni:

- escavatori (per l'apertura degli scavi di fondazione);
- autocarri e pale meccaniche per l'allontanamento dei materiali di risulta;
- macchine per i diaframmi;
- autogrù (varo gabbie d'armatura, movimentazione casseri, ecc.);
- autocarro con cestello elevatore o ponteggi con piattaforma elevatrice (per il trasferimento delle maestranze sulla copertura della galleria per impermeabilizzazioni e finiture);
- betoniere ed autopompe per i getti in cls, pompe idrauliche per gli scavi, gruppi elettrogeni e impianto di illuminazione.

#### 4.1.3.3. Aree di lavorazione allo scoperto: rilevati-trincee

##### Funzioni

L'area di lavorazione finalizzata alla realizzazione dei rilevati e trincee costituisce un'area di lavoro mobile che verrà modificata in base allo sviluppo delle lavorazioni. L'organizzazione dell'area di lavorazione deve essere tale da consentire l'accesso e l'operatività dei mezzi d'opera. Le aree interessate dalla realizzazione dei rilevati dovranno essere preventivamente scoticate; successivamente e per strati, verranno stesi i materiali costituenti il rilevato e compattati fino a raggiungere la portanza prevista. Analogamente per i tratti in trincea che verranno sbancati fino alle quote previste e sistemati con gli elementi di raccolta ed allontanamento delle acque in testa alle scarpate.

##### Dotazioni

L'area di lavorazione deve essere organizzata in modo tale da prevedere le seguenti aree e attrezzature: parcheggio dei mezzi d'opera direttamente impegnati nello sviluppo dei lavori, area stoccaggio terre.

La realizzazione del rilevato avviene in generale avvalendosi delle seguenti dotazioni:

- moto grader;
- bulldozer apripista;
- escavatori;
- compattatrice;

- pale gommate;
- autocarri e pale meccaniche per l'allontanamento dei materiali di risulta;
- betoniere ed autopompe per i getti in cls (per eventuali muri o opere d'arte lungo l'asse);
- pompe idrauliche per gli scavi;
- gruppi elettrogeni;
- impianto di illuminazione.

## 4.2. CRITERI COMUNI A TUTTI I CANTIERI

### 4.2.1. PERSONALE IMPIEGATO NEI CANTIERI

Per la realizzazione dei lavori è stata effettuata una stima della manodopera necessaria tenendo conto delle lavorazioni relative alle opere previste nel progetto e del relativo programma lavori.

Da una prima valutazione delle attività oggetto dell'intervento, risulta valutabile la presenza in cantiere dei seguenti addetti:

- capo cantiere;
- assistenti di cantiere;
- impiegati;
- addetti ai servizi d'assistenza (rifornamento, guardiana, ecc.);
- addetti alle attività costruttive (ferraioli, carpentieri, escavatoristi, gruisti, addetti a macchine perforatrici, ecc.).

Tutto il personale presente in cantiere dovrà essere di gradimento della D.L. e dotato di certificazione e tesserini sanitari idonei. L'accesso al cantiere dovrà essere preventivamente autorizzato e concordato con la Direzione Lavori.

### 4.2.2. IMPIANTISTICA DEI CANTIERI

Per quanto riguarda gli impianti di cantiere dovranno essere realizzate le reti di distribuzione interna qui sotto elencate:

- rete di alimentazione e distribuzione elettrica;
- cabine di trasformazione;
- rete idrica potabile;
- allaccio alla fogna ove possibile od utilizzo di un WC chimico.

Nelle aree di lavoro dove è prevista una maggior richiesta di energia elettrica (ad esempio per lavori di scavo delle gallerie) saranno preventivamente realizzate le cabine elettriche di progetto agli imbocchi per sopperire alle maggiori richieste energetiche.

#### 4.2.2.1. Impianto di trattamento delle acque

La gran parte delle acque reflue da trattare saranno caratterizzate soprattutto da solidi sospesi contenuti nelle acque prodotte dai manufatti di lavaggio ruote, da dilavamento dei piazzali dei cantieri e dalle attività di avanzamento delle lavorazioni. Oltre ai solidi sospesi, nelle acque reflue saranno presenti olii ed idrocarburi in tracce, non quantificabili, dato il movimento dei mezzi all'interno dell'area di cantiere. Inoltre va considerato che le acque reflue provenienti da particolari lavorazioni, come lo scavo delle gallerie,

conterranno sicuramente residui di calcestruzzo e degli additivi usati per i getti, e non potrà essere rilevata la loro presenza a parte. Come additivi potranno essere utilizzati quelli comuni per questo tipo di lavori: acceleranti di indurimento del calcestruzzo e spritz beton, fluidificanti, compensatori ritiro igrometrico ecc., con la composizione chimica che varia in relazione al tipo del prodotto scelto.

Per questo motivo saranno predisposti opportuni impianti di trattamento delle acque nelle aree di cantiere. Le acque in uscita dai sistemi di trattamento saranno convogliate in opportuni contenitori di raccolta e da qui riutilizzate per quanto possibile, mentre gli esuberanti saranno scaricati nel corpo idrico recettore prossimo all'area di cantiere o eventualmente dispersi nel terreno mediante sistemi di infiltrazione come pozzi o trincee drenanti che verranno valutati sulla base delle condizioni geologiche ed idrogeologiche specifiche del sito.

#### Acque reflue industriali provenienti dai fronti di scavo

In particolar modo all'imbocco delle gallerie le acque reflue saranno caratterizzate dalla massiccia presenza di componenti cementizie, additivi, residui di terre di scavo etc. L'impianto di trattamento presente in tali aree dovrà consentire il convogliamento in opportune vasche di sedimentazione con dosaggio di flocculanti, correzione del PH, decantatore e disoleatore, impianto di recupero dei fanghi. Le acque trattate saranno riutilizzate per le necessità di cantiere, le quantità eccedenti verranno convogliate nel rispettivo punto di scarico.

#### Acque meteoriche e di dilavamento

Per ciascuna area di cantiere sono state previste vasche per la sedimentazione e disoleazione delle acque di dilavamento onde assicurare l'abbattimento dei solidi sospesi prodotti durante le fasi di accumulo e dilavamento delle superfici di cantiere. Le acque meteoriche e di dilavamento derivanti dalle lavorazioni e prodotte durante il lavaggio dei piazzali saranno conferite attraverso tubazioni impermeabili alle vasche per il trattamento, successivamente parte verrà riciclata e riutilizzata per le necessità di cantiere, la restante verrà smaltita nelle modalità illustrate.

#### Lavaggio ruote

I mezzi che lasciano l'area di cantiere dovranno pulire i pneumatici passando attraverso un apposito manufatto di lavaggio munito di ugelli per il lavaggio delle superfici esterne ed interne delle ruote singole o gemellate. L'acqua di lavaggio sarà convogliata in una vasca di decantazione acque reflue e di seguito inviata all'impianto di trattamento per essere riutilizzata.

#### Lavaggio betoniere e mezzi di cantiere

Il lavaggio delle cisterne delle betoniere verrà effettuato dalla riserva in dotazione della betoniera. Le acque provenienti dal lavaggio delle cisterne saranno convogliate dapprima in una macchina separatrice dell'inerte per il recupero dello stesso, e successivamente nella vasca di sedimentazione. L'acqua di sfioro dalla vasca sarà inviata all'impianto di trattamento.

#### Scarichi civili

In merito alla gestione degli scarichi civili provenienti dai cantieri è stata condotta una ricognizione preliminare sulla presenza delle reti fognarie, dalla quale si evince che molte delle aree di cantiere potrebbero essere servite dalla rete pubblica. In questa fase di progettazione non è stato ricevuto riscontro da parte dei gestori sulla reale possibilità di allaccio alle reti di scarico presenti, perciò si rimanda quest'analisi più approfondita alle fasi successive. Si è quindi scelto di prevedere nei cantieri ove è stata prevista l'ubicazione di apprestamenti dotati di servizi igienico-sanitari, dei sistemi di trattamento dei reflui. Occorrerà quindi prevedere un impianto con trattamento primario dei reflui (tipo fossa Imhoff) e trattamento secondario tramite depuratore biologico. A valle dell'impianto, dopo opportuni campionamenti ed analisi per la verifica dei limiti degli inquinanti, si potrà procedere allo scarico nei corpi idrici recettori o alla dispersione nel suolo con i metodi decritti.

#### 4.2.2.2. Impianto di illuminazione

Per quanto riguarda i sistemi di illuminazione saranno utilizzate lampade al Sodio ad alta pressione, con limitata emissione di UV, schermate affinché il fascio di luce sia orientato verso il basso.

#### 4.2.3. DOTAZIONI E MACCHINARI DEI CANTIERI

Si prevede, per l'esecuzione dei lavori descritti, l'uso, secondo il fabbisogno e l'organizzazione dei lavori stessi, delle seguenti macchine ed attrezzature. Tale elenco viene fornito a titolo di esempio, e deve ritenersi indicativo e non esaustivo.

- Autobetoniere;
- Autobotti;
- Autocarri e dumper;
- autopompa per calcestruzzo;
- autogrù;
- benna mordente a tenuta stagna idraulica o meccanica
- bobcat;
- box, coibentati, in lamiera;
- cabina elettrica di trasformazione;
- carrello elevatore;
- compattatrice (per le opere stradali);
- compressore;
- casseri;
- distributore gasolio;
- escavatore;
- generatore elettrico
- gruppo elettrogeno;
- Impianto di frantumazione;
- Impianto di betonaggio;
- martello demolitore pneumatico;
- macchine movimento terra;
- martellone meccanico;
- pala meccanica;
- pompa di aggotamento;
- pompa per calcestruzzo;
- rullo compattatore;
- saldatrice elettrica;
- scala doppia;

- scala semplice;
- sega circolare;
- trivellatrice per micropali;
- trivellatrice per pali;
- utensileria elettrica, meccanica ed idraulica;
- vibrator per cls;
- vibro finitrici.

#### 4.2.4. CRITERI PER L'APPROVVIGIONAMENTO DEI CANTIERI

L'approvvigionamento del cantiere avverrà via gomma. I mezzi adibiti al trasporto percorreranno la viabilità pubblica.

All'interno dell'area di cantiere dovranno circolare solo e soltanto i mezzi d'opera necessari ed autorizzati per il carico e lo scarico dei materiali.

#### 4.2.5. PREPARAZIONE DELLE AREE

Per l'allestimento delle aree di cantiere saranno necessarie alcune attività preparatorie, di seguito riportate:

- scotico del terreno vegetale ovvero quello più ricco di sostanza organica e umica, che in genere ha uno spessore variabile dai 5 ai 50 cm di profondità. L'accatastamento avverrà o sui bordi dell'area per creare uno schermo visivo o in siti idonei a ciò destinati (il terreno scotico dovrà essere conservato secondo modalità agronomiche specifiche). Durante l'accantonamento si presterà attenzione a separare gli strati più superficiali rappresentati dall'orizzonte "O" (composto quasi esclusivamente da materia organica) da quelli della porzione sottostante dell'orizzonte "A" (orizzonti minerali composti sia da una frazione minerale che organica). Il terreno vegetale verrà riutilizzato a fine lavori per effettuare gli interventi di ripristino ambientale;
- formazione delle dune di schermatura con il materiale proveniente dallo scotico oppure stoccaggio temporaneo del materiale stesso in aree appositamente individuate per conservarlo fino alla fase di ripristino dei siti;
- formazioni di piazzali da adibire a viabilità e parcheggio con materiali inerti ed eventuale trattamento o pavimentazione delle zone maggiormente soggette a traffico (questa fase può anche comportare attività di scavo, sbancamento, riporto, rimodellazione);
- delimitazione dell'area con idonea recinzione e cancelli di ingresso;
- predisposizione degli allacciamenti alle reti dei pubblici servizi;
- realizzazione delle reti di distribuzione interna al cantiere (energia elettrica, rete di terra e contro le scariche atmosferiche, impianto di illuminazione esterna, reti acqua potabile e industriale, fognature, telefoni, gas, ecc.) e dei relativi impianti;
- costruzione dei basamenti dei prefabbricati;
- montaggio dei prefabbricati;
- formazione di aree a verde all'interno e sul perimetro del cantiere.

Al termine dei lavori, i prefabbricati e le installazioni saranno rimosse e si procederà al ripristino dei siti. La sistemazione degli stessi sarà concordata con gli enti interessati e comunque, in assenza di richieste specifiche, si provvederà al ripristino, per quanto possibile, delle condizioni ante operam.

#### 4.2.6. VIABILITA' DI CANTIERE

##### 4.2.6.1. Viabilità di accesso

Nella prima fase dei lavori si utilizzerà la viabilità esistente per poter accedere alla aree dei cantieri principali e alle aree di lavoro.

Per le opere o gli interventi che generano in fase realizzativa interferenza con la viabilità ordinaria, sarà organizzata una fasistica dei lavori ed una fasistica della viabilità, sia ordinaria che di cantiere e si provvederà ad effettuare o delle viabilità alternative temporanee/definitive o una parzializzazione temporanea delle stesse.

Sulla viabilità pubblica dovrà essere apposta idonea segnaletica che indichi la presenza del cantiere ed il transito dei mezzi pesanti. Tutte le eventuali deviazioni ed occupazioni temporanee dovranno essere ben segnalate ed evidenziate in accordo con il Codice della Strada e saranno concordate con gli enti preposti.

Il personale che opera in prossimità delle aree di lavoro lungo strada o che comunque sia esposto al traffico, dovrà indossare indumenti ad alta visibilità.

Alla fine di ogni turno di lavoro si dovrà verificare la rimozione di tutte le attrezzature e dei materiali che ingombrano la sagoma viaria, e che possano costituire intralcio e pericolo alla circolazione stradale. Sarà cura poi dell'Appaltatore nominare un preposto che coordini i transiti in ingresso ed uscita dalle aree di cantiere dei mezzi d'opera utilizzati per il trasporto dei materiali in ingresso ed in uscita, che si immettono nella pubblica viabilità, al fine di non creare situazioni di pericolo con la viabilità pubblica.

##### 4.2.6.2. Piste di cantiere

Le principali piste di cantiere saranno realizzate con piattaforma stradale a doppia corsia di marcia. Il progetto prevede la larghezza di piattaforma di 6,00 metri.

Per rilevati di piccola entità ovvero con altezze minori o uguali ad 1m si realizzeranno scarpate con pendenza 1v/1h.

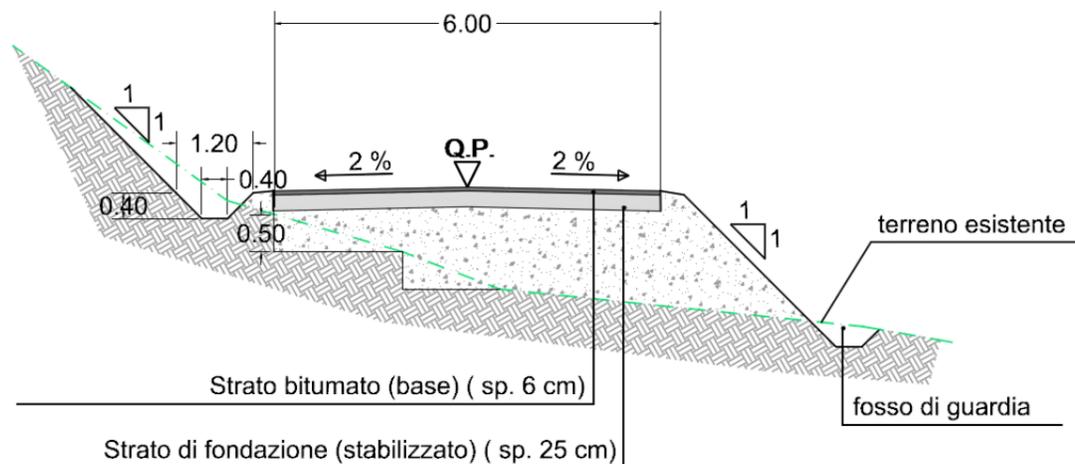


Figure 4-2

Se l'altezza del rilevato è superiore ad 1m per garantire la stabilità del pendio si utilizzerà un sistema di GEOBLOC.

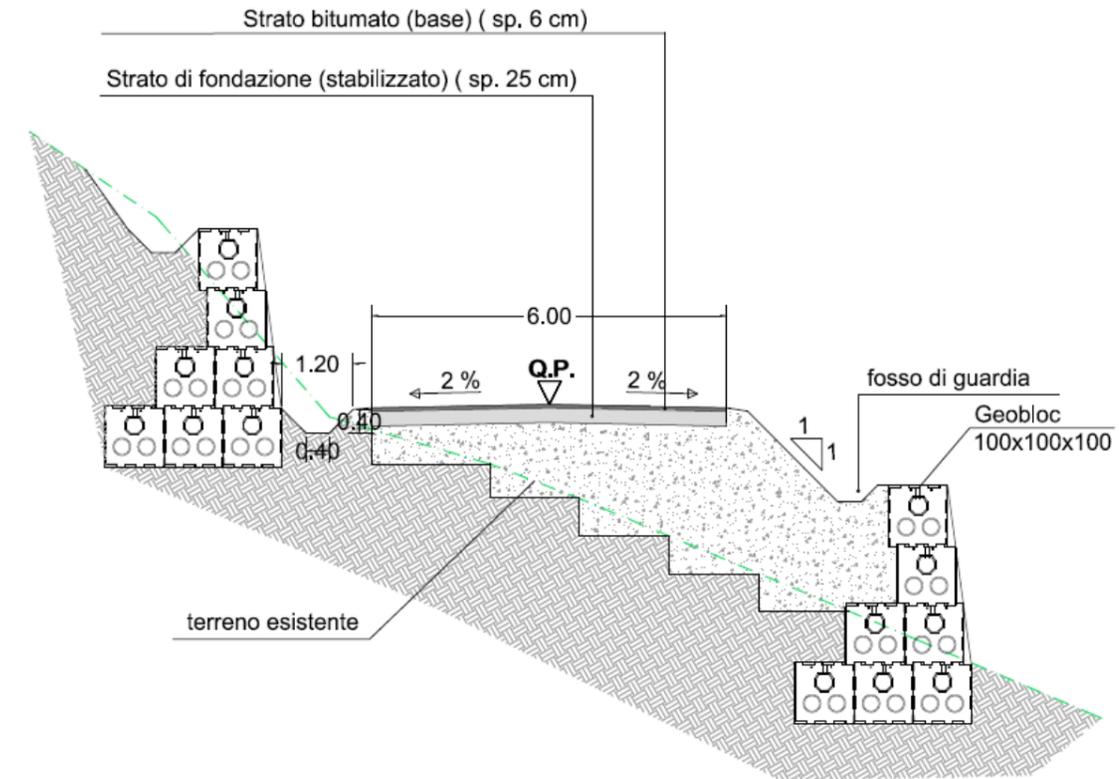


Figure 4-3

Il progetto delle piste di cantiere prevede un pacchetto strutturale dello spessore complessivo di 31cm, con le seguenti caratteristiche:

- formazione di uno strato di fondazione in misto stabilizzato, spessore 25cm;
- stesa di uno strato di base bitumata, spessore 6cm.

