

**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<br/>IN FASE DI PROGETTAZIONE</b></p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i><br/>Ordine Ingegneri<br/>Provincia di Roma n. 20629</p> | <p><b>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</b></p> <p><i>Ing. Ambrogio Sironi</i><br/>Ordine Ingegneri<br/>Provincia di Roma n. A35111<br/>Settore a-b-c</p> <p><i>Ing. Morena Panfilii</i><br/>Ordine Ingegneri<br/>Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. David Crenca</i><br/>Ordine Ingegneri<br/>Provincia di Frosinone n. A1762</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i><br/>Ordine Ingegneri<br/>Provincia di Roma n. 20629</p> | <p><b>PROGETTAZIONE ATI:<br/>(Mandataria)</b></p> <p><b>GPI INGEGNERIA</b><br/>GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p><b>cooprogetti</b></p> <p><b>engeko</b><br/>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p><b>AIM</b><br/>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p> <p><b>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI<br/>SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</b></p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i><br/>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p> |
| <p><b>IL GEOLOGO</b></p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i><br/>Ordine dei geologi<br/>della Regione Lazio n. 1069</p>                                     |  |   |
| <p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</b></p> <p><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>  |  |   |
| <p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</b></p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>   |  |   |

**INQUADRAMENTO DELL'OPERA  
ELABORATI GENERALI**

Relazione tecnica generale

|                 |  |              |                                    |            |           |          |   |
|-----------------|--|--------------|------------------------------------|------------|-----------|----------|---|
| CODICE PROGETTO |  | NOME FILE    |                                    |            | REVISIONE | SCALA    |   |
| PROGETTO        | LIV.PROG   | ANNO         | TOOEG00GENRE02B.                   |            |           |          |   |
| <b>D</b>        | <b>D</b>   | <b>22</b>    | <b>T O O E G O O G E N R E 0 2</b> |            |           | <b>B</b> | - |
| <b>D</b>        |  |              |                                    |            |           |          |   |
| <b>C</b>        |  |              |                                    |            |           |          |   |
| <b>B</b>        | Revisione a seguito istruttoria U.0030221 del 16.01.2023 | Febbraio '23 | Koch                               | Signorelli | Guiducci  |          |   |
| <b>A</b>        | Emissione  | Ottobre '22  | Koch                               | Signorelli | Guiducci  |          |   |
| REV.            | DESCRIZIONE  | DATA         | REDATTO                            | VERIFICATO | APPROVATO |          |   |

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUZIONE.....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2. STUDI E INDAGINI.....</b>   | <b>6</b>  |
| 2.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....  | 6         |
| 2.2. CARATTERI GEOLITOLOGICI DEI DEPOSITI SUPERFICIALI E DELLE FORMAZIONI DEL SUBSTRATO                 | 11        |
| 2.2.1. <i>Formazione marnoso-arenacea romagnola.....</i>  | 11        |
| 2.2.2. <i>Depositi continentali quaternari.....</i>   | 13        |
| 2.3. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI.....   | 15        |
| 2.4. LINEAMENTI IDROGEOLOGICI.....  | 18        |
| 2.5. COMPLESSI IDROGEOLOGICI.....   | 19        |
| 2.5.1. <i>Complesso dei depositi alluvionali attuali, recenti e antichi.....</i>                        | 19        |
| 2.5.2. <i>Complesso dei depositi eluvio-colluviali, dei detriti di falda e dei fenomeni gravitativi</i> | 20        |
| 2.5.3. <i>Complesso dei flysch della successione marnoso-arenacea Romagnola.....</i>                    | 20        |
| 2.6. GEOTECNICA.....  | 20        |
| 2.6.1. <i>Campagne di indagine.....</i>   | 20        |
| 2.6.2. <i>Modello geotecnico.....</i>   | 21        |
| 2.6.3. <i>Interventi di stabilizzazione.....</i>  | 22        |
| 2.7. IDROLOGIA E IDRAULICA.....   | 23        |
| 2.7.1. <i>Inquadramento idrografico.....</i>  | 23        |
| 2.7.2. <i>Pianificazione di assetto idrogeologico.....</i>  | 25        |
| 2.7.3. <i>Studio idrologico.....</i>  | 26        |
| 2.7.4. <i>Studio idraulico.....</i>   | 27        |
| 2.8. SISMICA.....   | 28        |
| 2.8.1. <i>Pericolosità sismica.....</i>   | 29        |
| 2.8.2. <i>Sismicità storica.....</i>  | 30        |
| 2.8.3. <i>Aspetti sismogenetici.....</i>  | 30        |
| 2.9. CARTOGRAFIA E RILIEVI.....   | 36        |
| <b>3. INFRASTRUTTURA DI PROGETTO.....</b>   | <b>36</b> |
| 3.1. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO DI PROGETTO.....   | 36        |
| 3.1.1. <i>Geometria d'asse.....</i>   | 36        |
| 3.1.2. <i>Intersezione e svincoli.....</i>  | 36        |
| 3.1.3. <i>Sistemazione viabilità interferita.....</i>   | 36        |
| 3.2. SINTESI DELLE VERIFICHE STRADALI.....  | 37        |
| 3.3. SEZIONI TIPO.....  | 37        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 3.3.1.    | <i>asse principale</i> .....   | 37        |
| 3.3.2.    | <i>rami secondari della rotatoria</i> .....  | 38        |
| 3.3.3.    | <i>viabilità locale</i> .....  | 38        |
| 3.3.4.    | <i>Le strade interpoderali</i> .....   | 39        |
| 3.3.5.    | <i>Rotatoria</i> .....   | 40        |
| 3.4.      | PAVIMENTAZIONI STRADALI .....  | 40        |
| 3.5.      | BARRIERE DI SICUREZZA E SEGNALETICA.....   | 41        |
| <b>4.</b> | <b><u>OPERE D'ARTE MAGGIORI - VIADOTTI</u></b> .....   | <b>41</b> |
| 4.1.      | VIADOTTO S. ANTONIO .....  | 41        |
| 4.1.1.    | <i>Impalcato</i> .....   | 42        |
| 4.1.2.    | <i>Pile</i> .....  | 43        |
| 4.1.3.    | <i>Spalle</i> .....  | 44        |
| 4.1.4.    | <i>Vincolamento degli impalcati</i> .....  | 45        |
| 4.1.5.    | <i>Giunti</i> .....  | 46        |
| 4.1.6.    | <i>Ritegni sismici</i> .....   | 46        |
| 4.2.      | VIADOTTO ROMITO.....   | 47        |
| 4.2.1.    | <i>Impalcato</i> .....   | 47        |
| 4.2.2.    | <i>Spalle</i> .....  | 48        |
| 4.2.3.    | <i>Vincolamento degli impalcati</i> .....  | 49        |
| 4.2.4.    | <i>Giunti</i> .....  | 50        |
| 4.2.5.    | <i>Ritegni sismici</i> .....   | 50        |
| <b>5.</b> | <b><u>OPERE D'ARTE MAGGIORI - OPERE IN SOTTERRANEO</u></b> .....                               | <b>50</b> |
| <b>6.</b> | <b><u>OPERE D'ARTE MINORI</u></b> .....  | <b>54</b> |
| 6.1.      | SOTTOPASSI.....  | 54        |
| 6.2.      | PARATIE.....   | 54        |
| 6.3.      | MURI DI SOSTEGNO.....  | 54        |
| 6.4.      | OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO .....   | 55        |
| <b>7.</b> | <b><u>STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE</u></b> .....  | <b>56</b> |
| <b>8.</b> | <b><u>INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E MITIGAZIONE AMBIENTALE</u></b> .....           | <b>59</b> |
| 8.1.      | STRATEGIE PER L'INSERIMENTO PAESAGGISTICO DELLE OPERE .....                                    | 60        |
| 8.1.1.    | <i>Abaco delle specie da utilizzare</i> .....  | 62        |
| 8.1.2.    | <i>Ripristino dei corridoi ecologici per l'attraversamento faunistico</i> .....                | 62        |
| 8.1.      | INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E RIPRISTINO DELLE AREE OCCUPATE DAL CANTIERE .....             | 67        |
| 8.1.1.    | <i>Riqualificazione ambientale delle aree di intervento di carattere agricolo - amb 1_0169</i> |           |
| 8.1.2.    | <i>Riqualificazione ambientale delle aree d'intervento di carattere naturale – amb 1_0270</i>  |           |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 8.1.3.     | Misure di mitigazione in fase di cantiere .....   | 71        |
| 8.2.       | ULTERIORI INTERVENTI DI MITIGAZIONE IN FASE DI ESERCIZIO: QUALIFICAZIONE<br>ARCHITETTONICA DELLE OPERE D'ARTE ..... | 73        |
| <b>9.</b>  | <b><u>VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO</u></b> .....   | <b>74</b> |
| 9.1.       | VALUTAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE-OPERAM .....  | 74        |
| 9.2.       | STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO – MODELLO PREVISIONALE .....   | 76        |
| 9.3.       | FASE DI POSTOPERA .....   | 76        |
| <b>10.</b> | <b><u>VALUTAZIONE DI IMPATTO ATMOSFERICO</u></b> .....  | <b>80</b> |
| 10.1.      | ANTE OPERAM .....   | 80        |
| 10.2.      | IDENTIFICAZIONE DEI RECETTORI INTERESSATI.....  | 80        |
| 10.3.      | MODELLO UTILIZZATO PER LA VALUTAZIONE DELLE RICADUTE SULLA QUALITA' DELL'ARIA.....                                  | 81        |
| 10.4.      | POST OPERAM .....   | 82        |
| <b>11.</b> | <b><u>MONITORAGGIO AMBIENTALE</u></b> .....   | <b>83</b> |
| <b>12.</b> | <b><u>ESPROPRI</u></b> .....  | <b>84</b> |
| <b>13.</b> | <b><u>RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE</u></b> .....  | <b>84</b> |
| <b>14.</b> | <b><u>CANTIERIZZAZIONE</u></b> .....  | <b>85</b> |
| 14.1.      | UBICAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE ED ACCESSIBILITA' .....   | 85        |
| 14.2.      | FASI ESECUTIVE DELLE OPERE .....  | 85        |
| 14.3.      | CRONOPROGRAMMA .....  | 86        |
| 14.4.      | SITI DI DESTINAZIONE E APPROVVIGIONAMENTO .....   | 86        |
| <b>15.</b> | <b><u>PIANO UTILIZZO TERRE</u></b> .....  | <b>89</b> |
| 15.1.      | VOLUMI DISPONIBILI .....  | 89        |
| 15.2.      | FABBISOGNI .....  | 91        |
| 15.3.      | BILANCIO DELLE MATERIE .....  | 92        |
| <b>16.</b> | <b><u>MONITORAGGIO GEOTECNICO – STRUTTURALE</u></b> .....   | <b>92</b> |
| 16.1.      | MONITORAGGIO GEOTECNICO.....  | 92        |
| 16.2.      | SISTEMA DI MONITORAGGIO STRUTTURALE VIADOTTI.....   | 93        |
| <b>17.</b> | <b><u>IMPIANTI TECNOLOGICI</u></b> .....  | <b>94</b> |
| <b>18.</b> | <b><u>COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'OPERA</u></b> .....   | <b>98</b> |