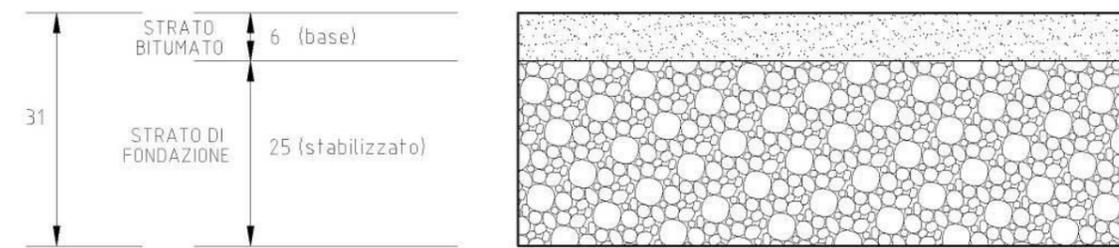


Figure 4-4

Nelle zone dove è prevista la pavimentazione della pista di cantiere, la velocità di percorrenza non dovrà essere superiore a 30 km/h.

Nei tratti in curva sono stati previsti opportuni allargamenti per permettere l'iscrizione del veicolo.

#### 4.2.7. RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE

Per garantire il più possibile l'efficienza delle viabilità locali sono state previste opportune deviazioni della viabilità locali quali: deviazioni definitive nate dall'interferenza col tracciato come quella in corrispondenza di via Ca Lillina o le deviazioni provvisorie per la realizzazione delle opere di imbocco delle gallerie alla Mercatello 1, si prevede una deviazione provvisoria anche per la realizzazione della rotatoria a fine lotto. Per la realizzazione dei nuovi rami di innesto della rotatoria ad inizio lotto o per l'adeguamento del sottopasso esistente si prevede la parzializzazione della sede stradale.

Per le chiusure necessarie a permettere il completamento e ricucitura delle rampe del cavalcavia dovrà prevedersi un percorso alternativo opportunamente segnalato.

Non sono previste quindi interruzioni delle viabilità principali durante l'esecuzione dei lavori. Inoltre nella cantierizzazione verranno privilegiati i percorsi interni al cantiere, al fine di limitare il transito dei mezzi sulle viabilità pubbliche.

Il progetto di cantierizzazione prevede l'impiego di segnaletica stradale per la parzializzazione della strada esistente ed istituzione del senso unico secondo lo schema tipologico riportato sotto.

Si prevede inoltre, l'esecuzione di una strada-pista per collegare alla viabilità principale un fabbricato il cui accesso verrà impedito dalla realizzazione di un'area tecnica da progr 2+580 circa a 2+950 circa.

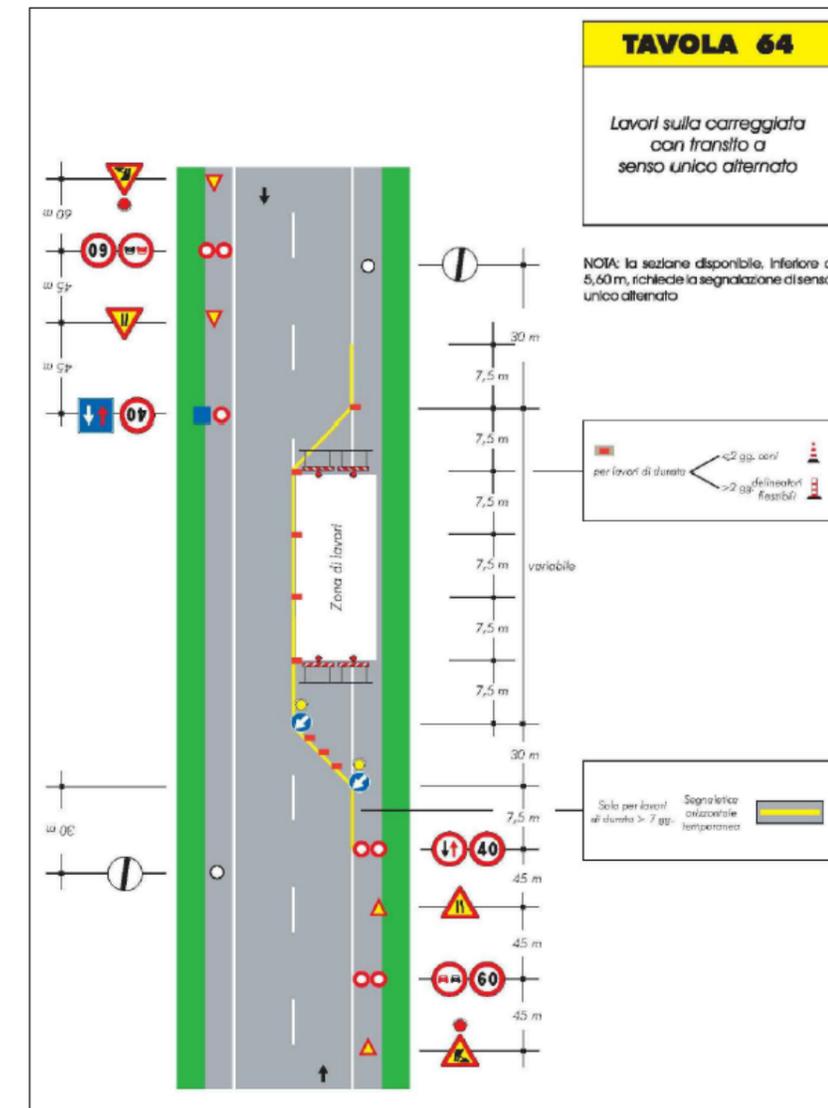


Figure 4-5

#### 4.2.8. RECINZIONI

Tipicamente per tutte le aree di cantiere base e operativo, è prevista l'installazione della recinzione lungo il perimetro mediante lamiera grecata, alte non meno di 2,00 metri, con paletti di legno infissi a terra mentre per le aree tecniche è prevista una recinzione in rete plastica stampata.

Le recinzioni fisse, relative ai cantieri, saranno realizzate mediante delimitazioni di tipo diverso per alcune aree particolari e per lo sviluppo delle diverse fasi di lavorazione.

Si riporta l'elenco indicativo e non esaustivo delle recinzioni di cantiere (ulteriori tipologie potranno essere valutate durante le fasi realizzative):

- recinzione del cantiere base/operativo realizzata mediante lamiera grecata;
- rete plastica stampata sostenuta da ferri tondi infissi nel terreno per la delimitazione delle aree di stoccaggio e delle aree operative non in prossimità di insediamenti abitativi;

- barriere di tipo New-jersey in cls, lungo viabilità pubblica, soprattutto in corrispondenza di eventuali aree soggette a transito pedonale;
- transenne metalliche continue costituite da cavalletti e fasce orizzontali di legno o di lamiera di altezza approssimativa 15 cm colorate a bande inclinate bianco/rosso, per la delimitazione delle aree interessate da lavori di breve durata;
- in tutte le fasi lavorative ed in ognuna delle aree di lavoro, le zone di ingombro del braccio degli apparecchi di sollevamento, aumentate di un opportuno franco, dovranno essere delimitate con recinzione realizzata mediante piantoni metallici con bande in plastica colorata, in modo da impedire l'accesso durante le operazioni.

Tutte le recinzioni devono poter essere immediatamente e facilmente individuate anche nelle ore notturne ed in periodi di scarsa visibilità.

#### 4.2.8.1. Ingressi

I cantieri sono dotati di ingressi carrabili e pedonali con cancelli a battente in acciaio, in corrispondenza dei quali sarà apposta la dovuta segnaletica. Verranno tenuti separati gli accessi delle persone da quelli degli autoveicoli, in particolare dei mezzi pesanti. Gli accessi verso l'esterno saranno sempre tenuti con portoni sorvegliati o chiusi durante il giorno e chiusi con catena e lucchetti di sicurezza durante la sera e comunque durante eventuali periodi di fermo del cantiere.

#### 4.2.9. MITIGAZIONE DEI CANTIERI

In linea generale si prevedono:

- Mitigazione da polveri e rumore in prossimità degli abitati;
- Mitigazione da polveri per i campi agricoli e le aree boscate confinanti;
- Mitigazione da polveri e rumore in prossimità dei corsi d'acqua
- Mitigazione visiva delle aree cantiere.

In fase di esecuzione dei lavori saranno mantenute le viabilità esistenti nello status quo, prevedendo interventi di mitigazione quali bagnatura delle viabilità, pulitura periodica delle stesse, mantenimento di velocità ridotte al fine di limitare le emissioni sonore e di polveri, ecc. A lavori ultimati le aree interessate dalle cantierizzazioni saranno ripristinate alle condizioni precedenti l'inizio dei lavori.

Nella fase di pianificazione del processo di cantierizzazione dell'opera è stata posta particolare attenzione ai tragitti dei veicoli per il carico e lo scarico merci e la movimentazione delle materie in modo da evitare il più possibile il transito dei veicoli pesanti all'interno delle aree urbanizzate.

Saranno utilizzati mezzi d'opera omologati rispetto ai limiti di emissione stabiliti dalle più recenti norme nazionali e comunitarie alla data di inizio lavori.

Durante l'esecuzione delle opere, le attività di perforazione e scavo saranno realizzate mediante l'utilizzo di fango stabilizzante a biopolimeri in luogo di fanghi bentonitici o polimerici. In tal modo si previene la compromissione della falda legata questi ultimi.

Si provvederà inoltre all'inserimento di sedimentatori per l'abbattimento dei solidi sospesi e di manufatti disoleatori per la componente leggera non miscibile.

Con riferimento alla notevole quantità di materiali di scavo, in esubero rispetto ai fabbisogni di progetto per la realizzazione dell'infrastruttura, sono state individuate le aree destinate al deposito definitivo, rappresentate da 3 cave, tutte ubicate nelle immediate vicinanze del tracciato.

Col materiale proveniente dallo scotico verranno creati degli accumuli temporanei di altezza non superiore ad 2 mt d'altezza con sezione trapezoidale avente la base minore non superiore a 3 mt al fine di evitare alterazioni nelle caratteristiche del terreno e qualora la base abbia dimensioni maggiori di 3 mt l'altezza dei cumuli verrà contenuta entro 1 mt.

A seconda poi della durata della fase di cantierizzazione sarà prevista sullo strato edafico la realizzazione di un inerbimento temporaneo, con specie erbacee annuali e perenni pioniere autoctone allo scopo di garantire una rapida stabilizzazione della massa movimentata e per favorire i processi di ricolonizzazione microbiologica del suolo.

Terminati i lavori il terreno sarà ridistribuito rispettando l'originaria stratigrafia.

L'impatto sulla qualità dei suoli e l'interferenza con le falde sono stati minimizzati prevedendo il trattamento delle acque di dilavamento delle aree di cantiere. Inoltre, per le medesime acque di dilavamento è previsto il collettamento ed il rilascio diretto a ricettore, evitando sempre lo scarico al suolo e prevenendo l'attivarsi di processi erosivi.

#### 4.3. FASI DI COSTRUZIONE

L'organizzazione dei lavori è stata studiata in modo da ottimizzare le risorse, per esplicitare le propedeuticità e soprattutto per organizzare la sequenza delle lavorazioni in modo da limitare al minimo l'interferenza delle lavorazioni stesse con il traffico veicolare esistente e sulle viabilità locali.

La lavorazione critica dell'intero lotto è dovuta alla realizzazione di due gallerie entrambe da realizzare con metodologia di scavo in tradizionale, nello specifico la GN01 e la GN02.

Per la prima galleria si prevede uno scavo in galleria naturale pari a circa 230 m, mentre per la seconda galleria si prevede uno scavo in galleria naturale di circa 750m.

Al fine di ridurre l'impatto sul territorio si è scelto di vincolare la realizzazione dell'intero lotto ai tempi di realizzazione della seconda galleria compresi i due cunicoli di fuga lunghi L=160 m e L=154 m.

##### 4.3.1. FASE 0

L'inizio delle attività relative alla costruzione dell'opera sarà preceduta da una "fase 0" costituita da una serie di attività preliminari.

Saranno quindi eseguiti gli espropri necessari, la risoluzione delle interferenze a cura degli enti gestori, si effettueranno le bonifiche degli ordigni bellici, saranno eseguite tutte le piste di cantiere sia quelle lungo il tracciato che quelle necessarie alla realizzazione delle opere d'arte e saranno allestiti i cantieri operativi in quanto cantieri fissi durante tutte le fasi dei lavori ed il campo base. Le aree tecniche saranno man mano che si procederà alla realizzazione delle opere.

##### 4.3.2. FASE 1

Durante la Fase 1 inizieranno fin da subito i lavori relativi alla realizzazione della galleria GN02, parallelamente saranno avviati tutti i lavori non interferenti, in quanto situati in punti del tracciato sufficientemente distanti tra loro.

Queste lavorazioni sono relative alle seguenti opere:

- connessione di inizio tracciato con la rotatoria del lotto precedente e deviazione provvisoria alla Pk. 1+160;
- viadotto S. Antonio;

Secondo le indicazioni del programma lavori si susseguiranno in cascata le lavorazioni suddividendo le squadre di lavoro secondo le seguenti attività:

- Intersezioni e nuove viabilità;
- Opere in sotterraneo;

- Opere d'Arte principali (viadotti, sottopassi, cavalcavia, ponti);
- Opere idrauliche;
- Opere di sostegno;
- Corpo stradale.

Al completamento dello scavo della galleria naturale più lunga ovvero quella con scavo in naturale (GN02), si effettueranno gli scavi per i due cunicoli di fuga pedonale, a seguire i completamenti.

La realizzazione dello scavo della galleria artificiale alla Pk.1+160.00 sarà anticipata dalla realizzazione di una viabilità provvisoria, necessaria per ricucire via Campolungo e permettere anche la realizzazione della spalla e pila lato Fano del viadotto S. Antonio.

Anche prima della realizzazione della galleria artificiale alla Pk.1+700.00 sarà necessario effettuare una deviazione provvisoria per ricucire Strada S. Andrea in Corona e permettere l'accesso ad una abitazione privata.

L'ultima deviazione da effettuare sarà quella relativa alla realizzazione della rotonda a fine lotto.

Le parti di corpo stradale (trincea/rilevato) seguiranno le fasi di realizzazione delle opere in quanto sarà necessario utilizzare parte del sedime della nuova viabilità come area tecnica.

#### 4.3.3. FASE 2

Le lavorazioni della fase 2 sono costituite da tutte quelle che riguardano il completamento dei lavori, queste attività possono essere schematicamente distinte:

- pavimentazioni stradali;
- Barriere antirumore;
- Impianti;
- Fossi di guardia, canalette, embrici;
- Opere di finitura e segnaletica;
- Opere ambientali e mitigazioni.

Queste lavorazioni anche se saranno ultimane tutte con la data di fine lavori, come previsto dal crono programma, non interferiranno tra loro in quanto alcune attività inizieranno in modo sfalsato temporalmente e comunque saranno avviate in punti diversi del tracciato.

## 5. MODALITÀ COSTRUTTIVE DELLE OPERE

Le fondazioni dei viadotti sono realizzate su pali di medio diametro ( $\varnothing 450$ ), armati con tubolare in acciaio e realizzati mediante perforazione a rotazione o rotopercussione.

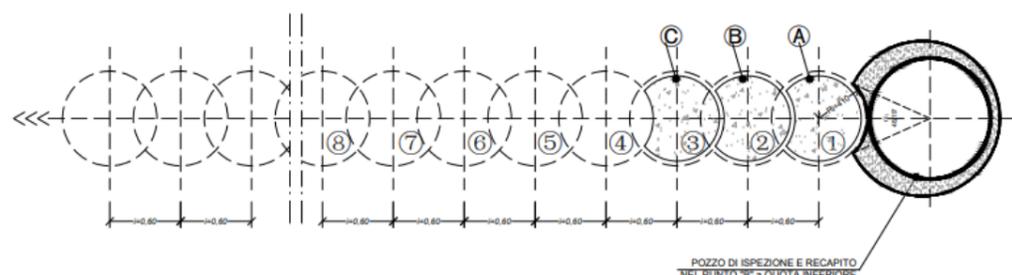
I pali di grande diametro ( $\varnothing 1000$ ) sono realizzati mediante perforazione a rotazione o rotopercussione e impiego di fanghi bentonitici per il sostegno delle pareti del foro.

Gli interventi di stabilizzazione previsti lungo il tracciato sono:

- Barriere paramassi;
- Consolidamento del versante mediante stesa di una geostuoia antiersiva e rete metallica in aderenza con chiodatura di ancoraggio;
- Intervento di regimazione delle acque (canale di raccolta delle acque) e intervento di drenaggio mediante trincee profonde (pali secanti in ghiaia).

Si riportano di seguito le fasi esecutive per la realizzazione della trincea drenante:

PLANIMETRIA TRINCEA DRENANTE



1. Scavo del palo (1)
2. Posa in opera del tubo gobbo (A)
3. Riempimento con materiale drenante del palo (1)
4. Scavo del palo (2)
5. Posa in opera del tubo gobbo (B)
6. Riempimento con materiale drenante del palo (2)
7. Estrazione del tubo gobbo (A)
8. Scavo del palo (3)
9. Posa in opera del tubo gobbo (C)
10. Riempimento con materiale drenante del palo (3)
11. Per i pali successivi al palo (3) si ripete lo scavo come per i pali (1), (2), (3) con i tubi gobbi (A), (B), (C) rispettivamente.

Diametro trivellazione palo  $\varnothing 800$  mm, interasse pali  $i=600$  mm.

I pozzi di ispezione ( $\varnothing 1500$  mm) sono realizzati mediante trivellazione, con tubo forma e finestra asolata alla base, mentre la posa in opera della tubazione di collegamento tra i pozzi di ispezione e quella verso il recapito finale è realizzata con trivellazione orizzontale controllata.

Le gallerie saranno scavate con metodo tradizionale, a piena sezione, previa realizzazione degli imbocchi attraverso berlinesi di sostegno del versante.

Si prevede l'applicazione delle seguenti sezioni tipo:

A1: prevista in contesti geomeccanici particolarmente favorevoli, per le quali è previsto un presostegno al contorno con chiodi di tipo SWELLEX

B0: prevista nelle tratte omogenee in cui lo stato deformativo comincia ad evolvere verso una configurazione instabile

B0v: prevista nelle tratte omogenee in cui lo stato deformativo comincia ad evolvere verso una configurazione instabile ed in presenza di intense fratturazioni

C1: prevista in prossimità dell'imbocco est della galleria Mercatello 2, in terreni di modeste caratteristiche meccaniche e basse coperture

In presenza di ammassi poco fratturati, e solo in caso di applicazione della sezione tipo A1, lo scavo potrà avvenire mediante abbattimento della roccia con esplosivo.

Per quanto riguarda tutte le altre tratte delle gallerie, e per le sezioni tipo B0, B0v e C1, dove lo scavo avviene in ammassi rocciosi fratturati ed in terreni (C1), l'abbattimento dell'ammasso avverrà mediante mezzi meccanici, tipicamente martellone.

Le lavorazioni in sotterraneo seguiranno il seguente ciclo:

1. esecuzione sul fronte di avanzamento di uno strato di spritz beton e di drenaggi ove necessario;
2. presostegno al contorno del cavo mediante tubi metallici iniettati, intervento previsto per la sola sezione tipo B0v;
3. preconsolidamento del fronte e del contorno per mezzo di elementi in VTR cementati/iniettati, per la sezione tipo C1;
4. scavo: esecuzione scavo a piena sezione per singoli sfondi di lunghezza variabile, in funzione della sezione tipo applicata, sagomando in ogni caso il fronte a forma concava;
5. rivestimento di prima fase: posa in opera di centine metalliche e spritz beton;
6. posa impermeabilizzazione e sistema di drenaggio;
7. getto di murette ed arco rovescio;
8. getto del rivestimento definitivo.

## 6. MODALITÀ ESECUTIVE DELLE OPERE IDRAULICHE

Le opere idrauliche si dividono tra quelle legate al drenaggio delle acque stradali interne ed esterne dell'infrastruttura in progetto e quelle invece relative al reticolo idrografico maggiore e minore progettate in modo tale che l'infrastruttura di progetto sia trasparente rispetto al loro deflusso.

Tra le prime vi sono i dispositivi di raccolta quali embrici, caditoie e cunette triangolari ed i dispositivi di convogliamento quali fossi di guardia e collettori correlate dai dispositivi di controllo, accumulo e laminazione con valenza quali – quantitativa quali le vasche di prima pioggia e laminazione.

Le lavorazioni per la posa delle suddette opere di norma seguiranno il seguente ciclo:

1. esecuzione di uno scavo a sezione obbligata sul terreno indisturbato ovvero nel rilevato stradale a seconda delle quote di progetto;
2. protezione dei fronti di scavo mediante l'impiego ove necessario di opportuni casseri di sostegno delle terre ovvero loro svasatura secondo l'angolo di naturale declivio del terreno;
3. aggettamento e controllo delle acque di falda/meteoriche;
4. costituzione del piano di posa con materiale arido stabilizzato e posa nella fossa della canalizzazione ovvero dei pozzetti di ispezione e dei dispositivi di intercettazione;
5. realizzazione dei collegamenti idraulici tra le opere che costituiscono la rete di drenaggio;
6. rinterro della trincea nel rispetto delle caratteristiche previste in sede di capitolato speciale d'appalto in termini di impiego di materiale idoneo e grado di compattazione desiderato;
7. protezione anti erosiva del recapito dell'emissario mediante elementi costituiti da gabbioni metallici e materassi riempiti con scapolame calcareo di pezzatura e caratteristiche adeguate.

Per quanto riguarda le vasche prefabbricate che dovranno svolgere la funzione di controllo, accumulo e laminazione con valenza quali – quantitativa si prevedono le seguenti attività:

1. esecuzione di uno scavo a sezione obbligata sul terreno indisturbato ovvero nel rilevato stradale a seconda delle quote di progetto;
2. protezione dei fronti di scavo mediante l'impiego ove necessario di opportuni casseri di sostegno delle terre ovvero loro svasatura secondo l'angolo di naturale declivio del terreno;
3. aggettamento e controllo delle acque di falda/meteoriche;
4. costituzione del piano di posa con soletta in calcestruzzo nel rispetto delle caratteristiche previste in sede di capitolato speciale d'appalto ed eventuali opere di raccordo e sostegno in c.a. nel rispetto delle NTC 2018;
5. movimentazione e posa nella fossa dei manufatti prefabbricati;
6. realizzazione dei collegamenti idraulici tra le opere che costituiscono la rete di drenaggio;
7. rinterro della trincea nel rispetto delle caratteristiche previste in sede di capitolato speciale d'appalto in termini di impiego di materiale idoneo e grado di compattazione desiderato;
8. posa delle apparecchiature elettromeccaniche eventualmente previste e dei dispositivi di protezione ambientale quali i disoliatori;
9. realizzazione dei collegamenti elettrici e dei relativi cablaggi.

Per quanto riguarda le opere idrauliche relative al reticolo idrografico maggiore e minore progettate in modo tale che l'infrastruttura di progetto sia trasparente rispetto al loro deflusso per quanto riguarda i viadotti e gli attraversamenti maggiori si rimanda allo specifico paragrafo relativo alle presenti opere mentre per quanto riguarda i tombini realizzati con condotte in calcestruzzo ovvero in scolarari preformati prefabbricati si riporta quanto segue.

Le lavorazioni per la posa delle suddette opere di norma seguiranno il seguente ciclo:

1. realizzazione di eventuale by-pass in alveo o adiacente allo stesso a seconda del regime di portata dell'elemento interferito e nel rispetto delle autorizzazioni ambientali ricevute;
2. riprofilatura e risezionamento del reticolo idrografico nel rispetto delle sezioni di scavo di progetto;
3. eventuale realizzazione di uno scavo a sezione obbligata sul terreno indisturbato ovvero nel rilevato stradale a seconda delle quote di progetto per ospitare l'elemento prefabbricato di cui trattasi;
4. protezione dei fronti di scavo mediante l'impiego ove necessario di opportuni casseri di sostegno delle terre ovvero loro svasatura secondo l'angolo di naturale declivio del terreno;
5. aggettamento e controllo delle acque di falda/meteoriche;
6. costituzione del piano di posa con soletta in calcestruzzo nel rispetto delle caratteristiche previste in sede di capitolato speciale d'appalto ed eventuali opere di raccordo e sostegno in c.a. nel rispetto delle NTC 2018;
7. movimentazione e posa nella fossa dei manufatti prefabbricati;
8. opere di raccordo e transizione del nuovo tombino con il corso d'acqua interferito mediante elementi costituiti da gabbioni metallici e materassi riempiti con scapolame calcareo di pezzatura e caratteristiche adeguate ovvero in c.a. nel rispetto delle NTC 2018;
9. rinterro della trincea nel rispetto delle caratteristiche previste in sede di capitolato speciale d'appalto in termini di impiego di materiale idoneo e grado di compattazione desiderato.

## 7. SINTESI GESTIONE MATERIE

Il bilancio materie è descritto nel dettaglio nella Relazione del Piano di Utilizzo Terre (elab. T00GE03GEORE01) a cui si rimanda per i dettagli.

In sintesi, il materiale proveniente dagli scavi sarà riutilizzato in cantiere per un volume complessivo di 89.000 mc circa, costituito da 60.000 mc circa riutilizzati per la formazione dei rilevati, 15.000 mc circa per riempimenti e ritombamenti e circa 14.000 mc di terreno vegetale.

Il volume di materiale da rilevato da fornire da cava è pari a circa 300.000 mc, da utilizzare per le operazioni di preparazione del piano di posa e per la formazione di una parte del rilevato stradale.

Il volume complessivo dei materiali in esubero da smaltire presso impianti di recupero e/o siti di smaltimento definitivo è pari a circa 260.000 mc (volume geometrico), che corrisponde ad un volume smosso di circa 520.000 t.

Per il calcolo dei traffici si considera il volume complessivo del materiale movimentato e l'intervallo di tempo entro il quale lo stesso sarà movimentato.

Con riferimento al cronoprogramma, che prevede una durata complessiva di 800 gg, nel calcolo si considera cautelativamente un numero di giorni pari a 700. Considerando una capacità dei mezzi pari a circa 35 t, ne consegue che il numero medio di viaggi è pari a circa 23 viaggi giornalieri per lo smaltimento e 26 viaggi giorno per le forniture.

## 8. INTERVENTI DI INSERIMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO

A seguito dei risultati dell'analisi ambientale e paesaggistica sono stati individuati i seguenti ambiti di intervento ai quali si associano specifiche tipologie vegetazionali. La tavola riporta anche le tipologie di mitigazione ambientale di carattere architettonico, le barriere acustiche per la mitigazione delle criticità del rumore su alcuni recettori e le opere di carattere idraulico per la corretta gestione delle acque di piattaforma.

	AMB_1_01   Riqualificazione ambientale delle aree d'intervento di carattere agricolo
	AMB_1_02   Riqualificazione ambientale delle aree d'intervento di carattere naturale
	AMB_2_01   Ricomposizione della vegetazione ripariale
	AMB_2_02   Ricomposizione della vegetazione di fossi secondari
	AMB_3_01   Fasce di mitigazione con percezione visiva alta
	AMB_3_02   Fasce di mitigazione sulle scarpate del rilevato stradale
	AMB_3_03   Fasce di mitigazione su trincee
	AMB_3_04   Fasce di mitigazione sulle scarpate della viabilità secondaria e inerbimenti
	AMB_4_01   Sistemazione a verde rotatoria
	AMB_4_02   Compensazione e mitigazione paesaggistica e ambientale
	AMB_5_01   Ricomposizione ambientale di imbocchi di galleria
	AMB_6_01   Ripristino dei corridoi ecologici per l'attraversamento faunistico
	AMB_7   Interventi di mitigazione acustica
	AMB_8_01   Mitigazione e valorizzazione architettonica muri e paratie
	AMB_8_02   Qualificazione architettonica impalcato ponti e viadotti
	AMB_8_03   Mitigazione e qualificazione aree tecniche
	AMB_9_01   Interventi di presidio idraulico: vasche di raccolta
	AMB_9_02   Interventi di presidio idraulico: vasche di laminazione
	AMB_9_03   Interventi di presidio idraulico: tombini idraulici

Relativamente alle opere a verde, i principali criteri adottati si riferiscono alla visibilità dell'infrastruttura, al raccordo con le aree circostanti e alla ricucitura dei corridoi ecologici. Gli ambiti di intervento non si sono

limitati a considerare solo le pertinenze stradali legate alla tipologie di opere da realizzare (scarpate rilevati e trincee, imbocchi gallerie, rotatoria), ma anche a coinvolgere piccole superfici adiacenti in quanto intercluse o funzionali per la mitigazione nei riguardi di recettori sensibili o per migliorare il raccordo con le aree naturali circostanti.

Gli interventi seguono quelli di riprofilatura e raccordo morfologico delle aree e delle scarpate, compresi gli interventi di regimazione delle acque.

A seguire si riportano i sestri tipologici di impianto per ciascun ambito, rappresentando graficamente gli alberi e gli arbusti che ne fanno parte. A fianco si riporta l'elenco delle piante potenzialmente utilizzabili che nelle fasi di successivo dettaglio possono essere utilizzate in sostituzione di quelle ipotizzate. Si evidenzia che in tutte le aree di lavoro è prevista la semina di un idoneo miscuglio di sementi differenziato a seconda se si tratta di tratti più o meno pendenti e in base alle condizioni microclimatiche. La finalità è quella di stabilizzare il terreno prima della messa a dimora degli alberi e arbusti.

Per i cantieri la finalità è il ripristino della capacità produttiva delle superfici agricole o la ricomposizione delle aree naturali coinvolte.

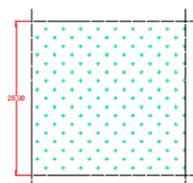
## 8.1. OPERE A VERDE

### 8.1.1. RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE DELLE AREE DI INTERVENTO DI CARATTERE AGRICOLO - AMB 1\_01

Gli interventi che rientrano in tale tipologia consistono nel ripristino delle condizioni morfologiche e pedologiche utili al recupero della capacità d'uso agricolo. Aree che attengono sia a superfici utilizzate quali cantieri (anche provvisori) o impiegate per l'esecuzione dei lavori e che non sono utili in fase di esercizio dell'infrastruttura. Per la riqualificazione di tali terreni è stato considerato che prima dell'inizio dei lavori si accantona lo scotico, ricco di sostanza organica, per una superficie di circa 50 cm, da ricollocare al termine dei lavori in modo da recuperare lo strato di interesse agrario.

Al fine di migliorare le condizioni biologiche del terreno, basilari per la fertilità dello stesso e ristabilire le potenzialità agricole, è prevista la semina di erba medica (*Medicago sativa*) capace di apportare azoto la quale dopo, dopo circa due anni potrà fungere da ammendante mediante il suo interrimento.

AMB\_1\_01 | Riqualificazione ambientale delle aree d'intervento di carattere agricolo



Specie vegetali:

ERBACE  
*Medicago sativa* (erba medica)

Figura 8-1 Riqualificazione Amb 1\_01

### 8.1.2. RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE DELLE AREE D'INTERVENTO DI CARATTERE NATURALE – AMB 1\_02

Gli interventi che rientrano in tale tipologia consistono nel raccordo morfologico e nel recupero delle caratteristiche di fertilità dei suoli attraverso il riporto dello scotico precedentemente accantonato prima dell'inizio dei lavori.

Successivamente si eseguirà la semina di un miscuglio di specie erbacee al fine di una pronta copertura del terreno onde evitare dilavamenti.

Nel dettaglio si ipotizza il seguente miscuglio:

- *Festuca pratensis* 20%,
- *Poa Pratensis* 25%,
- *Lolium perenne* 35%,
- *Trifolium pratense* 10%,
- *Trifolium repens* 10%.

I sestri di impianto previsti sono:

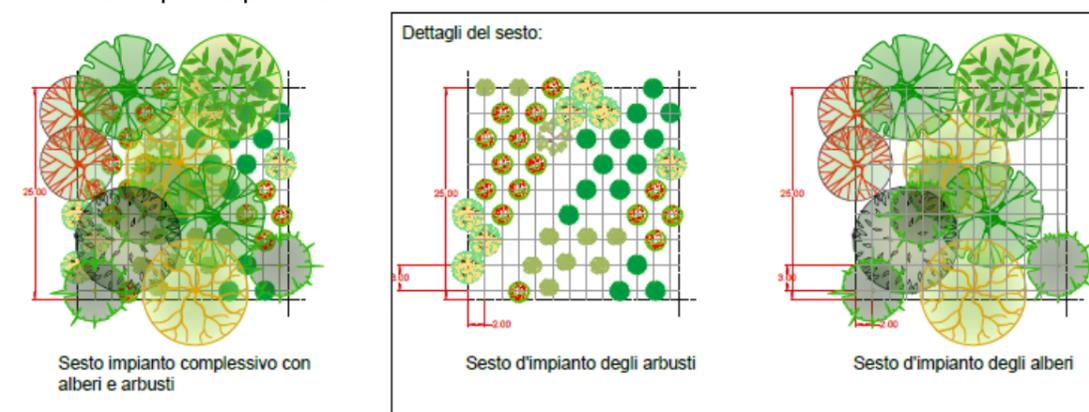


Figura 8-2 AMB 1\_02: Riqualificazione ambientale delle aree cantiere con vegetazione naturale

Le specie potenzialmente utilizzabili sono:

AMB 1_02	SUPERFICIE TOTALE	10397 m <sup>2</sup>
<b>Riqualficazione ambientale delle aree d'intervento di carattere naturale</b>	Percentuale vegetazione	90%
	<b>PIANTE TOTALI</b>	<b>1123</b>
	Rapporto alberi/arbusti	1:4
	<b>ALBERI</b>	<b>225</b>
ALBERI 1° GRANDEZZA		
<i>Ostria carpinifolia (carpino nero)</i>	5%	11
<i>Tilia platyphyllos (tiglio nostrano)</i>	5%	11
<i>Ulmus glabra (olmo montano)</i>	5%	11
ALBERI 2° grandezza		
<i>Carpinus betulus (carpino bianco)</i>	15%	34
<i>Taxus baccata (tasso)</i>	10%	22
ALBERI 3° GRANDEZZA		
<i>Acer campestre (acero campestre)</i>	20%	45
<i>Fraxinus ornus (orniello)</i>	20%	45
ALBERI 4° GRANDEZZA		
<i>Rhamnus alaternus (alaterno)</i>	20%	45
	<b>ARBUSTI</b>	<b>898</b>
<i>Cornus mas (corniolo)</i>	30%	269
<i>Corylus avellana (nocciolo)</i>	15%	135
<i>Crataegus monogyna (biancospino)</i>	15%	135
<i>Euonymus europaeus (berretta del prete)</i>	20%	180
<i>Prunus spinosa (prugnolo)</i>	20%	180

Figura 8-3 Superficie e numero di piante

Figura 8-4 Sesti di impianto tipologico complessivo e singolarmente arbusti e piante