## **1. INTRODUZIONE**

La presente relazione illustra il Progetto Definitivo “S.G.C. E78 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°)” (Variante di Mercatello sul Metauro), che parte ad ovest dell’abitato, in corrispondenza della fine dei lavori dell’“Adeguamento a 2 corsie della Galleria della Guinza (lotto 2) e del tratto Guinza – Mercatello Ovest (lotto 3) 1° stralcio” previsto ad ovest dell’abitato di Mercatello in corrispondenza di via Cà Lillina.

La variante oggetto di intervento permette di bypassare l’abitato di Mercatello sul Metauro, in modo da fluidificare il traffico sulla E78 e riconnettere la tratta di prossima apertura che proviene dalla galleria alla parte esistente della E78.

L'opera si colloca nell’ambito del complesso di interventi, in parte eseguiti ed in parte in corso di adeguamento e completamento dell’itinerario E78 Grosseto–Fano concepiti per realizzare l’itinerario trasversale di connessione fra le Regioni **Toscana, Umbria e Marche**.



**Figura 1.1 - Individuazione dell'intervento lungo la direttrice della S.G.C. E78**

Il progetto si sviluppa per una lunghezza complessiva di 4,0 Km, con una sezione stradale di tipo C1, secondo D.M. 2001. Il tracciato prosegue dal lotto precedente, rotonda del Lotto 3, tratto Guinza – Mercatello Ovest, intersecando via ‘Ca Lillina, per piegare verso Sud, allontanandosi dal centro abitato di Mercatello sul Metauro, inserendosi in un’area valliva, con una successione di due ponti e due gallerie, per poi innestarsi con una intersezione a rotonda sulla SS73bis.