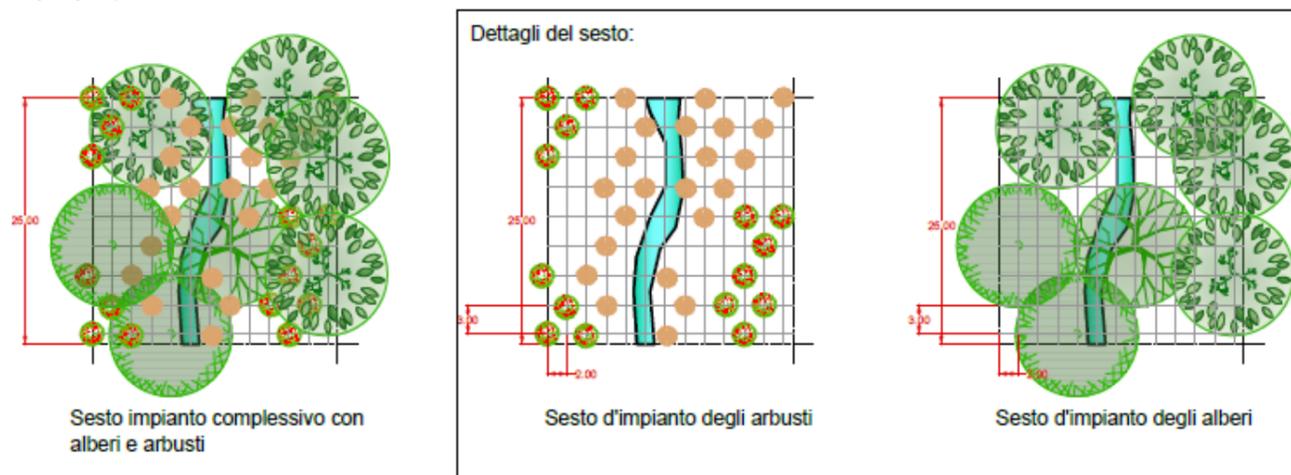
Le specie potenzialmente utilizzabili sono:

AMB 2_01	SUPERFICIE TOTALE	2015 m <sup>2</sup>
<b>Ricomposizione della vegetazione ripariale</b>	Percentuale vegetazione	70%
	<b>PIANTE TOTALI</b>	<b>169</b>
	Rapporto alberi/arbusti	1:5
	<b>ALBERI</b>	<b>28</b>
ALBERI 1° GRANDEZZA		
<i>Alnus glutinosa (ontano nero)</i>	15%	4
<i>Populus alba (pioppo bianco)</i>	20%	6
<i>Populus nigra (pioppo nero)</i>	15%	4
<i>Populus tremula pioppo tremolo</i>	10%	3
ALBERI 2° grandezza		
<i>Salix alba (salice bianco)</i>	25%	7
ALBERI 4° GRANDEZZA		
<i>Sambucus nigra (sambuco)</i>	15%	4
	<b>ARBUSTI</b>	<b>141</b>
<i>Cornus mas (corniolo)</i>	35%	49
<i>Salix caprea (salicone)</i>	35%	49
<i>Salix purpurea (salice rosso)</i>	30%	42

Figura 8-5 Superficie e numero di piante

### 8.1.3. RICOMPOSIZIONE DELLA VEGETAZIONE RIPARIALE - AMB 2\_01

L'intervento è finalizzato alla ricomposizione ambientale delle sponde del Torrente S. Antonio e di un altro corso d'acqua suo affluente, situato tra i due imbocchi delle gallerie. Il torrente è il principale affluente in destra del fiume Metauro e rappresenta un importante corridoio ecologico. L'attraversamento con viadotto permette di mantenere la permeabilità per la fauna e favorire il recupero vegetazionale delle aree di intervento.



### 8.1.4. RICOMPOSIZIONE DELLA VEGETAZIONE DEI FOSSI MINORI - AMB 2\_02

L'intervento riguarda i corsi d'acqua minori con un flusso idrico discontinuo. In queste condizioni la vegetazione che si è insediata è a carattere termo-mesofilo. Di seguito si riportano le foto che rappresentano la situazione lungo il fosso Porcari, prossimo al termine del tracciato in progetto.



Foto 8-1 Siepe con vegetazione termo-mesofila a delimitazione del fosso Porcari



Foto 8-2 Fosso Porcari. Si notano *Crataegus monogyna*, *Corsus Sanguinea*, *Quercus robur*, *Ulmus minor*, *Acer campestre*

Al fine di tenere in considerazione le diverse condizioni microclimatiche degli ambiti territoriali percorsi dai fossi minori è stato ipotizzato un elenco abbastanza ampio di specie.

AMB 2_02	SUPERFICIE TOTALE	4654 m <sup>2</sup>
<b>Ricomposizione della vegetazione di fossi secondari</b>	Percentuale vegetazione	70%
	<b>PIANTE TOTALI</b>	<b>391</b>
	Rapporto alberi/arbusti	1:5
	<b>ALBERI</b>	<b>65</b>
ALBERI 2° GRANDEZZA		
<i>Prunus avium (ciliegio selvatico)</i>	15%	10
<i>Taxus baccata (tasso)</i>	5%	3
ALBERI 3° GRANDEZZA		
<i>Acer campestre (acero campestre)</i>	20%	13
<i>Fraxinus ornus (orniello)</i>	15%	10
<i>Laurus nobilis (alloro)</i>	5%	3
<i>Sorbus aucuparia (sorbo degli uccellatori)</i>	10%	7
ALBERI 4° GRANDEZZA		
<i>Frangula alnus (frangola)</i>	10%	7
<i>Laburnum anagyroides (maggiociondolo)</i>	5%	3
<i>Prunus cerasifera (mirabolano)</i>	5%	3
<i>Rhamnus cathartica (spinocervino)</i>	10%	7
	<b>ARBUSTI</b>	<b>326</b>
<i>Cornus mas (corniolo)</i>	15%	49
<i>Cornus sanguinea (sanguinella)</i>	15%	49
<i>Corylus avellana (nocciole)</i>	15%	49
<i>Crataegus monogyna (biancospino)</i>	10%	33
<i>Euonymus europaeus (berretta del prete)</i>	10%	33
<i>Paliurus spina-christi (spina di Cristo)</i>	10%	33
<i>Prunus spinosa (prugnolo)</i>	15%	49
<i>Viburnum lantana (viburno lantana)</i>	10%	33

Figura 8-6 Superficie e numero di piante

A seguire si riporta il tipologico del sesto di impianto.

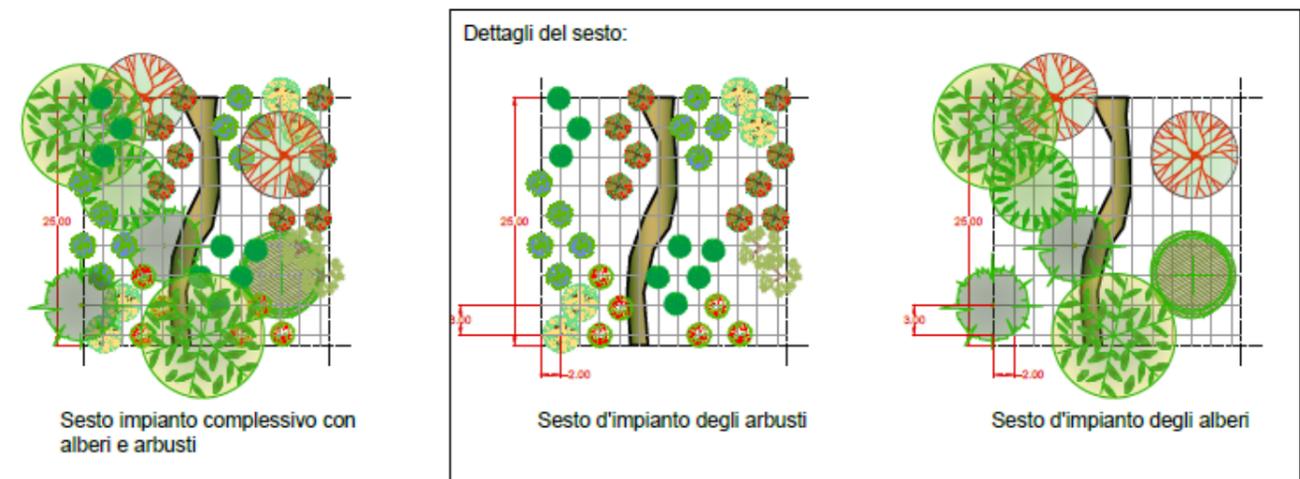


Figura 8-7 Sesto di impianto AMB 2\_02

### 8.1.5. FASCE DI MITIGAZIONE SU RILEVATO CON GRADO DI PERCEZIONE VISIVA ALTA – AMB 3\_01

Uno dei principali criteri considerato per il Progetto degli interventi del verde è stato, come detto nel capitolo 4, il grado di percezione visiva delle aree di intervento. I tratti di maggiore visibilità sono il tratto all'interno del fondovalle del torrente S. Antonio, percorso dalla strada Cà Lillina, il cui ambito di visibilità è comunque circoscritto all'intorno dell'opera viaria. E' prevista la sistemazione delle scarpate con vegetazione arbustiva e arborea a monte e a valle dell'opera viaria. La scelta è dettata, oltre che dalla presenza della viabilità ordinaria, da alcune abitazioni a ridosso della nuova strada. Proseguendo, oltrepassata la strada Cà Lillina, l'ambito di intervento è previsto lungo le scarpate del rilevato esposte a nord, verso alcuni nuclei residenziali, prima e dopo il viadotto per l'attraversamento.

Successivamente, l'ambito è previsto per le scarpate a valle del tratto in rilevato dalla prog 2+570 alla 3+795. Si entra nella vallate del Metauro, percorsa da un tratto della SS 73 definito panoramico nella trasposizione attiva del PPAR nel PRG del comune di Mercatello sul Metauro. Inoltre la vallata si apre e sul versante in sinistra idrografica, come indicato nell'analisi descritta nel capitolo 3, presenta alcuni punti di visuale da sentieri e percorrenze minori. Importanti viste sensibili risultano dalle abitazioni situate in fregio alla SS 73.

Per tale motivo, in questo tratto sono previste anche alcune superfici incluse nell'Ambito 5\_01 "Compensazione e mitigazione paesaggistica e ambientale" e rinaturalizzazioni di piccole superfici di cantiere, confinate fra la nuova e la viabilità esistente.

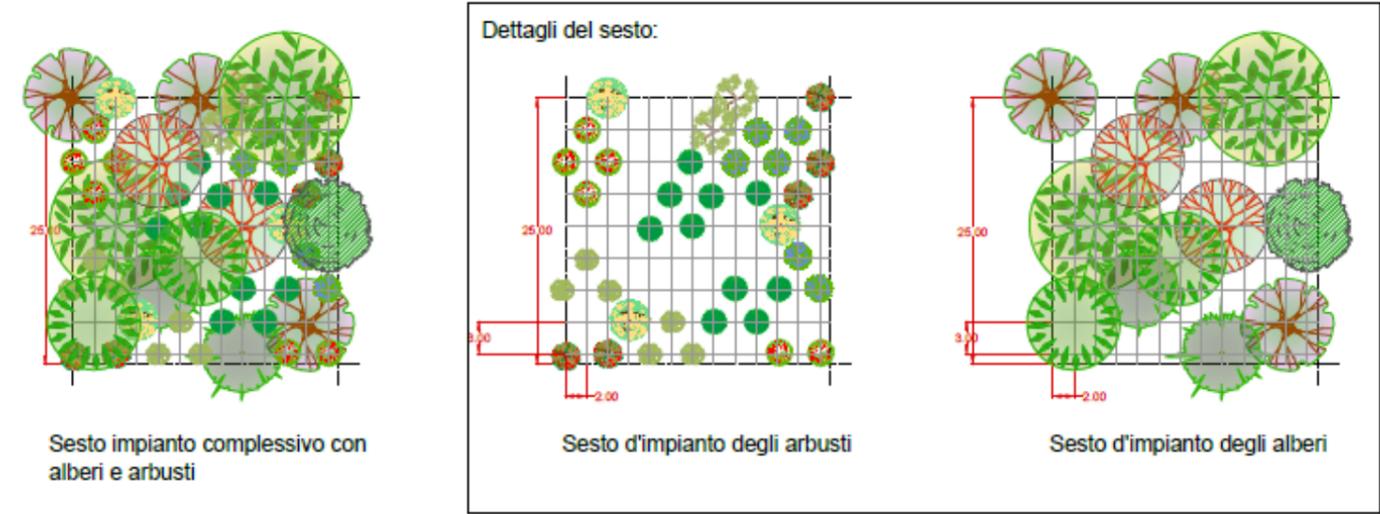


Figura 8-9 sesto di impianto AMB 3\_01. A sinistra quello complessivo e a destra quello con i soli arbusti che chiaramente hanno un sesto più stretto delle specie arboree

AMB 3_01	SUPERFICIE TOTALE	25594
Fasce di mitigazione con percezione visiva alta	Percentuale vegetazione	60%
	PIANTE TOTALI	1843
	Rapporto alberi/arbusti	1:3
	<b>ALBERI</b>	<b>461</b>
ALBERI 1° GRANDEZZA		
<i>Tilia platyphyllos (tiglio nostrano)</i>	5%	23
ALBERI 2° grandezza		
<i>Prunus avium (ciliegio selvatico)</i>	10%	46
<i>Taxus baccata (tasso)</i>	5%	23
ALBERI 3° GRANDEZZA		
<i>Acer campestre (acero campetre)</i>	20%	92
<i>Fraxinus ornus (orniello)</i>	15%	69
<i>Sorbus aucuparia (sorbo degli uccellatori)</i>	5%	23
ALBERI 4° GRANDEZZA		
<i>Acer monspessulanum (acero minore)</i>	10%	46
<i>Cercis siliquastrum (albero di giuda)</i>	10%	46
<i>Frangula alnus (frangola)</i>	10%	46
<i>Rhamnus alaternus (alaterno)</i>	10%	46
	<b>ARBUSTI</b>	<b>1382</b>
<i>Cornus mas (corniolo)</i>	15%	207
<i>Cornus sanguinea (sanguinella)</i>	10%	138
<i>Corylus avellana (nociolo)</i>	10%	138
<i>Cotynus coggygria (scotano)</i>	10%	138
<i>Crataegus monogyna (biancospino)</i>	10%	138
<i>Euonymus europaeus (berretta del prete)</i>	5%	69
<i>Paliurus spina-christi (spina di Cristo)</i>	10%	138
<i>Phillyrea angustifolia (ilatro sottile)</i>	5%	69
<i>Phillyrea latifolia (ilatro)</i>	5%	69
<i>Prunus spinosa (prugnolo)</i>	10%	138
<i>Viburnum lantana (viburno lantana)</i>	10%	138

Figura 8-8 Superficie e numero di piante

### 8.1.6. FASCE DI MITIGAZIONE SU RILEVATO CON GRADO DI PERCEZIONE VISIVA BASSA – AMB 3\_02

E' l'intervento speculare a quello descritto sopra. E' limitato alle sole specie arbustive in quanto, trattandosi di ambiti di minore visibilità, o comunque di minore sensibilità dei punti di visuale, si è cercato solo di mitigare la rottura morfologica della scarpata inserendo al piede degli arbusti.

AMB 3_02	SUPERFICIE TOTALE	33951
Fasce di mitigazione sulle scarpate del rilevato stradale	Percentuale vegetazione	40%
	PIANTE TOTALI	1630
	Rapporto alberi/arbusti	-
	<b>ALBERI</b>	<b>0</b>
	<b>ARBUSTI</b>	<b>1630</b>
<i>Cornus mas (corniolo)</i>	15%	244
<i>Corylus avellana (nociolo)</i>	5%	81
<i>Cotynus coggygria (scotano)</i>	5%	81
<i>Crataegus monogyna (biancospino)</i>	10%	163
<i>Emerus major (cornetta dondolina)</i>	10%	163
<i>Euonymus europaeus (berretta del prete)</i>	5%	81
<i>Paliurus spina-christi (spina di Cristo)</i>	10%	163
<i>Phillyrea angustifolia (ilatro sottile)</i>	5%	81
<i>Phillyrea latifolia (ilatro)</i>	5%	81
<i>Prunus spinosa (prugnolo)</i>	10%	163
<i>Spartium junceum (ginestra odorosa)</i>	15%	244
<i>Viburnum lantana (viburno lantana)</i>	5%	81

Figura 8-10 Superficie e numero di piante

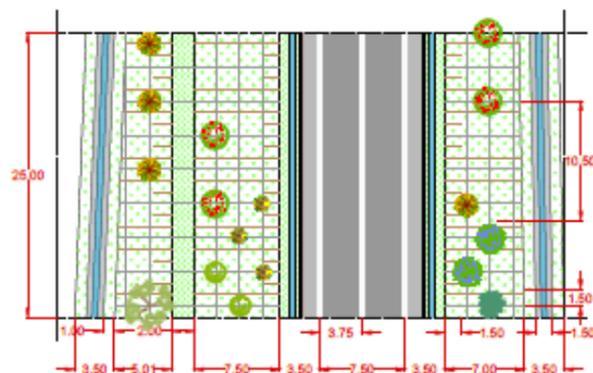


Figura 8-11 AMB\_3\_02 | Fasce di mitigazione con percezione visiva bassa – Sesto di impianto

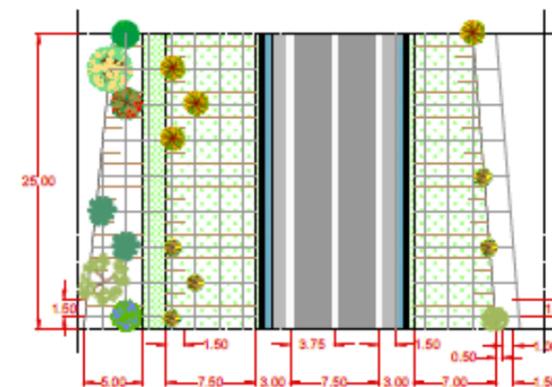


Figura 8-13 AMB\_3\_03 | Fasce di mitigazione su trincee

### 8.1.7. FASCE DI MITIGAZIONE SU TRINCEE AMB 3\_03

L'ambito è circoscritto alle trincee per le quali prevale la stabilizzazione della scarpata integrando eventuali interventi di consolidamento, come i muri alla base. Esso è pertanto focalizzato all'inerbimento delle aree, operazione comune a tutti gli ambiti di intervento, con messa a dimora degli arbusti nella porzione sommitale. A seguire le specie impiegate e i sestini di impianto.