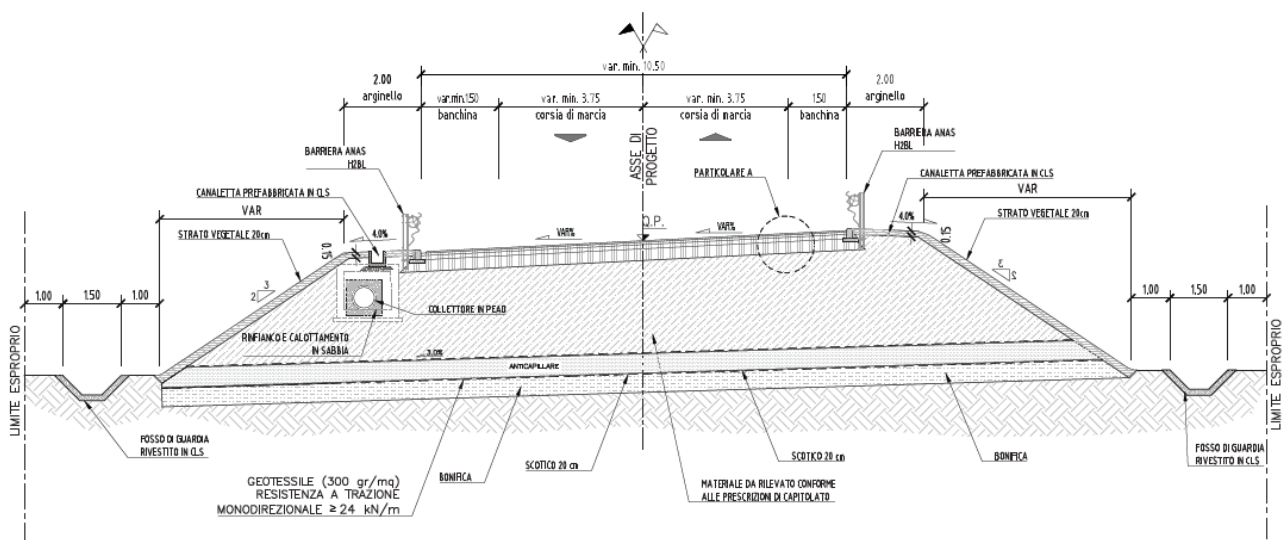


Figura 1.2 – Inquadramento su ortofoto

La sezione stradale dell'asse principale è tipo C1 secondo il D.M. 2001 (extraurbana secondaria) ed 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.

ASSE PRINCIPALE IN RILEVATO – CATEGORIA C1

SCALA 1:100



PROGETTAZIONE ATI:

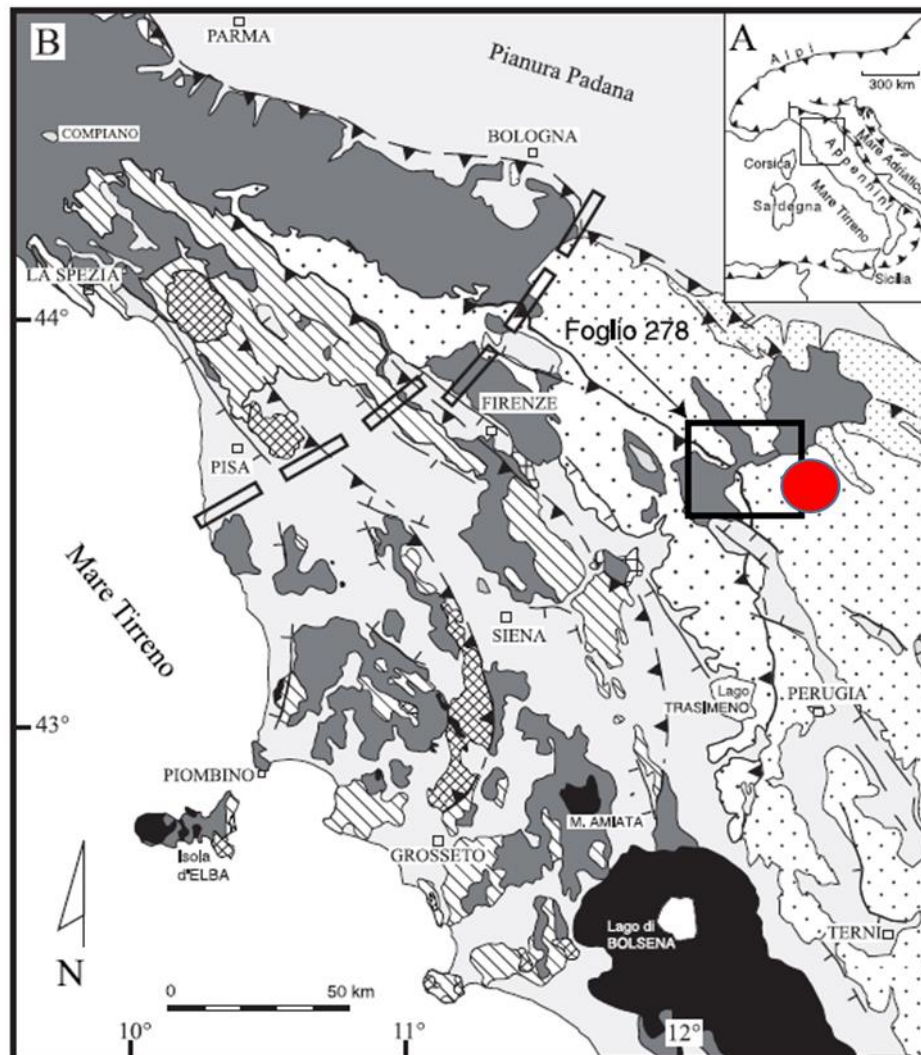
Il percorso si sviluppa interamente nel comune di Mercatello sul Metauro.

## 2. STUDI E INDAGINI

### 2.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

La Catena Appenninica (Figura 2.1) di cui il territorio di studio occupa una piccola parte ricadente nel settore settentrionale, è risultata dalla chiusura di un bacino oceanico (Tetide occidentale), formatosi nel Giurassico tra le Placche Europea e Africana, e dalla successiva deformazione dei suoi resti (Unità Liguridi) e dei suoi margini continentali. L'assetto geologico-strutturale attuale è stato determinato da una serie di fasi, iniziate nel Triassico, che hanno portato alla formazione delle catene a pieghe Appenninica, Alpina e Dinarica. A partire dal Cretacico superiore inizia la convergenza tra i margini continentali delle due placche, formandosi una zona di subduzione che, nell'Eocene superiore, determina la totale completa consunzione del bacino oceanico interposto e la collisione tra il Blocco Sardo-Corso, posto sul margine della Placca Europea, e la Placca Adriatica, costituente un promontorio di quella africana incuneato in quella europea. Focalizzando l'attenzione sul territorio di interesse, a partire dal Triassico medio si depositano successioni tipiche di un margine passivo, denominate "Toscane" e "Umbro- Marchigiane" in base della distribuzione geografica delle unità tettoniche di appartenenza. Nel corso dell'Oligocene-Miocene questo margine diviene attivo negli ultimi stadi della convergenza tra la Placca Europea (Blocco Sardo-Corso) e la Placca Adria (Appennino Settentrionale).

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 2.1** Schema geologico-strutturale dell'Appennino Settentrionale e relativa legenda (fonte: Note Illustrative Foglio 278 "Pieve Santo Stefano", Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000). L'area di studio è schematicamente individuata con il tondo di colore rosso.

Durante la collisione, sulle Unità Toscane giungono le Unità Liguri, a loro volta già sovrapposte le une alle altre. Successivamente le Unità Toscane, con le sovrastanti Liguridi, si sovrappongono a loro volta alle Unità Umbro-Marchigiane, sedimentatesi più ad occidente. I meccanismi di costruzione di questo complesso edificio strutturale, costituito da una pila di unità tettoniche, di origine continentale, sormontata da unità di origine oceanica, probabilmente sono rappresentati da una serie di successivi sottoscorrimenti, inizialmente legati ad una zona di subduzione oceanica la cui immersione non è univocamente interpretata. Invece tutti gli autori concordano, per quanto riguarda le fasi collisionali ensialiche, su una vergenza verso est con inclinazioni verso ovest dei maggiori thrust crostali, processi che hanno portato alla costruzione dell'attuale edificio orogenico dell'Appennino Settentrionale. Nelle fasi più tardive hanno funzionato meccanismi di tipo prevalentemente gravitativo, che hanno fatto giungere le coltri liguri sulle Unità Umbro-Marchigiano-Romagnole più esterne.