AMB 3_03	SUPERFICIE TOTALE	5597
Fasce di mitigazione su trincee	Percentuale vegetazione	30%
	PIANTE TOTALI	201
	Rapporto alberi/arbusti	-
	<b>ALBERI</b>	<b>0</b>
	<b>ARBUSTI</b>	<b>201</b>
<i>Cornus mas (corniolo)</i>	15%	30
<i>Corylus avellana (nocciolo)</i>	5%	10
<i>Cotynus coggygia (scotano)</i>	5%	10
<i>Crataegus monogyna (biancospino)</i>	10%	20
<i>Emerus major (cornetta dondolina)</i>	10%	20
<i>Euonymus europaeus (berretta del prete)</i>	5%	10
<i>Paliurus spina-christi (spina di Cristo)</i>	10%	20
<i>Phillyrea angustifolia (ilatro sottile)</i>	5%	10
<i>Phillyrea latifolia (ilatro)</i>	5%	10
<i>Prunus spinosa (prugnolo)</i>	10%	20
<i>Spartium junceum (ginestra odorosa)</i>	15%	30
<i>Viburnum lantana (viburno lantana)</i>	5%	10

Figura 8-12 Superficie e numero di piante

### 8.1.8. SISTEMAZIONE A VERDE ROTATORIA PER FANO – AMB 4\_01

La rotatoria è situata al termine del tracciato in progetto, funzionale all'innesto con la SS 73. Essa si può considerare simbolicamente il punto di entrata a Mercatello sul Metauro, situata anche dove inizia il tratto della statale indicato come panoramico nella tavola delle tutele del PRG. La particolarità è anche che è prossima al fiume Metauro.

Questi elementi portano ad affrontare la progettazione della rotatoria come elemento unitario, all'interno del quale sono definite tipologie vegetazionali differenti fra la superficie centrale e le scarpate a monte e a valle del raccordo stradale.

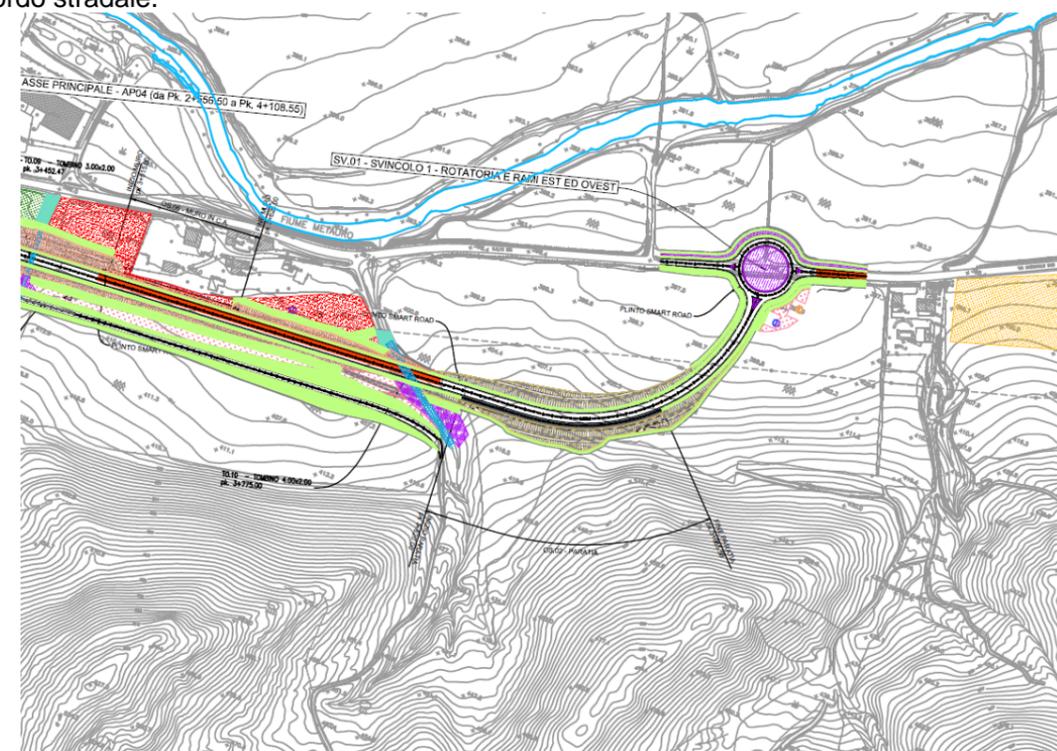


Figura 8-14 Posizione della rotatoria rispetto al fiume Metauro

Al centro della rotatoria è previsto un nucleo arboreo al centro, con specie ad altezza contenuta, seguite verso la periferia da arbusti via via più bassi. La sistemazione delle scarpate prevede inerbimenti con qualche arbusto verso il fiume Metauro. Le specie indicate sono:

AMB 4_01	SUPERFICIE TOTALE	1378
Sistemazione a verde rotatoria	Percentuale vegetazione	80%
	PIANTE TOTALI	132
	Rapporto alberi/arbusti	1:3
<b>ALBERI</b>		<b>6</b>
ALBERI 3° GRANDEZZA		
<i>Acer campestre (acero campetre)</i>	20%	1
ALBERI 4° GRANDEZZA		
<i>Acer monspessulanum (acero minore)</i>	15%	1
<i>Cercis siliquastrum (albero di giuda)</i>	30%	2
<i>Laburnum anagyroides (maggiociondolo)</i>	15%	1
<i>Prunus cerasifera (mirabolano)</i>	20%	1
<b>ARBUSTI</b>		<b>126</b>
<i>Cerastium tomentosum (cerastio)</i>	12%	15
<i>Cistus creticus (cisto rosso)</i>	11%	14
<i>Corylus avellana 'Red Majestic' (noccio)</i>	3%	4
<i>Cotynus coggygria 'Royal Purple' (scotano)</i>	3%	4
<i>Crataegus monogyna (biancospino)</i>	3%	4
<i>Emerus major cornetta (dondolina)</i>	5%	6
<i>Helichrysum italicum (elicriso)</i>	11%	14
<i>Perovskia atriplicifolia (salvia russa)</i>	5%	6
<i>Phlomis fruticosa (salvione giallo)</i>	5%	6
<i>Prunus spinosa (prugnolo)</i>	6%	8
<i>Salvia greggii (salvia da fiore)</i>	11%	14
<i>Salvia rosmarino (rosmarino)</i>	12%	15
<i>Spartium junceum (ginestra odorosa)</i>	5%	6
<i>Viburnum opulus (viburno palla di neve)</i>	3%	4
<i>Viburnum tinus (viburno tino)</i>	5%	6

Figura 8-15 Superficie e numero di piante

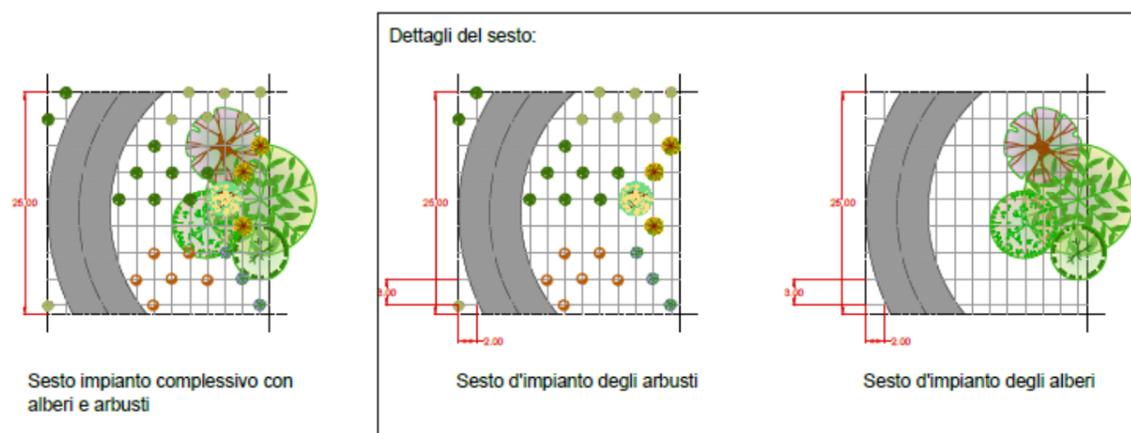


Figura 8-16 Sesti di impianto rotatoria AMB 4\_01

### 8.1.9. COMPENSAZIONE E MITIGAZIONE PAESAGGISTICA E AMBIENTALE - AMB 4\_02

In tale ambito rientrano una serie di superfici di piccole dimensioni, presenti praticamente lungo tutto il tracciato, generalmente intercluse o situate in prossimità di ricettori sensibili. In alcuni casi si è operato per un rafforzamento della connessione ecologica esistente.

A seguire lo schema di impianto. Successivamente si riporta l'elenco delle specie proposto.

#### AMB\_4\_02 | Compensazione e mitigazione paesaggistica e ambientale

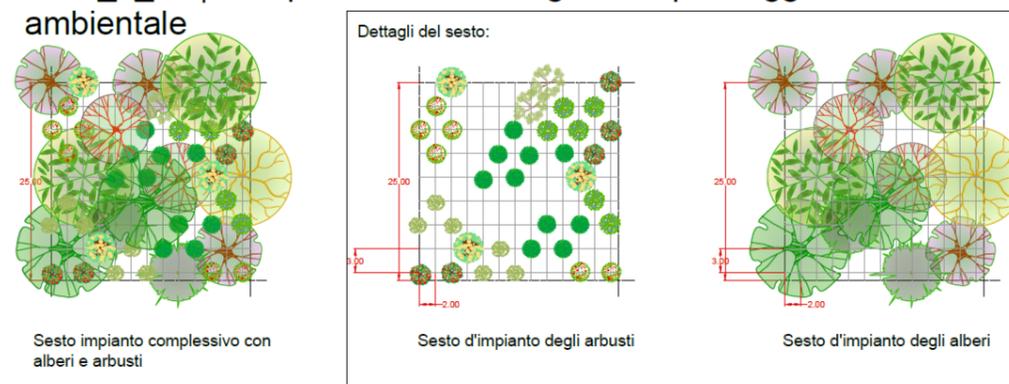


Figura 8-17 Sesto di impianto per le superfici a compensazione o mitigazione paesaggistica e ambientale

AMB 4_02	SUPERFICIE TOTALE	11613
Compensazione e mitigazione paesaggistica e ambientale	Percentuale vegetazione	70%
	PIANTE TOTALI	975
	Rapporto alberi/arbusti	1:3
<b>ALBERI</b>		<b>244</b>
ALBERI 1° GRANDEZZA		
<i>Acer pseudoplatanus (acero di monte)</i>	5%	12
<i>Tilia platyphyllos (tiglio nostrano)</i>	5%	12
ALBERI 2° GRANDEZZA		
<i>Carpinus betulus (carpino bianco)</i>	5%	12
<i>Prunus avium (ciliegio selvatico)</i>	10%	24
<i>Taxus baccata (tasso)</i>	5%	12
ALBERI 3° GRANDEZZA		
<i>Acer campestre (acero campetre)</i>	15%	37
<i>Fraxinus ornus (orniello)</i>	15%	37
<i>Sorbus aucuparia (sorbo degli uccellatori)</i>	5%	12
ALBERI 4° GRANDEZZA		
<i>Acer monspessulanum (acero minore)</i>	10%	24
<i>Cercis siliquastrum (albero di giuda)</i>	10%	24
<i>Frangula alnus (frangola)</i>	5%	12
<i>Rhamnus alaternus (alaterno)</i>	5%	12
<i>Rhamnus cathartica (spinocervino)</i>	5%	12
<b>ARBUSTI</b>		<b>732</b>
<i>Cornus mas (corniolo)</i>	15%	110
<i>Cornus sanguinea (sanguinella)</i>	10%	73
<i>Corylus avellana (noccio)</i>	10%	73
<i>Cotynus coggygria (scotano)</i>	10%	73
<i>Crataegus monogyna (biancospino)</i>	10%	73
<i>Euonymus europaeus (berretta del prete)</i>	5%	37
<i>Paliurus spina-christi (spina di Cristo)</i>	10%	73
<i>Phillyrea angustifolia (ilatro sottile)</i>	5%	37
<i>Phillyrea latifolia (ilatro)</i>	5%	37
<i>Prunus spinosa (prugnolo)</i>	10%	73
<i>Viburnum lantana (viburno lantana)</i>	10%	73

Figura 8-18 Superficie e numero di piante

### 8.1.10. RIPRISTINO AMBIENTALE IMBOCCHI GALLERIE AMB\_5.01

Gli imbocchi in galleria sono ubicati in un contesto montano, caratterizzato dalla prevalenza delle formazioni boscate in prevalenza di Cerro.

Generalmente le superfici subito a ridosso degli imbocchi sono caratterizzati da pendenza accentuate che presuppongono interventi volti a favorire la componente arbustiva, caratterizzata da una elevata capacità di stabilizzazione del suolo, preparatoria per l'insediamento delle specie arboree.

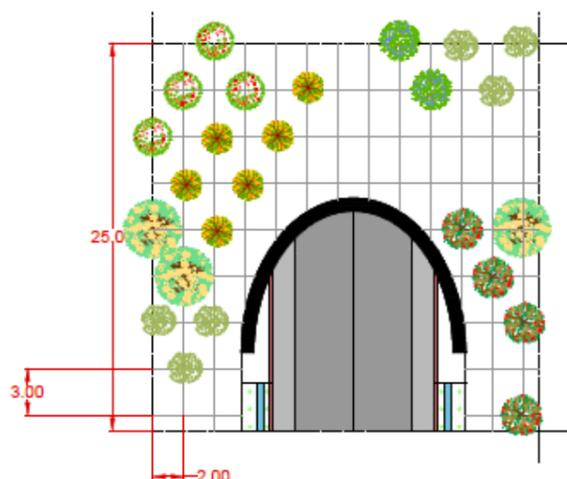


Figura 8-19 Sesto di impianto imbocchi gallerie

Le specie potenzialmente utilizzabili sono:

AMB 5_01	SUPERFICIE TOTALE	5831
Ricomposizione ambientale di imbocchi di galleria	Percentuale vegetazione	50%
	PIANTE TOTALI	350
	Rapporto alberi/arbusti	-
	<b>ALBERI</b>	<b>0</b>
	<b>ARBUSTI</b>	<b>350</b>
Cornus mas (corniolo)	20%	40
Cotynus coggygria (scotano)	5%	10
Crataegus monogyna (biancospino)	5%	10
Emerus major (cornetta dondolina)	20%	40
Euonymus europaeus (berretta del prete)	20%	40
Paliurus spina-christi (spina di Cristo)	10%	20
Prunus spinosa (prugnolo)	10%	20
Spartium junceum (ginestra odorosa)	10%	20

Figura 8-20 Superficie e numero di piante

### 8.1.11. RIPRISTINO DEI CORRIDOI ECOLOGICI PER L'ATTRAVERSAMENTO FAUNISTICO AMB 6\_01

Il ripristino dei corridoi ecologici è importante per garantire la permeabilità dell'opera viaria per il passaggio della fauna. Essi riguardano punti nei quali sono previste opere idraulica da adattare in accordo con le linee

PROGETTAZIONE ATI:

guida prese come riferimento nell'ambito della Verifica REM. La sistemazione riguarda sostanzialmente la ricucitura con gli elementi lineari che sono stati interrotti dall'opera stradale e per i quali sono stati lasciati dei potenziali passaggi, costituiti da sottopassi stradali e dalle opere idrauliche, sciolari e tombini.

Le specie vegetali ipotizzate per gli imbocchi sono:

AMB 6_01	SUPERFICIE TOTALE	1372
Ripristino dei corridoi ecologici per l'attraversamento faunistico	Percentuale vegetazione	50%
	PIANTE TOTALI	82
	Rapporto alberi/arbusti	-
	<b>ALBERI</b>	<b>0</b>
	<b>ARBUSTI</b>	<b>82</b>
Cornus mas corniolo)	20%	40
Cornus sanguinea sanguinella)	20%	40
Euonymus europaeus (berretta del prete)	20%	40
Prunus spinosa (prugnolo)	20%	40
Viburnum lantana (viburno lantana)	20%	40

Figura 8-21 Superficie e numero di piante

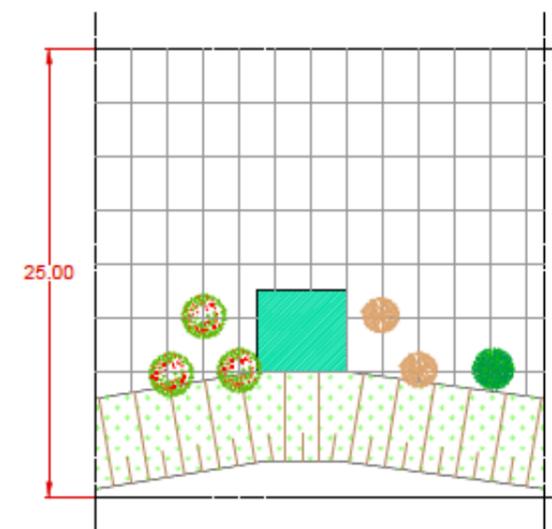


Figura 8-22 Sesto di impianto ai lati dell'uscita dall'attraversamento faunistico

Agli interventi legati alla connessione ecologica si associano quelli di carattere preventivo determinati dalla recinzione antintrusione lungo l'intero tratto stradale e la messa in opera di dissuasori luminosi per fauna terrestre in corrispondenza delle scarpate dei rilevati con l'eccezione delle aree di accesso dei tombini idraulici individuati per mantenere la connessione faunistica e dei sottopassi stradali per la viabilità secondaria [1 ogni 25 mt per corsia].

## 8.2. INDICAZIONI OPERATIVE

### 8.2.1. SPECIE VEGETALI

Relativamente allo specifico della scelta delle essenze vegetali previste per le opere a verde, poi definite e associate nei relativi abachi per le piantagioni, queste sono rispondenti ai seguenti criteri generali:

- Essenze autoctone; le specie e le varietà previste sono tutte endemiche e diffuse negli areali limitrofi, si veda a tale proposito anche quanto indicato negli elaborati relativi alla vegetazione esistente. Con ciò si è perseguita la finalità di tendere al maggiore inserimento ambientale possibile, ricollegandosi con quanto naturalmente esistente nell'intorno.
- Essenze che minimizzano le cure colturali; le essenze scelte assicurano al contempo la loro compatibilità al clima, ai suoli presenti e alle giaciture esistenti, nonché un più sicuro attecchimento delle nuove piantagioni e la crescita nel tempo con le minime cure manutentive.

Le scelte definitive con cui sono state selezionate le essenze vegetali previste e di seguito illustrate discendono dalle considerazioni e dai criteri sopra indicati. Nelle considerazioni sviluppate per tali scelte si è anche tenuto conto di quanto prescritto dalla D.G.R. n. 603/2015, "Regolamento del Verde Urbano e delle formazioni vegetali caratterizzanti il paesaggio rurale marchigiano". A tal proposito e in riferimento all'art. 22, della stessa D.G.R. si specifica sin d'ora, che le specie di *Populus* successivamente indicate, sono individui maschili e, pertanto rispettano la richiamata norma.

Le essenze vegetali, sia arboree che arbustive che saranno impiegate nelle sistemazioni previste negli elaborati grafici, le cui associazioni e sestri di impianto sono individuate negli abachi relativi agli ambiti di impiego, dovranno essere tutte fornite in contenitore, includendo in ciò anche le fitocelle, e, salvo casi specifici e per ragioni di forza maggiore, non dovranno essere poste a dimora piante a radice nuda.

### 8.2.2. INTERVENTI DI NATURA PEDOLOGICA

Il terreno vegetale (strato più superficiale, orientativamente di 30 - 50 cm) sarà asportato e accantonato in cumuli con pendenze limitate e/o con sistemazioni idrauliche per rallentare i deflussi superficiali e quindi per evitarne il dilavamento.

In caso di accantonamento di lungo periodo, sia per evitare il dilavamento, sia per evitare fenomeni di alterazione biochimica del terreno, i cumuli saranno rinverditi mediante un miscuglio di specie erbacee costituito da graminacee e leguminose. Anche gli altri strati, più profondi, saranno accumulati separatamente.

Le precauzioni relative al terreno fertile e, comunque, l'accantonamento separato di ciascuno strato, è necessario affinché, ricollocando tali strati per effettuare i ripristini di suolo, si riuscirà a mantenere la medesima seriazione naturale del terreno. Le aree su cui va ricollocato il terreno fertile, preferibilmente le superfici sulle quali verranno effettuati gli "interventi di inserimento e integrazione" e gli "interventi di recupero e ripristino ambientale", saranno preventivamente bonificate da ogni tipo di rifiuto di cantiere e lavorate.

Le aree di cantiere che saranno restituite ai proprietari saranno seminate con una coltura leguminosa da sovescio in modo da far riprendere l'attività biologica dei microorganismi, utile per la fertilità del suolo.

Nelle zone che dovranno accogliere le essenze arboree ed arbustive principali, dovranno venire predisposte delle apposite buche, aventi una profondità non inferiore ai 30 cm, per consentire un buon radicamento delle piante e quindi lo strato di terreno vegetale dovrà essere di spessore adeguato.

### 8.2.3. TECNICHE DI INERBIMENTO

Esso sarà eseguito in due modi alternativi:

- mediante semina manuale del miscuglio 2 o 3 seguita dalla concimazione e dall'irrigazione se situati in aree pianeggianti;
- mediante idrosemina costituita da seme, concime, collante e pacciamatura del miscuglio 1 e 3 se utilizzato in superfici pendenti (scarpate di rilevati e trincee) nella quantità di circa 180-200gr/m<sup>2</sup>, facendo attenzione al rapporto graminacee/leguminose a seconda della semina autunnale o primaverile. Nel miscuglio primaverile si consiglia di aumentare la percentuale delle leguminose al 20%.

Relativamente alla concimazione minerale si prevedono le seguenti quantità ad ettaro di elementi nutritivi.

- Azoto 100-120 unità;
- Fosforo 120 unità.

Come detto sopra, prima dell'inizio dei lavori si eseguirà lo scotico del terreno superficiale, il quale sarà accantonato in un'area del piazzale e, nel caso rimanga stoccato per qualche mese, opportunamente inerbato con un miscuglio di essenze erbacee costituito dalle sementi individuate nei rispettivi ambiti e secondo le percentuali relative delle diverse essenze sempre indicate nei rispettivi ambiti. In fase di ricomposizione finale tale frazione di suolo sarà ridistribuita e costituirà il supporto per l'impianto della vegetazione.

### 8.2.4. PIANTAGIONI

Relativamente alla messa a dimora si seguirà un approccio diverso a seconda se si mettono a dimora piante di 2-3 anni o piante adulte.

Consigliando le piante in contenitori i periodi di impianto devono essere dall'autunno (periodo ottimale) al mese di marzo.

#### Piante giovani

Le piante di età 2-3 anni devono essere poste in buche delle dimensioni di 0,40 x 0,40 x 0,40 m. Esse devono essere messe a dimora con l'apparato radicale disposto secondo il naturale sviluppo, ben disteso, in modo da non provocare nelle radici e nel fusto delle piantine piegature anomale, escoriazioni o rotture. Il contenitore, al momento della messa a dimora della pianta, dovrà essere rimosso per essere successivamente riutilizzato o portato a discarica.



Figura 8-23 Piante accettabili



Figura 8-24 Piante non accettabili per le radici spiralate

La messa a dimora delle piante dovrà avvenire secondo le quote definitive del terreno, avendo cura che, una volta assestatosi il terreno, il colletto non sia interrato, e le radici siano totalmente ricoperte. L'operazione di riempimento della buca deve essere fatta in modo tale da non danneggiare le piante. Il riempimento delle buche deve avvenire costipando con cura la terra in modo che non rimangano vuoti tra le radici, il pane di terra e la buca.

Il terreno attorno alla pianta non deve mai formare cumulo, ma si deve creare un leggero svaso, allo scopo di favorire la raccolta e l'infiltrazione delle acque piovane. Il terreno della piazzola che si è formata intorno alla pianta deve essere livellato secondo le quote definitive del terreno. Nel caso si operi in pendenza, la piazzola che si forma con la messa a dimora delle piante, deve essere eseguita in contropendenza e, sul lato a valle delle buche, deve essere sistemato del pietrame per evitare erosioni.

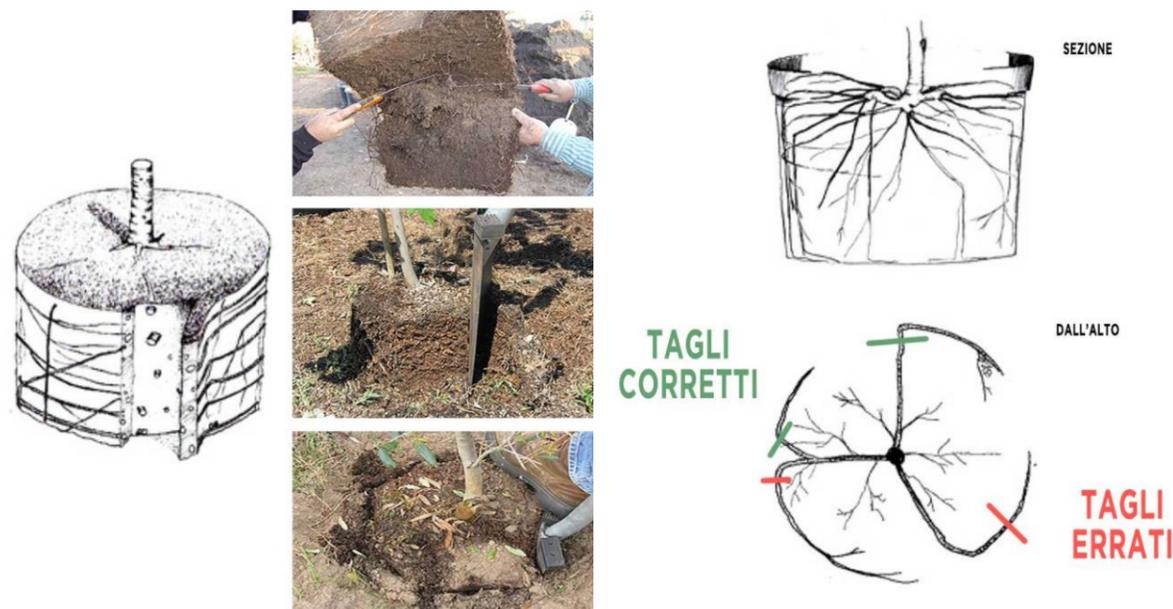
Attorno alle piante è bene che si usino dischi pacciamanti in cartone o in fibra di cocco, o pacciamatura con corteccia di conifere in schegge, priva di muffe e marciumi, di pezzatura compresa tra 5 - 8 cm.

A protezione delle piante contro gli animali selvatici si consiglia l'uso degli shelter di forma circolare, di colore verde o nero, con magliatura 2 x 2 cm robusta e dotata di una cimosa laterale piena. Le piante dovranno essere munite di tutori in bambù.

### Piante adulte

Le piante fornite in zolla o in contenitore, devono essere rimosse dal loro imballo prima del posizionamento in buca. Solo nel caso di grandi esemplari in zolla, quelli di difficile sollevamento a mano, si possono posizionare in buca e successivamente tagliare e rimuovere la rete metallica e la juta nei lati e al colletto, lasciandola eventualmente solo sul fondo al fine di non sgretolare troppo la zolla. Successivamente si deve individuare il colletto della pianta, aprendo la zolla intorno al fusto fino a quando non si incontra la prima radice principale. Questo punto dovrà corrispondere al livello del terreno finale dopo l'impianto.

Una volta individuato il colletto, si procede con l'esplorazione dell'apparato radicale vero e proprio, in particolare per le piante in contenitore, eliminando le radici avvolgenti il fusto, quelle al di sopra della prima radice e, infine, tutto lo strato di radici che erano a contatto con il vaso e avvolgenti la zolla. Questa operazione viene eseguita tagliando 1-2 cm del bordo del pane di terra sia ai lati che sul fondo. La zolla deve essere integra, sufficientemente umida, aderente alle radici; se si presenta troppo asciutta deve essere immersa temporaneamente in acqua con tutto l'imballo della zolla (o il contenitore).



Le piante devono essere messe a dimora in buche larghe almeno una volta e mezza rispetto al pane di terra (dimensioni minime) e profonde tanto quanto la zolla, in modo che il colletto risulti a filo con il piano di campagna.

La messa a dimora delle piante dovrà avvenire secondo le quote definitive del terreno, avendo cura che, una volta assestatosi il terreno, il colletto non sia interrato, e le radici siano totalmente ricoperte. Nel caso si operi in pendenza, la piazzola che si forma con la messa a dimora delle piante, deve essere eseguita in contropendenza e, sul lato a valle delle buche, deve essere sistemato del pietrame per evitare erosioni.

Lo scavo deve essere richiuso con lo stesso terreno escavato. Bisogna evitare in ogni situazione la creazione di diaframmi di permeabilità, cioè orizzonti di substrati con diversa permeabilità come strati di ghiaia, sabbia, argilla, compost, juta, ...

Non bisogna aggiungere ammendanti o concimi direttamente nella buca, in quanto le radici sono opportuniste e si svilupperebbero primariamente nei substrati aggiunti, senza esplorare il terreno circostante.

Tra la rimozione degli imballi ed il riempimento della buca deve passare il minor tempo possibile. Il riempimento delle buche deve avvenire con il terreno dello scavo, costipandolo con cura in modo che non rimangano vuoti tra le radici, la zolla e la buca. A riempimento ultimato, attorno alle piante si deve formare una conca per la ritenzione dell'acqua (formella). Appena ultimata la messa a dimora delle piante, devono essere somministrati 40-50 litri di acqua per ogni singola pianta, al fine di evitare la disidratazione delle radici e migliorare l'assestamento del terreno intorno al pane di terra.

Le piante devono essere rese stabili per mezzo di pali tutori, ancoraggi e legature consoni alle dimensioni della pianta. La profondità di infissione deve essere proporzionale alle dimensioni della zolla, della pianta e dell'apparato radicale; in ogni caso non deve danneggiare l'apparato radicale della pianta. Le legature devono essere realizzate proteggendo il punto in cui la legatura è a contatto con il tronco della pianta, con materiali appropriati (vegetali o di sintesi); le legature devono essere periodicamente verificate e ripristinate, cambiando la loro posizione, nel caso di rottura o pericolo di strozzatura.

I pali tutori in legno devono essere di specie durevole (es: castagno, robinia) diritti ed uniformi, scortecciati, sagomati a punta e trattati a fuoco all'estremità; non devono presentare grosse cicatrici dovute a legature o urti, non devono presentare alterazioni, quali segni di marciume, attacchi di parassiti in atto o passati, bruciature. In alternativa ai pali di taglio fresco, possono essere utilizzati pali trattati in autoclave. Nella tabella sottostante sono riportate le dimensioni indicative dei tutori in funzione dell'altezza delle piante.

h pianta (m)	h palo (m)	Ø palo (mm)	n° di pali
1,25 - 1,50	1,25 - 1,50	40	1
1,50 - 2,00	1,50 - 2,00	50	3
2,00 - 2,50	2,00 - 2,50	60	3
2,50 - 4,00	2,50 - 3,00	80	3

Nella figura che segue si riportano esempi di ancoraggi.

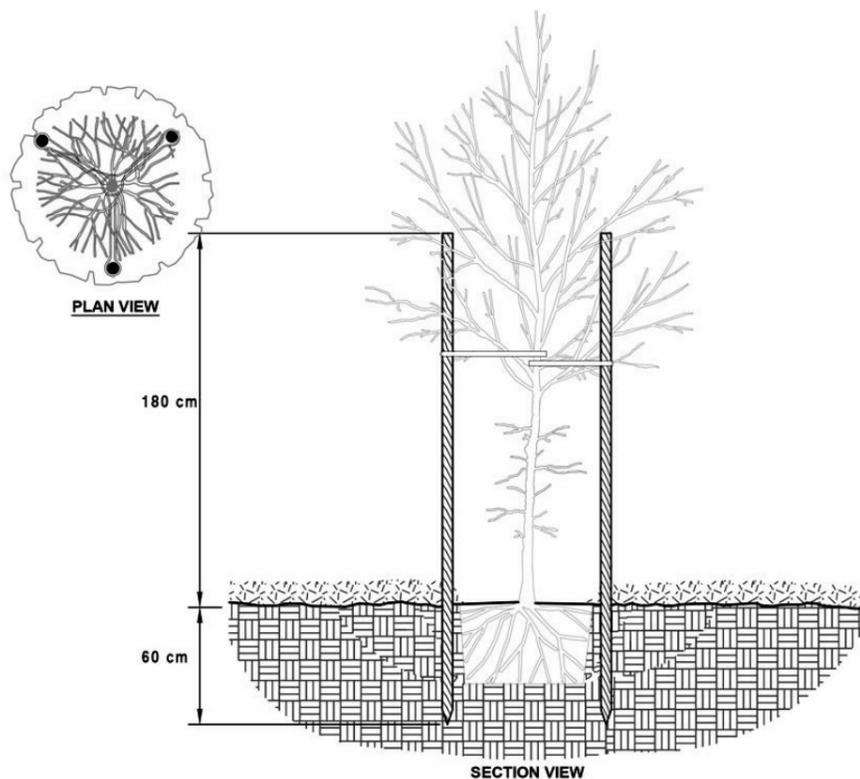
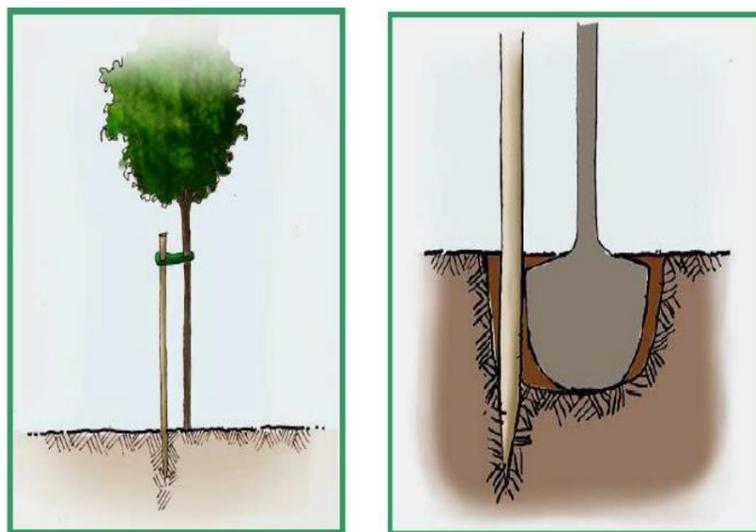


Figura 8–25 Ancoraggi piante adulte

### 8.2.5. TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE OPERE A VERDE

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa delle opere a verde suddivise per ambito.

Ambiti	Suprficie m <sup>2</sup>	ha	% vegetazione	piante/ha reali	Piante per ambito	Rapporto alberi/arbusti		
						usti	Alberi	Arbusti
AMB 1_01	113437	11,34	100			-	-	-
AMB 1_02	10397	1,04	90	1080	1123	1:4	225	898
AMB 2_01	2015	0,20	70	840	169	1:5	28	141
AMB 2_02	4654	0,47	70	840	391	1:5	65	326
AMB 3_01	25594	2,56	60	720	1843	1:3	461	1382
AMB 3_02	33951	3,40	40	480	1630	-	-	1630
AMB 3_03	5597	0,56	40	480	269	-	-	269
AMB 3_04	81301	8,13	100			-	-	-
AMB 4_01	1378	0,14	70	840	116	1:20	6	110
AMB 4_02	11613	1,16	70	840	975	1:3	244	732
AMB 5_01	5831	0,58	50	600	350	-	-	975
AMB 6_01	1372	0,14	50	600	82	-	-	350
<b>Totale superfici</b>	<b>297140</b>	<b>29,71</b>						
<b>Totale piante</b>					<b>6832</b>			

Tabella 8-1 Somma delle superfici di impianto e numero arbusti e alberi.

### 8.3. QUALIFICAZIONE ARCHITETTONICA DELLE OPERE D'ARTE

Attraverso accorgimenti particolari, derivanti dall'analisi del contesto, viene favorito il corretto inserimento delle varie opere d'arte che sono presenti lungo lo sviluppo dell'opera, sinteticamente riconducibili ai seguenti ambiti:

- Gallerie
- Ponti
- Paratie e muri
- Barriere Acustiche

Lo studio formale e stilistico verifica la compatibilità con il contesto paesaggistico, valutando aspetti linguistici e formali sia naturali che antropici e individua diverse tipologie di materiali utilizzati, di volta in volta impiegati nei diversi ambiti tipologici (tipo di opera) e paesaggistici (tipo di paesaggio) per massimizzare la compatibilità degli interventi. I materiali proposti e le loro caratteristiche sono di seguito sinteticamente riportati e successivamente trattati nei sotto-capitoli.

#### Pietra Naturale e Laterizio

L'utilizzo di pietra naturale unita a laterizio si costituisce come richiamo ai manufatti architettonici diffusi nel contesto marchigiano, soprattutto in contesto rurale, ove i materiali dominanti sono per l'appunto la pietra ed il mattone, spesso utilizzati in combinazione.