La Figura 2.1 mostra in quale settore dell'Appennino Settentrionale ricade l'area di studio, in particolare all'interno di quale unità tettonica: si tratta del settore di affioramento delle Unità Umbro-Marchigiano-Romagnole, posto poco ad oriente delle Unità Cervarola-Falterona e a meridione delle Unità Liguri. La struttura generale delle Unità Umbro-Marchigiano-Romagnole è caratterizzata,

PROGETTAZIONE ATI:



come quella delle Unità Cervarola-Falterona più occidentali, da thrust e pieghe associate, sia anticlinali di tetto che sinclinali di muro, anche in assetto rovesciato. Nel settore di studio la successione Umbro-Marchigiano-Romagnola è rappresentata dalla sola formazione Marnoso-Arenacea, caratterizzata da una complessa articolazione stratigrafica che, come si illustrerà più avanti, i più recenti studi hanno consentito di suddividere e rappresentare cartograficamente, in unità tettoniche, membri e litofacies. Gran parte dell'area di studio e di progetto è rappresentata dall'Unità Pietralunga, facente parte della Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola qui presente con alcuni dei suoi membri più tipici: Corniolo, Galeata e Collina. Nella zona più orientale dell'area di studio è presente un'altra unità tettonica che costituisce quella strutturalmente più profonda nell'area, denominata Unità Cà Romano e sottostante all'Unità Pietralunga: è rappresentata dalla Subunità Cà Raffaello, qui rappresentata dal Membro di Civitella.

L'area di studio, come illustrato, ricade nell'ambito dell'Appennino Settentrionale, nel settore di passaggio tra l'Appennino Umbro-Marchigiano e quello Tosco-Romagnolo. La cartografia geologica classica è rappresentata, per il territorio ricadente nell'area di studio, dai fogli della Carta Geologica d'Italia, in scala 1:100.000, 108 "Mercato Saraceno" e 115 "Città di Castello" (Figura 2.2). Tale cartografia evidenzia un substrato rappresentato dall'unità flyschoidale definita genericamente Marnoso-Arenacea (Elveziano-Langhiano Superiore) o Marnoso-Arenacea "Romagnola" (Tortoniano-Langhiano) limitatamente al Foglio 108; in quest'ultimo foglio il settore prevalente, ad est della Marnoso-Arenacea Romagnola, è caratterizzato dalla facies umbro-marchigiana della stessa unità, prevalentemente marnosa, del Tortoniano-Serravalliano. E' evidente, tuttavia, osservando lo stralcio di cartografia in Figura 2.2, che questa suddivisione è il risultato di rilievi eseguiti da scuole e rilevatori diversi, come risulta dalle informazioni relative ai due fogli. Rimane, invece, il dato di base, rappresentato dall'ossatura dei rilievi dell'area di studio, costituita dall'unità torbiditica Marnoso-Arenacea o Marnoso-Arenacea Romagnola, attribuita al Miocene Medio e complessivamente compresa tra il Langhiano e il Tortoniano. Altro elemento che spicca dal punto di vista litostratigrafico è la presenza di depositi alluvionali terrazzati di età pleistocenica e olocenica di diverso ordine, che colmano le valli del Fiume Metauro e del suo affluente di destra Torrente S. Antonio e, infine, alcuni lembi di detriti di falda e frana olocenici posti sui versanti opposti delle valli suddette, oltre ad alcuni piccoli apparati di conoidi alluvionali allo sbocco di brevi corsi d'acqua solcanti i medesimi versanti. L'elemento tettonico dominante è la presenza di uno stile a faglie inverse con vergenza a ENE che evolvono verso est in sovrascorrimenti con associati rovesciamenti sul fronte.

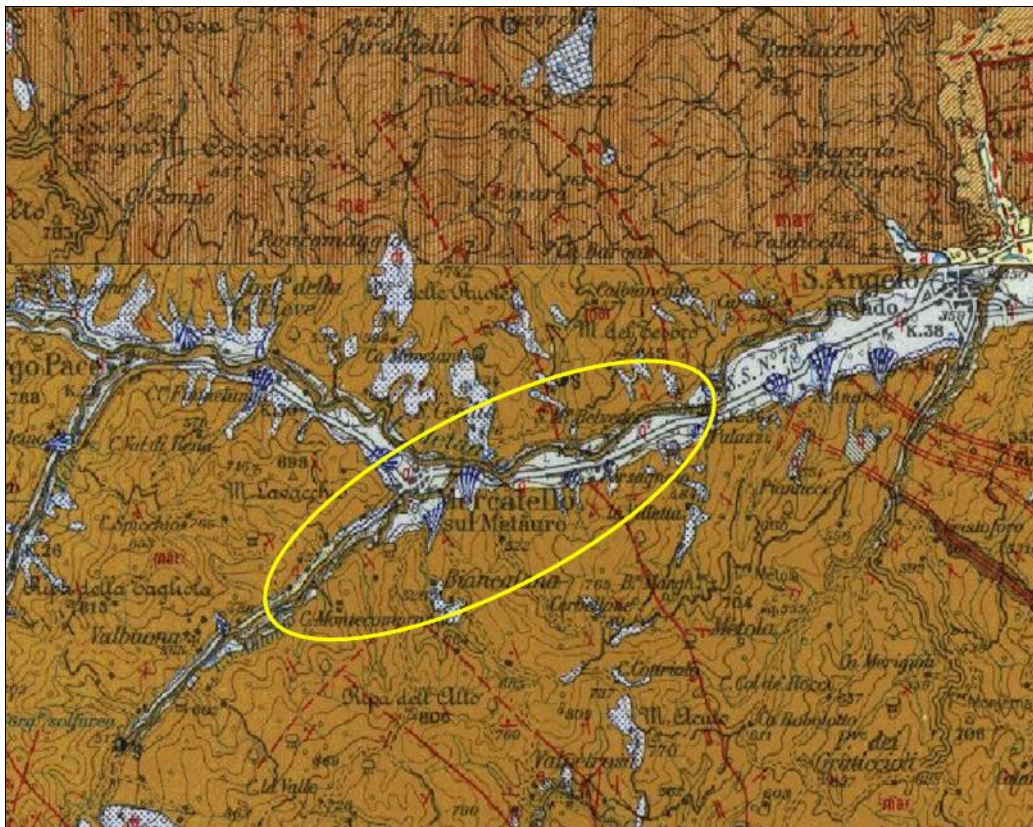


Figura 2.2 Stralci della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, Fogli 108 "Mercato Saraceno" e 115 "Città di Castello". Nell'ellisse in giallo è indicata l'area di studio.