Le pietre locali più comuni sono di due principali tipologie, di natura calcarea (comunemente detti scaglia o genga), di colore chiaro bianco grigiastro e le arenarie, di colore grigio giallastro.

Comunemente le murature sono realizzate con solo pietrame o con pietrame alternato a corsi di laterizio, con caratteristiche di tessitura molto varie in base al luogo di utilizzo e alla disponibilità di materiale reperibile in loco. La varietà di tessiture è data anche dal fatto che la pietra è utilizzata in maniera

grossolanamente sbazzata, molto più raramente e quasi mai in contesto rurale si trovano esempi di pietre rettificate e perfettamente squadrate.

La pietra è quindi principalmente individuata per le opere di sostegno (Muri, paratie etc.) e consente, con un duplice tipo di utilizzo successivamente illustrato, di smorzare l'impatto conferendo un aspetto il cui carattere si costituisce come elemento di unione tra i caratteri naturali (l'elemento è trattato a vista della pietra naturale) e i caratteri antropici (le tessiture alternate al laterizio). Questo consente ai manufatti di uniformarsi cromaticamente e stilisticamente con il contesto, armonizzandosi con esso.



Figura 8-26 Esempio di muratura mista pietra/laterizio - edificio storico di Mercatello

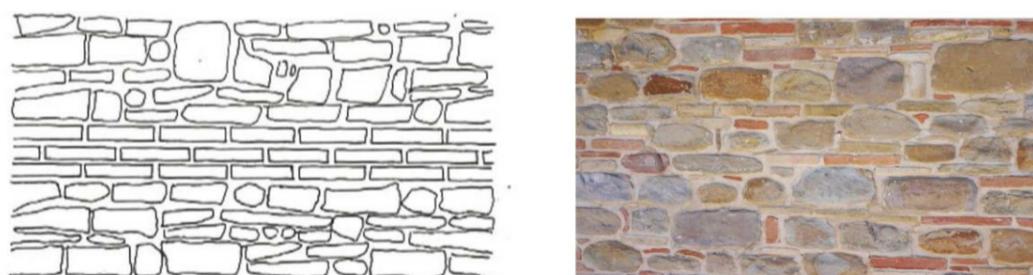


Figura 8-27 - Esempio di muratura arenaria/calcareo mista a laterizio (da Marinelli F., 2017. L'architettura delle campagne marchigiane. Ricerca sull'architettura rurale nelle Marche centro-meridionali. Tesi di Laurea - Politecnico di Milano)

### Corten

Il secondo materiale individuato per trattare le opere architettoniche è l'acciaio Corten. Tale materiale ha numerosi pregi, di tipo tecnico ed estetico.

Dal punto di vista tecnico si possono indicare una elevatissima durabilità e la possibilità di mantenere inalterate le sue caratteristiche prestazionali ed estetiche senza necessità di una particolare manutenzione. Questo garantisce che l'opera resti intatta nel tempo nelle sue peculiarità estetiche. Dal lato delle

caratteristiche estetiche, gli acciai a resistenza migliorata alla corrosione atmosferica, si possono apprezzare, in contesti di inserimento paesaggistico ambientale, per due principali caratteristiche. La prima è che nonostante si tratti di un semilavorato della produzione industriale, mantiene intatto un caratteristico aspetto naturale dato dal processo di ossidazione della materia metallica: non richiede trattamenti superficiali estetici e un conseguente aspetto di sintesi che enfatizzerebbe l'impatto di corpi artificiali.

La seconda riguarda le particolari cromie del materiale che, caratterizzate da un aspetto mazzato rossiccio/marrone, si accostano gradevolmente con le cromie del paesaggio circostante: nei suoi aspetti naturali (i colori delle terre che, stagionalmente, compaiono e scompaiono seguendo i cicli della lavorazione dei campi e i colori della vegetazione), ma anche nei suoi aspetti antropici, richiamando i colori di un materiale fortemente presente come il laterizio, usato in maniera preponderante nelle coperture dei manufatti architettonici, ma, come visto in precedenza, evidente anche in alcuni paramenti murali misti pietra-laterizio.



Figura 8-28 - Riferimenti cromatici e progettuali di acciaio Corten - T00IA12AMBCT19

### 8.3.1. IMBOCCHI GALLERIE

Gli imbocchi delle gallerie sono di tipo artificiale, proseguendo poi come gallerie di tipo naturale nella maggior parte del loro sviluppo all'interno dell'orografia attraversata. Sono individuate due gallerie, ciascuna con un imbocco est e uno ovest:

- GN.01 - Galleria Mercatello 1
- GN.02 - Galleria Mercatello 2

La sezione è di tipo curvilineo la cui sagoma interna presenta una geometria con raggio di calotta pari a 6.45 m. Le sezioni tipo e le caratteristiche tecniche-costruttive sono più esaurientemente illustrate nella Relazione Paesaggistica.

Dal punto di vista dell'inserimento paesaggistico, nella porzione degli imbocchi, il linguaggio individuato è proposto per armonizzare l'integrazione fra manufatti architettonici e orografia attraversata, mediante l'impiego di sezioni a becco di flauto variabili, che prosegue quasi fino a terra con un andamento che si fonde progressivamente con le morfologie e la vegetazione dei versanti. In questo senso, in due dei quattro imbocchi, lo sviluppo dei due fianchi del becco di flauto è asimmetrico, integrando in maniera molto fluida

PROGETTAZIONE ATI:

anche le porzioni dove si rende necessaria la presenza di sponde di contenimento/raccordo del versante esistente. Il progetto di adeguamento prevede inoltre la mitigazione degli imbocchi delle gallerie anche con il parziale ricoprimento con terreno vegetale inerbito e la piantagione di essenze arbustive massive, operazioni volte alla ricostituzione della continuità del paesaggio arboreo-arbustivo.

### **GA.01 - Galleria Mercatello 1, Imbocco Est**

L'imbocco GA.01 si innesta in un versante scosceso. Attraversa i seguenti ambiti di paesaggio, riconducibili alle carte della rete Ecologica Marchigiana (REM) e alla Carta della Vegetazione Reale di Dettaglio, come riportato nella successiva immagine sovrapposta a ortofoto: *Querceto Deciduo* e *Boschi | Querceto temperato a cerro* e *Acer d'Ungheria*, per i quali sono previsti specifici interventi di ricucitura negli elaborati delle Opere a Verde



Per l'imbocco della Galleria GA.01 si prevede un becco di flauto che, tagliando in maniera asimmetrico il corpo della sezione tipo, prosegue con un braccio di maggiore lunghezza lato valle che, relazionandosi con il versante, integra in un solo oggetto architettonico anche il contenimento del terreno esistente.

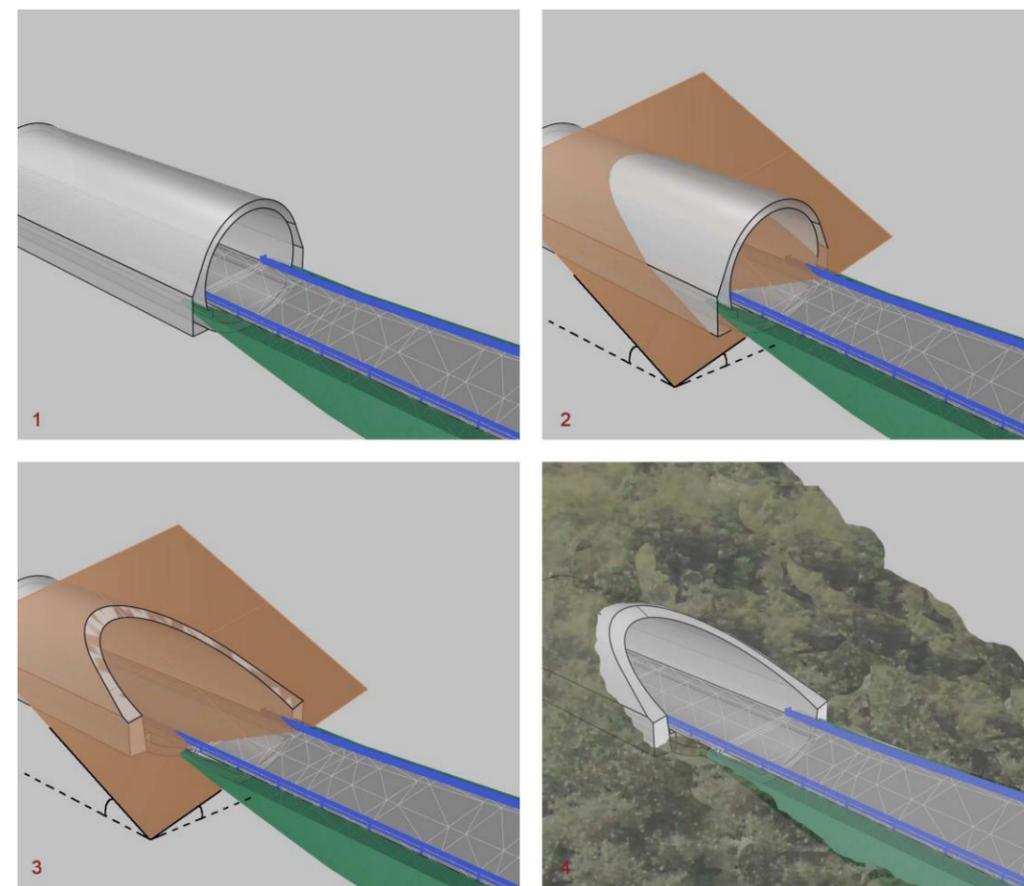


Figura 8-29 - Schema concettuale di generazione degli imbocchi a becco di flauto asimmetrici

### **GA.02 - Galleria Mercatello 1, Imbocco ovest e GA.03 - Galleria Mercatello 2, Imbocco Est**

I due imbocchi sono considerati parte di un unico sistema in quanto molto prossimi l'uno con l'altro, fronteggiandosi a breve distanza nell'attraversamento di una piccola gola. I due imbocchi attraversano i seguenti ambiti di paesaggio, riconducibili alle carte della rete Ecologica Marchigiana (REM) e alla Carta della Vegetazione Reale di Dettaglio, come riportato nella successiva immagine sovrapposta a ortofoto: *Querceto Deciduo*, *Seminativo*, *Aree agricole | Colture estensive*, *Boschi | Querceto temperato a Roverella* e *Boschi ripariali a pioppo e salice bianco*, per i quali sono previsti specifici interventi di ricucitura negli elaborati delle Opere a Verde.



individuando negli elementi costruiti fuori terra (cunicolo e cabina impianti) un rivestimento in acciaio corten, mentre per i muri contro terra e di contenimento della gradonata si utilizza un rivestimento in pietra mista calcarea arenaria grossolanamente squadrata come per le altre opere murarie in seguito descritte.



Figura 8-30 - Fotosimulazione dell'imbocco GA.02



Figura 8-31 - Fotosimulazione dell'imbocco GA.03

Per quanto riguarda la sagoma architettonica dei due imbocchi si è proceduto, in conformità con gli altri elementi, riproponendo un ingresso con taglio a becco di flauto. L'imbocco GA.02 si trova su un versante scosceso che viene attraversato perpendicolarmente, per cui il piano di taglio della galleria genera una forma simmetrica rispetto all'asse della strada.

Diversa situazione per l'imbocco GA.03 il quale incontra un crinale modestamente scosceso, intercettandolo in maniera asimmetrica. Analogamente a quanto proposto per l'imbocco GA.01 si è proceduto a proporre una soluzione che integrasse in un'unica forma architettonica la sezione della galleria con la necessità di avere uno dei lati di maggiore estensione, in modo che si armonizzasse con le quote del terreno circostante. Si ha così un ingresso il cui fianco sul lato nord si protende verso la strada, diventando in un'unica curva continua anche elemento di contenimento.

Sul lato sud dell'imbocco è presente un'area tecnica che ospita le cabine impianti e l'uscita del cunicolo di emergenza (che passa al di sotto del piano stradale per poi fuoriuscire, appunto, in questa area tecnica). Gli elementi impiantistici vengono così uniformati e raccordati sotto un'unica copertura verde, terrazzata in modo da raccordarsi dolcemente con le quote del terreno e allo stesso tempo porsi come elemento di mascheramento. Per i manufatti architettonici si ripropone il vocabolario comune a tutta l'opera,

PROGETTAZIONE ATI:

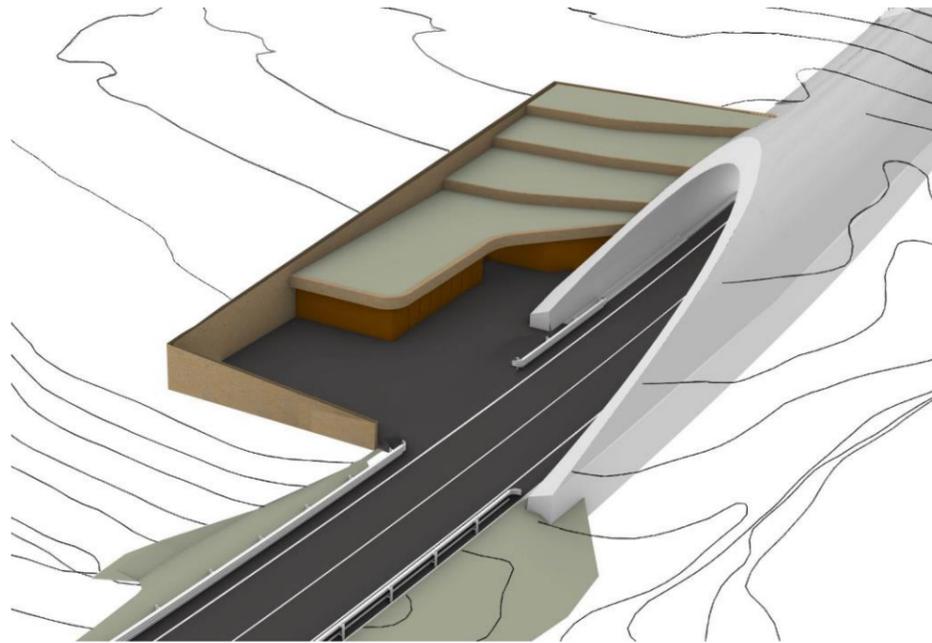


Figura 8-32 - Schema di massima di mitigazione dell'area tecnica con cabina impianti e cunicolo di emergenza

#### GA.04 - Galleria Mercatello 2, Imbocco Ovest

L'imbocco Ovest della Galleria Mercatello 2 si trova su un versante particolarmente scosceso e attraversa i seguenti ambiti di paesaggio, riconducibili alle carte della rete Ecologica Marchigiana (REM) e alla Carta della Vegetazione Reale di Dettaglio, come riportato nella successiva immagine sovrapposta a ortofoto: *Querceto Deciduo* e *Boschi | Querceto temperato a Roverella*, per i quali sono previsti specifici interventi di ricucitura negli elaborati delle Opere a Verde



PROGETTAZIONE ATI:

La soluzione architettonica per questo imbocco prevede la realizzazione di un becco di flauto rovescio, il cui piano di taglio è, in questo caso come per l'imbocco GA.02, simmetrico rispetto all'asse stradale. Tale sagoma meglio si integra con il tipo di versante, particolarmente ripido ma anche con la presenza immediatamente successiva del Ponte Romito, integrando in unico gesto architettonico le due opere infrastrutturali.



Figura 8-33 - Fotosimulazione dell'imbocco GA.04 sul Ponte Romito

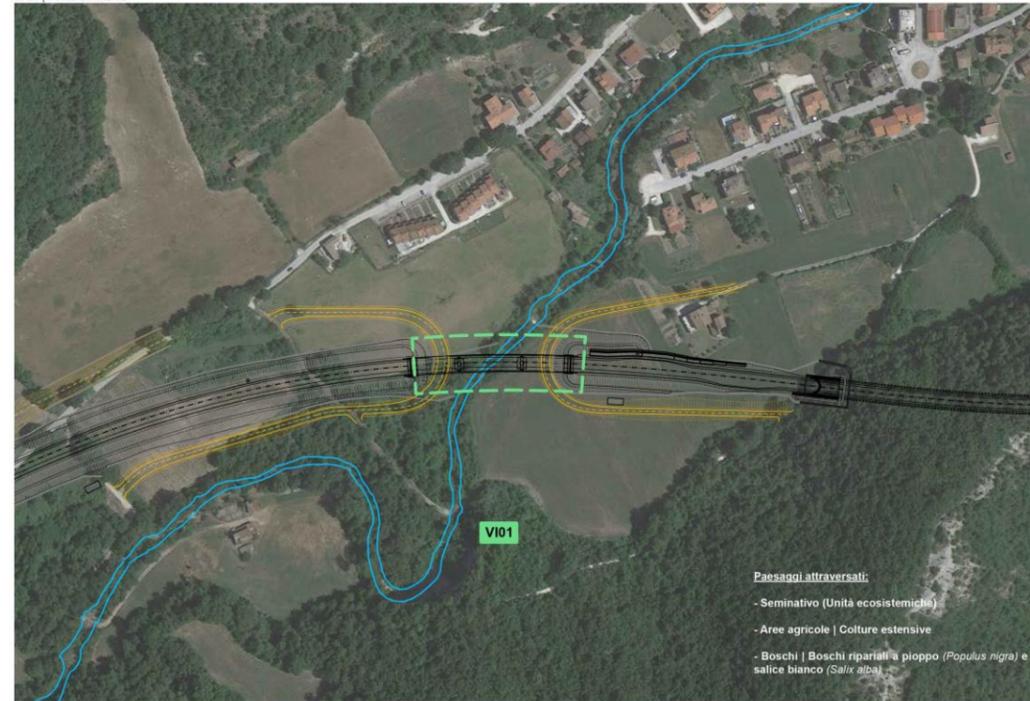
#### 8.3.2. PONTI

I ponti individuati sono due, di lunghezze non particolarmente ragguardevoli, di cui uno solo (S. Antonio) dotato di due pile per tre campate, mentre l'altro (Romito) a campata unica e senza pile intermedie. Le caratteristiche tecniche e costruttive sono più esaurientemente illustrate nella Relazione Paesaggistica. Sono individuati come segue:

- VI.01 Ponte S. Antonio
- VI.02 Ponte Romito

In accordo alle carte della rete Ecologica Marchigiana (REM) e alla Carta della Vegetazione Reale di Dettaglio sono presi in analisi gli ambiti paesaggistici attraversati, di seguito riportati su ortofoto. Per il Ponte S. Antonio si tratta Di *Seminativo, Aree Agricole | Colture estensive* e *Boschi | Boschi ripari a pioppo e salice bianco*. Per il Ponte Romito si tratta di *Querceto Deciduo, Seminativo, Boschi | Boschi ripari a pioppo e salice bianco* e *Area Antropica | Infrastruttura*.