In epoca più recente sono stati pubblicati i fogli in scala 1:50.000 della Carta Geologica d'Italia nell'ambito del progetto CARG: l'area di studio è compresa tra i Fogli 278 "Pieve Santo Stefano" e 279 "Urbino" (Figura 2.3). L'unità della Marnoso-Arenacea, con il progredire della ricerca, è stata suddivisa in diverse unità, differenziate per età e per caratteristiche sedimentologiche e stratigrafiche. In primo luogo è stata uniformata la denominazione dell'unità in Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola appartenente all'Unità Tettonica di Pietralunga, nell'area ricadente nel Foglio 278, e alle Unità di Monte Vicino e di Borgo Pace nell'area ricadente nel Foglio 279. La formazione è stata distinta da W ad E in diverse sottounità o membri: membro di Corniolo (FMA2), membro di Galeata (FMA4), membro di Collina (FMA5), membro di Civitella (FMA9). L'età di questi membri è compresa tra il Langhiano Superiore ed il Tortoniano basale (Figura 2.4). I rapporti stratigrafici tra questi indicano l'unità basale FMA2, su cui si sovrappongono FMA4 e FMA5, in parziale eteropia. Il membro di Civitella (FMA9), sedimentatosi più ad oriente, è sormontato tettonicamente dai precedenti membri. Dal punto di vista cronostatigrafico la sequenza ricade nel Langhiano Superiore - Serravalliano Inferiore, per quanto riguarda il membro di Corniolo (FMA2), nel Langhiano Superiore – Serravalliano Superiore, per i membri di Galeata (FMA4) e Collina (FMA5); il membro di Civitella (FMA9) ricade nel Serravalliano p.p. - Tortoniano Inferiore.

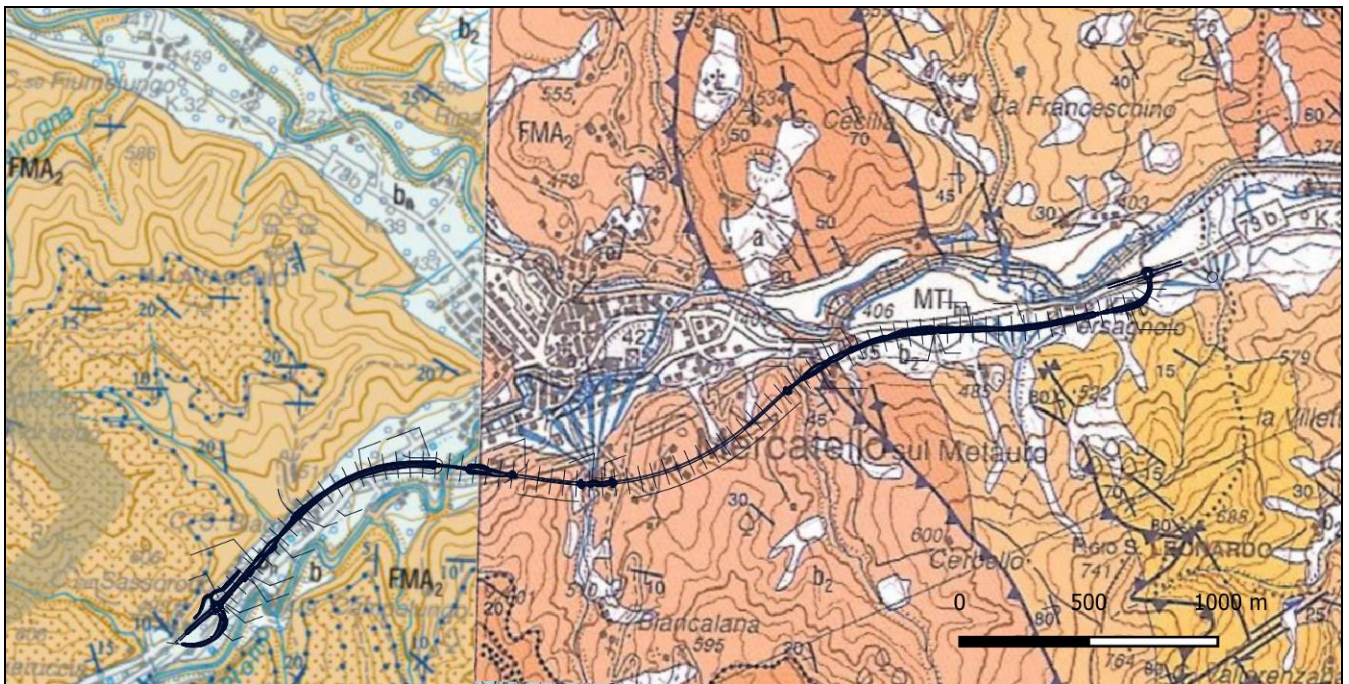


Figura 2.3 Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, Fogli 278 "Pieve Santo Stefano" e 279 "Urbino", con indicazione del tracciato

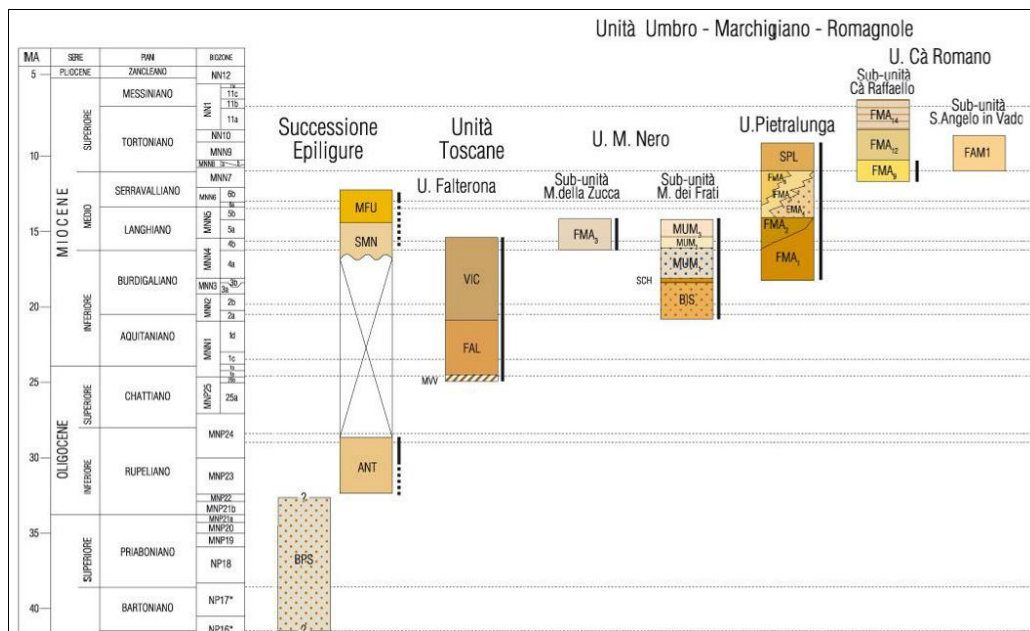


Figura 2.4 Stralcio dello schema cronostatigrafico del Foglio 278 "Pieve Santo Stefano" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.