VI 01 | Ponte S. Antonio



I ponti inseriti nel progetto consentono di scavalcare alcuni ambiti dove i versanti risultano particolarmente ripidi. Si tratta di una infrastruttura che ha il suo punto di forze dal punto di vista ambientale nella capacità di mantenere quanto più intatta la permeabilità ecologia degli ambiti attraversati.

I due ponti sono composti da impalcati principali in acciaio a resistenza migliorata agli agenti ossidanti (tipo Corten), con profili rastremati verso le spalle. Il ponte S. Antonio presenta anche due pile di forma cilindrica con pulvino che si interseca parzialmente al volume cilindrico della colonna principale, in calcestruzzo armato a vista, così come le spalle di appoggio.

I ponti qui presentati, in accordo con quanto enunciato nelle premesse generali sulle opere architettoniche, al fine di migliorare l'inserimento paesaggistico ambientale, prevedono l'utilizzo di travi per l'impalcato principale in acciaio Corten, le cui particolari cromie risultano adeguarsi in maniera ottimale al contesto. La rastrematura verso le estremità, oltre che per ragioni strutturali, conferisce un certo grado di alleggerimento visivo all'infrastruttura, soprattutto nel particolare caso del ponte Romito, privo di pile e che si collega direttamente a uno degli imbocchi delle gallerie, quasi ne fuoriuscisse.

Un ulteriore accorgimento per mitigare l'opera d'arte viene dalla proposta di avere dei carter di lamiera forata, sempre in Corten, lungo i fianchi dei ponti. Questa lamiera, dotata di una piegatura verso l'asse centrale dei ponti nella porzione inferiore che rende maggiormente vibrante la riflessione della luce, ha lo scopo di uniformare cromaticamente lo sviluppo degli impalcati e di mascherare sia lo spessore del piano di impalcato in calcestruzzo armato sia eventuali presenze impiantistiche (es. tubazione di raccolta acque meteoriche). Per il ponte Romito il rivestimento è previsto su ambo i lati dell'impalcato, particolarmente esposti e visibili da diversi punti di presa, mentre per il ponte S. Antonio si prevede questa forma di mitigazione solo nel lato verso valle. L'utilizzo della lamiera forata ha diversi vantaggi: dal punto di vista estetico consente di definire volumi e superfici di mascheramento, mantenendo altresì un certo livello di semi-trasparenza nelle viste da maggiore distanza. Dal punto di vista tecnico questa trasparenza si traduce in un risparmio di peso, senza compromettere la resistenza meccanica del manufatto.

VI 02 | Ponte Romito



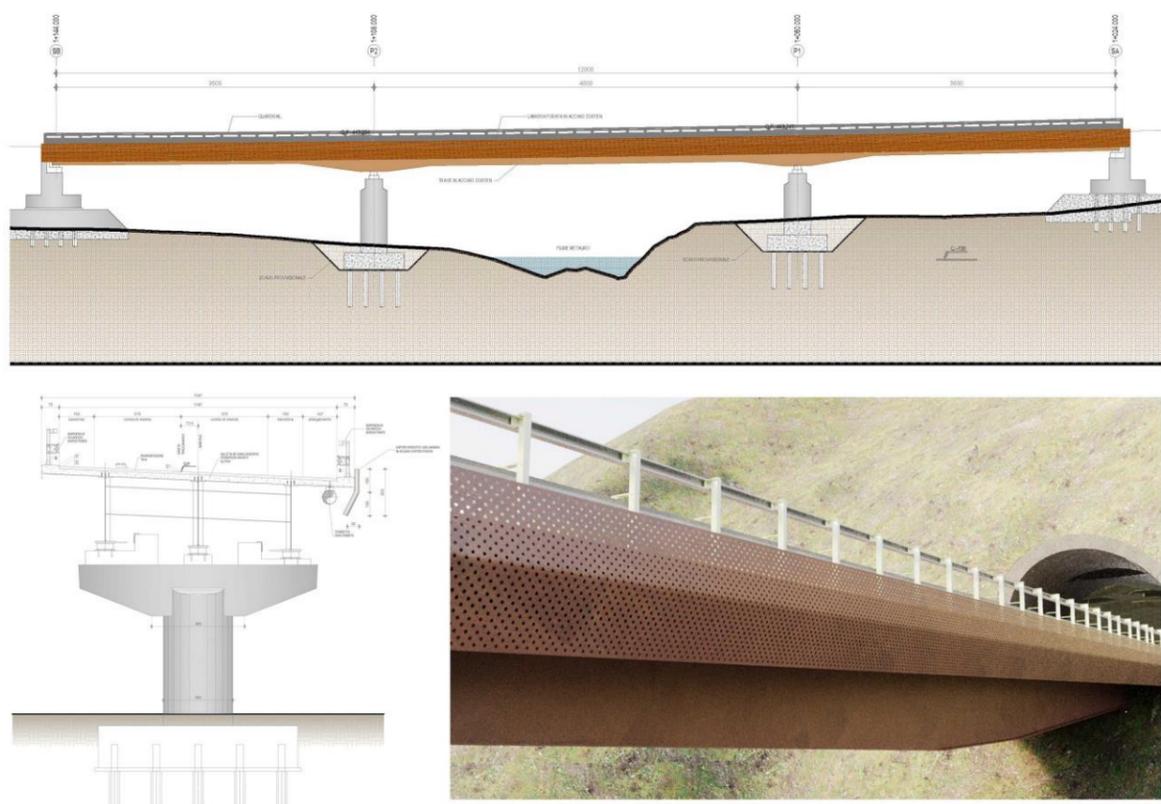


Figura 8-34 - Profilo longitudinale, sezione e tipo per il Ponte S. Antonio e fotosimulazione del carter di rivestimento - T00IA14AMBDT04

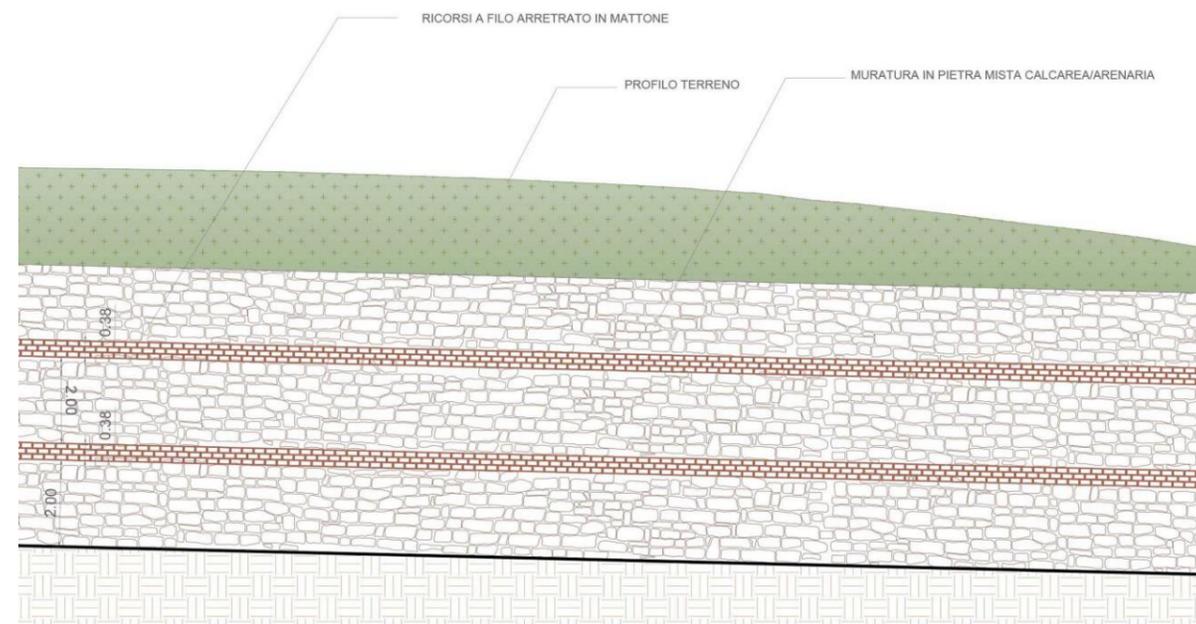
### 8.3.3. PARATIE E MURI

Per i paramenti murari delle opere d'arte minori, costituite da paratie e muri sottoscarpa, si prevede il rivestimento con una tessitura muraria appositamente studiata. Come visto nelle premesse, la diffusione nell'ambito paesaggistico locale soprattutto nelle architetture storiche e rurali è caratterizzata dalla presenza di arenarie e calcari, principalmente utilizzati su tessiture disomogenee e con conci grossolanamente sbazzati. Talvolta questo tipo di paramento è anche associato all'utilizzo di alcuni corsi o di ricuciture locali con mattoni. Le pietre locali arenarie e calcaree evocano le usanze rurali del centro Italia e sono qui utilizzate come oggetto caratterizzante l'architettura dell'infrastruttura, citate in modo contemporaneo e non letterale. Le forme irregolari e le superfici sbazzate presentando sfumature cromatiche che conferiscono un aspetto particolarmente ricco e vibrante, richiamando i colori del paesaggio minerale circostante.

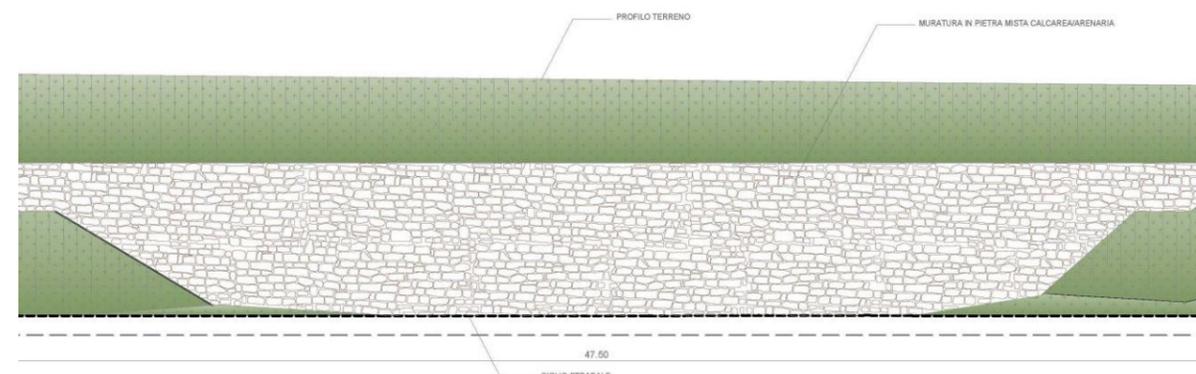
Il tipo di rivestimento murario proposto attinge a questo campionario di architetture locali, declinandolo in due versioni secondo un concept ben definito. Per le due paratie, le quali ricadono sopra al livello stradale, diventandone margine, si utilizza una tessitura composta da pietra locale mista arenaria/calcareo grossolanamente squadrate, alternata a corsi orizzontali a filo arretrato in mattone. Questo tipo di tessitura maggiormente elaborata enfatizza le caratteristiche architettoniche del manufatto. Per i muri e i sottovia, che ricadono invece nella loro totalità al di sotto del piano stradale, ponendosi al piede dell'infrastruttura, spesso in prossimità dei rilevati rinverditi, l'obiettivo preposto è quello di una maggiore mimesi con l'ambito naturalistico e la dissoluzione degli elementi di dettaglio architettonico; si procede pertanto con una

PROGETTAZIONE ATI:

tessitura maggiormente uniforme e composta solo da un paramento incerto composto da pietre miste arenarie/calcaree grossolanamente squadrate che non presentano orditure geometriche ripetute in rigidi pattern prestabiliti.



Tessitura muraria paratie - Pietra arenaria/calcareo grossolanamente squadrate e ricorsi a filo arretrato in laterizio



Tessitura muraria muri e sottovie - Pietra arenaria/calcareo grossolanamente squadrate

Figura 8-35 - Tipologici delle due diverse tessiture murarie impiegate - T00IA14AMBDT04



Tessitura muraria paratie - dettaglio

Tessitura muraria muri e sottovia - dettaglio

Figura 8-36 Dettaglio delle due diverse tessiture murarie impiegate - T00IA14AMBDT04

Le opere, per le quali si rimanda alla relazione Paesaggistica per i dettagli tecnico-costruttivi, sono qui sinteticamente riportate:

- **OS.01 – Paratia.** Rivestimento con pietra mista calcarea/arenaria alternata a corsi regolari a filo arretrato in laterizio.
- **OS.02 – Paratia.** Rivestimento con pietra mista calcarea/arenaria alternata a corsi regolari a filo arretrato in laterizio.
- **OS.03 – Muro.** Rivestimento con pietra mista calcarea/arenaria grossolanamente squadrata.
- **OS.04 – Muro.** Rivestimento con pietra mista calcarea/arenaria grossolanamente squadrata.
- **OS.05 – Muro.** Rivestimento con pietra mista calcarea/arenaria grossolanamente squadrata.
- **OS.06 – Muro.** Rivestimento con pietra mista calcarea/arenaria grossolanamente squadrata.
- **ST.01 – Sottovia.** Rivestimento con pietra mista calcarea/arenaria grossolanamente squadrata.
- **ST.02 – Sottovia.** Rivestimento con pietra mista calcarea/arenaria grossolanamente squadrata.
- **ST.03 – Sottovia.** Rivestimento con pietra mista calcarea/arenaria grossolanamente squadrata.

### 8.3.4. BARRIERE ACUSTICHE

Dallo studio acustico condotto, la protezione dei recettori sarà effettuata predisponendo sul bordo della strada, lato recettore, una serie di barriere acustiche fonoassorbenti di tipo standard, le caratteristiche dimensionali e la loro distribuzione sono riportate nell'elaborato specialistico.

Le barriere saranno realizzate con pannelli fonoassorbenti in acciaio Corten. L'adozione di tale materiale come filo conduttore per alcune delle opere previste nel progetto rappresenta la volontà di una

progettazione integrata che, oltre agli aspetti prettamente strutturali, tiene conto dell'inserimento dell'opera all'interno del paesaggio circostante.

Come si evince anche dagli elaborati specialistici, la distribuzione planimetrica e lo sviluppo delle barriere acustiche non va a costituire un "sistema" autonomo di nuovi segni, ma si integra così al sistema architettonico di tutta la tratta per tipologia di materiali e cromie in modo da risultare parte integrante in sinergia con le altre soluzioni per mitigare gli impatti dal punto di vista paesaggistico e panoramico.

Sono previsti 4 tratti con presenza di barriere acustiche, sempre sul lato nord e sono i seguenti:

- **Tratto da 0+183 a 0+283** necessario per la presenza di alcuni ricettori sensibili lato nord
- **Tratto da 1+150 a 1+320** necessario per la presenza di alcuni ricettori sensibili lato nord
- **Tratto da 3+510 a 3+800** necessario per la presenza di diversi ricettori sensibili lato nord
- **Tratto imbocco rotatoria EST** di lunghezza pari a 40 metri lungo il nuovo innesto

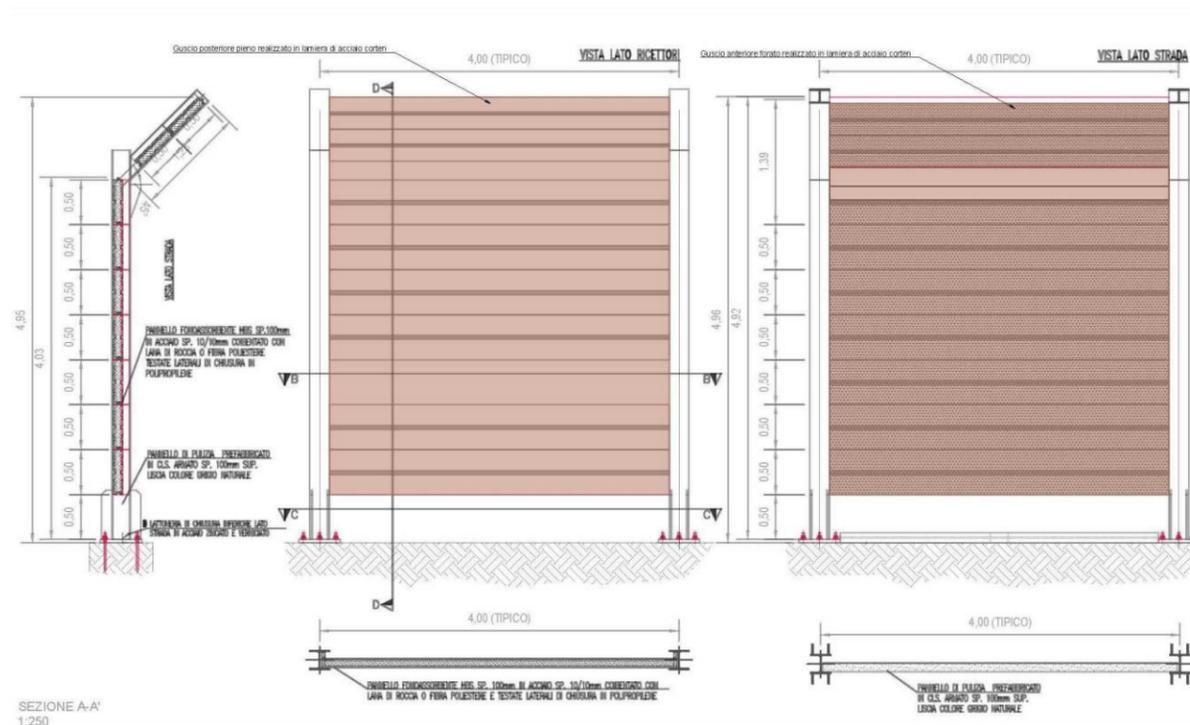


Figura 8-37 - Tipologico delle barriere acustiche in corten - T00IA14AMBDT04



Figura 8-38 - Esempio di barriere acustiche in corten su muro sottoscarpa - T00IA14AMBDT04