La cronologia delle deformazioni riportata nei documenti geologici ufficiali si basa soprattutto sull'età dei membri e delle litofacies della Marnoso-Arenacea Romagnola. L'età delle unità coinvolte negli accavallamenti varia dall'interno, cioè da SW, verso l'esterno, verso NE, e va dal Miocene Medio in poi. Questa graduale variazione cronologica permette di ipotizzare una migrazione dell'avanfossa appenninica verso l'avampaese, con le unità occidentali che si sovrappongono tettonicamente a quelle poste ad oriente.

PROGETTAZIONE ATI:

Nel Tortoniano la sedimentazione torbiditica si sposta più a est, dove si sviluppa il bacino della Formazione Marnoso-Arenacea Marchigiana (FAM) (Figura 2.4): si tratta di un'avanfossa complessa, controllata dai processi di thrusting che coinvolgono probabilmente anche il substrato carbonatico. Nelle zone più esterne prosegue, nel Pliocene Inferiore, l'attività compressiva: in questa fase si ha la migrazione verso l'esterno dello scollamento profondo che ripiega le strutture della fase intramessiniana e quindi anche substrato e coltri liguri. L'emersione dell'area avviene tra la fine del Messiniano e la parte terminale del Pliocene Inferiore, dalle zone interne verso quelle esterne. Nel corso del Pleistocene si organizza la rete idrografica e vengono depositi sedimenti fluviali entro le vallate. Nel corso dell'Olocene si verifica la riescavazione dei depositi alluvionali pleistocenici e olocenici e l'approfondimento degli alvei fluviali e torrentizi entro le formazioni del substrato, per un processo di generale sollevamento dell'area; è in questa fase che il ringiovanimento dei versanti determina l'attivazione dei processi erosivi, dell'accumulo di depositi colluviali all'interno delle depressioni e al piede dei pendii e, localmente, l'attivazione dei fenomeni franosi.

## 2.2. CARATTERI GEOLITOLGICI DEI DEPOSITI SUPERFICIALI E DELLE FORMAZIONI DEL SUBSTRATO

Di seguito viene descritta la successione stratigrafica affiorante nell'area interessata dal progetto stradale, con le unità elencate in ordine di età decrescente, partendo dal termine più antico per arrivare al più recente. La terminologia utilizzata per le unità del substrato torbiditico corrisponde a quella più recente, che fa riferimento alla cartografia geologica ufficiale in scala 1:50.000 del progetto CARG, riportata nei due fogli in cui ricade l'area, cioè il 278 e il 279: la formazione è quella della Marnoso-Arenacea Romagnola (FMA) suddivisa, a sua volta, in sottounità o membri. Per quanto riguarda le formazioni pleistoceniche ed oloceniche, date le sigle differenti adottate nei due fogli suddetti per unità di simile età ed ambiente di formazione, sono state adottate nuove sigle in luogo di quelle riportate nei fogli geologici della cartografia ufficiale.

### 2.2.1. FORMAZIONE MARNOSO-ARENACEA ROMAGNOLA

#### 2.2.1.1. Membro di Corniolo (FMA2)

L'unità affiora ampiamente in tutto il settore occidentale e centrale dell'area rilevata, dall'origine fino oltre l'abitato di Mercatello sul Metauro, rappresentando arealmente la formazione maggiormente affiorante nell'area di studio, in una fascia delimitata ad oriente dal "sovrascorrimento di Mercatello", struttura di importanza regionale. Nell'area non ne affiora la base, mentre se ne osserva l'affioramento del tetto in numerose zone ad ovest di Mercatello sul Metauro. In virtù del livello stratigrafico affiorante e dell'assetto giaciturale degli strati, costantemente immergenti verso SW con inclinazioni quasi ovunque di pochi gradi sopra l'orizzonte ad ovest del sovrascorrimento (struttura monoclinale piuttosto regolare), il contatto con il soprastante Membro di Galeata (FMA4) si segue con notevole continuità lungo le curve di livello ed è gradualmente posto a quote decrescenti da est verso ovest, tanto che all'estremità occidentale dell'area di studio si rinviene entro l'alveo del Torrente S. Antonio nei pressi della località Casa Colcello. Come evidenziato anche successivamente, il passaggio al membro soprastante è ancora più evidente in quanto marcato dallo strato guida "Contessa", potente livello calcarenitico affiorante lungo numerosi tratti, posto alla base del Membro di Galeata, di elevato valore sia come livello "reperè" nella successione torbiditica, sia come marker morfologico in quanto su esso si imposta una costante scarpata morfologica. Il Membro di Corniolo è rappresentato da torbiditi pelitico arenacee con rapporto A/P = 1/3 - 1/4 che può giungere a 1/6 nei settori orientali. Le arenite sono prevalentemente arenarie, in strati prevalentemente molto sottili (centimetrici) e subordinatamente sottili e medi (da alcuni cm a 10-40 cm), con alcuni strati molto spessi (circa 80 cm), a grana fine e di colore grigiastro. Alla base degli strati arenacei sono ben visibili impronte di corrente tipo flute cast che indicano provenienze

da NW, cioè di tipo alpino, mentre quelle misurate sulle areniti ibride hanno direzioni del flusso da E-SE.

L'unità, è quella maggiormente rappresentata negli elaborati di progetto ed è intercettata dall'asse stradale dalle due gallerie, rispettivamente tra le progressive 1+350 e 1+650 circa e tra 1+750 e 2+550 circa, oltre che, indirettamente, con le fondazioni relative alle opere d'arte: in quest'ultimo caso la principale di queste è rappresentata dal ponte sul Torrente S. Antonio, tra le progressive 1+050 e 1+150 circa.

La formazione è stata caratterizzata dal punto di vista geomeccanico-strutturale attraverso tre stazioni di misura eseguite in campo durante i rilievi dell'attuale fase progettuale, le tre stazioni di misura, SG2, SG3 e SG4, sono state eseguite rispettivamente in corrispondenza del corpo della seconda galleria, all'imbocco est della prima galleria e in un'area che per caratteristiche geostutturali è assimilabile all'imbocco ovest della prima galleria.

### 2.2.1.2. Membro di Galeata (FMA4)

L'unità affiora al tetto del Membro di Corniolo nel settore occidentale dell'area rilevata, costituendo in molti casi il top dei rilievi. Ad oriente del "sovrascorrimento di Mercatello" il Membro di Galeata è posto al muro del sovrascorrimento, sormontato dal Membro di Corniolo su entrambe le rive del Fiume Metauro. Nell'area ne affiora la base lungo molti tratti ad ovest del sovrascorrimento, ed è possibile seguirla con notevole continuità in quanto coincidente con lo strato guida "Contessa", potente livello calcarenitico, in parte descritto nel precedente paragrafo; ad est del sovrascorrimento affiora la parte superiore del membro poiché si osserva il passaggio al soprastante Membro di Collina (FMA5) in destra idrografica del Fiume Metauro. Il Membro di Galeata è rappresentato da torbiditi arenaceo-pelitiche con rapporto A/P compreso fra 1/4 a 1/5. Le arenarie, con paleocorrenti da NW, si presentano in strati da sottili (fino a 10-15 cm) a molto spessi (rari) di colore grigiastro; la grana è sempre fine. La frazione pelitica è costituita da marnosiltiti fini grigie, a volte marne biancastre compatte con spessore anche di 2 metri; le peliti sono variamente argillose, sottilmente stratificate, con fratturazione prevalente da concoide ad aciculare. Sono abbondanti gli apporti calcarenitici (colombine) con provenienze da SE: si tratta di calcareniti fini di colore grigio chiaro con spessore massimo di circa 1 m. Il Membro di Galeata contiene lo strato Contessa che, nell'area di studio, marca il limite con la sottostante litofacies di Corniolo (FMA2). Nell'area di studio lo strato affiora estesamente e presenta spessori massimi di circa 3 m. Si tratta di una calcarenite con evidenti paleocorrenti da SE; al tetto nell'area rilevata è quasi sempre visibile una "coda" di marnosiltiti fini grigie che può raggiungere anche gli 8 metri di spessore.

Questa unità è interessata da una coltre di alterazione, di colore giallastro, che raggiunge spessori di alcuni metri, rappresentata localmente da una disarticolazione strutturale dell'ammasso, con locale sostituzione della facies lapidea con una coltre limosa e formazione di patine o bande di ossidazione ocraceo-rossastre, particolarmente sviluppate lungo le superfici di fratturazione. L'ambiente deposizionale è di piana bacinale. Le microfaune presenti indicano un'età compresa tra il Langhiano superiore p.p. e il passaggio Serravalliano sommitale-Tortoniano basale.

L'unità non è intercettata in nessun punto ad occidente del sovrascorrimento, poiché affiora ovunque a quote superiori rispetto al tracciato; interessa il progetto nella fascia immediatamente ad E del sovrascorrimento tra le progr. 2+700-3+150 circa dove il Membro di Galeata soggiace alla coltre di depositi di versante e colluviali (dvc).

### 2.2.1.3. Membro di Collina (FMA5)

L'unità affiora al tetto del Membro di Galeata, come si osserva ad E del "sovrascorrimento di Mercatello", nei pressi della località Casa Valdivatica, in destra Metauro. In sinistra il contatto tra le due unità risulta, invece, di origine tettonica, in corrispondenza del secondo sovrascorrimento, anch'esso d'importanza regionale, nei pressi della località Case Nuove, dove il Membro di Collina è posto al muro del Membro di Galeata. In corrispondenza di Casa Valdivatica l'unità si rovescia sul

PROGETTAZIONE ATI:

fianco orientale dell'anticlinale, avvicinandosi al secondo sovrascorrimento. L'unità presenta un rapporto A/P medio di 1/10, ed è costituita complessivamente da un'alternanza di peliti dominanti e arenite subordinate, le quali sono prevalentemente arenarie, talora calcarenite e arenite ibride. Gli strati arenacei sono da molto sottili a sottili (10 cm) fino a spessi (50-110 cm). La porzione pelitica è caratterizzata da marne grigie e da livelli calcilutitici, che presentano una fratturazione variabile, da aciculare a concoide. In corrispondenza di Casa Valdivatica si ha un'estesa esposizione del Membro di Collina in posizione rovesciata, immediatamente a monte del tratto terminale del tracciato. Il Membro di Collina è particolarmente esposto lungo il corso d'acqua del Metauro, denotando un'azione erosiva del fiume, dove genera scarpate, e su di una di queste in corrispondenza dell'area terminale del progetto è stata eseguita una stazione geostrutturale-geomeccanica. Le paleocorrenti indicano provenienze da NO per le arenarie e da E-SE per le colombine. L'unità è superficialmente ricoperta da una coltre di alterazione, di colore marrone-giallastro, che giunge a spessori di alcuni metri, caratterizzata da una locale disarticolazione strutturale dell'ammasso, con formazione di una coltre limoso-argillosa e di bande di ossidazione ocraceo-rossastre, particolarmente sviluppate lungo le superfici di fratturazione. L'ambiente deposizionale è di piana bacinale. In base alla microfauna presente l'unità è assegnata al Langhiano Superiore p.p. e al Serravalliano Superiore.

Il Membro di Collina è interessato dal tracciato, presso la sua parte terminale (progr. 3+700-4+036 circa), dove è ricoperto dalla coltre dei depositi di versante e colluviali.

#### 2.2.1.4. Membro di Civitella (FMA9)

Questa unità si riscontra nell'area di studio solo in destra Metauro, al tetto del Membro di Collina: il contatto stratigrafico si osserva presso il limite orientale dell'area studiata, in località Casa Fosso Porcai. L'altro contatto, posto poco ad occidente del precedente, nei pressi della località Persagnolo, è invece di carattere tettonico ed è rappresentato dal secondo sovrascorrimento partendo da Mercatello verso oriente: il Membro di Civitella è posto al muro del Membro di Collina e presso il contatto è in posizione rovesciata in corrispondenza del nucleo di una struttura sinclinalica. Nell'area affiora la porzione inferiore dell'unità che presenta in generale un valore variabile del rapporto A/P da 1:2 a 1:3. Le arenarie sono gradate, di colore avana-grigiastro, da medie a fini, con spessori di 5-10 cm rilevati negli affioramenti. Le paleocorrenti misurate nelle arenarie indicano sempre provenienze da NO. Le peliti sono rappresentate da marne di colore grigio, prevalenti negli affioramenti rilevati, e presentano una fratturazione prevalentemente di tipo terroso (Fig. 6.6). Anche questa unità è superficialmente ricoperta da una coltre di alterazione, di colore giallastro, spesso fino ad alcuni metri, caratterizzata localmente da uno scompaginamento della struttura dell'ammasso, con formazione di una coltre limosa e di bande di ossidazione ocraceo-rossastre, particolarmente sviluppate lungo le superfici di fratturazione.

Con questa unità si chiude la sequenza stratigrafico-deposizionale della Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola (FMA). I foraminiferi bentonici indicano una minore profondità del bacino, che passa così da ipo o mesobatiala a epibatiala. Il contenuto microfaunistico indica per l'unità un'età compresa tra il Serravalliano e il Tortoniano Inferiore p.p..

Il Membro di Civitella è interessato dal tracciato presso la sua parte terminale (progr. 3+450-3+750 circa), dove è ricoperto dalla coltre dei depositi di versante e colluviali: in questo tratto potrebbe essere interessato solo da opere minori.

### 2.2.2. DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

#### 2.2.2.1. Sintema di Matelica – depositi alluvionali terrazzati pleistocenici (ama)

L'unità è presente con estesi affioramenti nelle valli del Torrente S. Antonio e del Fiume Metauro e in alcune vallate affluenti. Si tratta di sedimenti alluvionali riferibili ai terrazzi del 3° ordine tradizionali. Costituiscono superfici pianeggianti, ampie nelle valli principali, strette ed allungate nelle valli secondarie. Attualmente si presentano in erosione, con il substrato flyschoida affiorante

PROGETTAZIONE ATI:

negli alvei attuali del Torrente S. Antonio e del Fiume Metauro: ciò significa che in epoche recenti l'area ha subito un rapido sollevamento che ha portato alla reincisione dei sedimenti fluviali e all'erosione del substrato. L'unità è rappresentata da sedimenti prevalentemente ghiaiosi con intercalazioni di lenti limoso-sabbiose o sabbioso-ghiaiose. In corrispondenza dei conoidi alluvionali nei sedimenti in questione si riscontrano passaggi di lenti detritiche costituite da pezzame eterometrico di arenarie e marne.

Il tracciato attraversa questa unità nella piana del Torrente S. Antonio dalla prog. 0+000 alla 1+250 con due piccole interruzioni, una in corrispondenza dell'attraversamento del corso d'acqua, dove in corrispondenza dell'alveo affiora il Membro di Corniolo, e una in corrispondenza della prog. 0+550 dove il tracciato dalla piana devia leggermente sulle colline in sinistra idrografica del corso, dove ancora una volta affiora il Membro di Corniolo. Il tracciato riattraversa il Sintema di Matelica in corrispondenza dell'imbocco est della galleria 1 per un tratto di 20 metri alla prog. 1+650, e nella parte terminale del tracciato, in corrispondenza dell'innesto dell'attuale statale alla prog. 4+068, per circa 30 metri, poiché scende nella piana del Metauro.

#### **2.2.2.2. Sintema del musone – depositi alluvionali terrazzati olocenici (amu)**

Questa unità è presente solo in alcune piccole aree, in posizione terrazzata, a ridosso del Torrente S. Antonio e del Fiume Metauro, ed è riconducibile ai terrazzi del 4° ordine della letteratura tradizionale. In alcune aree questi sedimenti raccordano quelli del Sintema di Matelica (unità ama) con il fondovalle dei due corsi d'acqua presenti. I depositi in questione sono rappresentati da ghiaie talora grossolane, intercalate a livelli e lenti sabbiosi, sabbio-ghiaiosi e argillo-sabbiosi. Gli spessori sono modesti.

L'unità non viene interessata in nessun tratto dal tracciato in progetto.

#### **2.2.2.3. Depositi di versante e colluviali (dvc)**

I depositi in oggetto si riscontrano in tutta l'area di studio e lungo tutti i versanti. Sono presenti entro le depressioni laterali alle due principali valli fluviali (Torrente S. Antonio e F. Metauro) e al piede di alcuni tratti di versante. Questi depositi colmano le depressioni e raccordano i versanti più acclivi con la pianura, determinando un addolcimento della morfologia dell'area. La loro genesi è legata, per lo più, al continuo apporto di detriti provenienti dallo smantellamento fisico dei versanti, in cui l'agente è rappresentato dalla gravità, con il contributo di un modesto trasporto ad opera delle acque di ruscellamento. La composizione di tali depositi è data da uno scheletro di clasti eterometrici a spigoli vivi di arenarie, calcareniti e marne, in abbondante matrice costituita da variabili percentuali di sabbia, limo e argilla. Gli spessori sono estremamente variabili da zona a zona.

I depositi di versante e colluviali sono attraversati dal tracciato in progetto tra le prog. 1+250 e 1+350 circa, in corrispondenza dell'imbocco ovest della galleria 1, nell'area di raccordo tra le due gallerie tra le prog. 1+650 e 1+750 circa ed infine, nell'area di raccordo che si sviluppa in destra idrografica del F. Metauro tra la piana, dello stesso corso, e le colline, tra le prog. 2+600 e 4+020, con una piccola interruzione a cavallo della prog. 2+950 circa, dove il tracciato attraversa un corpo di frana.

#### **2.2.2.4. Depositi di frana (fr)**

I depositi di frana sono presenti in corrispondenza di numerosi versanti, soprattutto nei bacini affluenti dei due principali corsi d'acqua. Si tratta quasi integralmente di corpi di frana senza indizi di evoluzione, classificati come quiescenti, risultato di movimenti avvenuti nel passato e i cui segni superficiali hanno subito processi di colmamento e di rimodellamento, quindi attualmente si presentano poco evidenti. Corpi di frana attivi, quindi con segni ancora molto ben evidenti, sono solo alcuni piccoli fenomeni, dovuti in parte alla presenza della viabilità secondaria e alla carente regimazione delle acque di ruscellamento. La composizione di tali depositi è rappresentata da uno

PROGETTAZIONE ATI:

scheletro di clasti eterometrici prevalentemente a spigoli vivi di arenarie, calcareniti e marne, in abbondante matrice costituita da variabili percentuali di sabbia, limo e argilla. Gli spessori sono variabili da zona a zona.

Il tracciato attraversa un corpo di frana tra le prog. 2+900 e 3+100 circa, in un'area al piede di un fenomeno classificato come complesso.

### 2.3. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

L'area di studio del presente progetto è rappresentata da rilievi collinari, ad acclività variabile da blanda a sostenuta, ricadenti nell'estremo settore nord-orientale dell'Appennino Umbro-Marchigiano. Il territorio è solcato dalla valle del Fiume Metauro e da quella del suo affluente di destra Torrente S. Antonio. L'area con maggior ampiezza del fondovalle è in corrispondenza della confluenza dei suddetti corpi d'acqua, dove sorge l'abitato di Mercatello sul Metauro (Figura 2.5). Il territorio ricade nella parte alta dei bacini imbriferi suddetti, i rilievi presenti ricadenti nell'area rilevata raggiungono la quota di 600 m s.l.m. circa, mentre il fondovalle è compreso tra 460 m e 380 m s.l.m. circa.

Uno degli elementi geomorfologici più evidenti e significativi del territorio esaminato è la presenza di terrazzi fluviali antichi e recenti lungo il Fiume Metauro ed il Torrente S. Antonio. I due corsi d'acqua sono in accentuata fase erosiva: infatti i loro alvei hanno eroso le alluvioni di fondovalle ed ora incidono il substrato marnoso arenaceo (Figura 2.7 e Figura 2.8).



Figura 2.5 Panoramica da W del territorio di studio (Google Earth).

Il fondovalle è pianeggiante e corrisponde alla superficie superiore dei terrazzi di 3° ordine (a minor quota) o di 4° ordine (a quote più elevate). Tra questi ultimi sono compresi lembi di alluvioni terrazzate presenti nelle vallecole laterali in destra del Metauro, solcate da torrenti, pensili una ventina di metri sopra l'alveo principale, e profondamente incisi nei sedimenti delle coperture detritiche e nel substrato. L'individuazione dei terrazzi è stata eseguita attraverso l'utilizzo del modello di elevazione del terreno (DTM) fornito dal Geoportale Nazionale (*Ministero dell'Ambiente*

PROGETTAZIONE ATI:



e della Tutela del Territorio e del Mare - Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque), ed in particolare attraverso una serie di sezioni ortogonali al corso d'acqua.

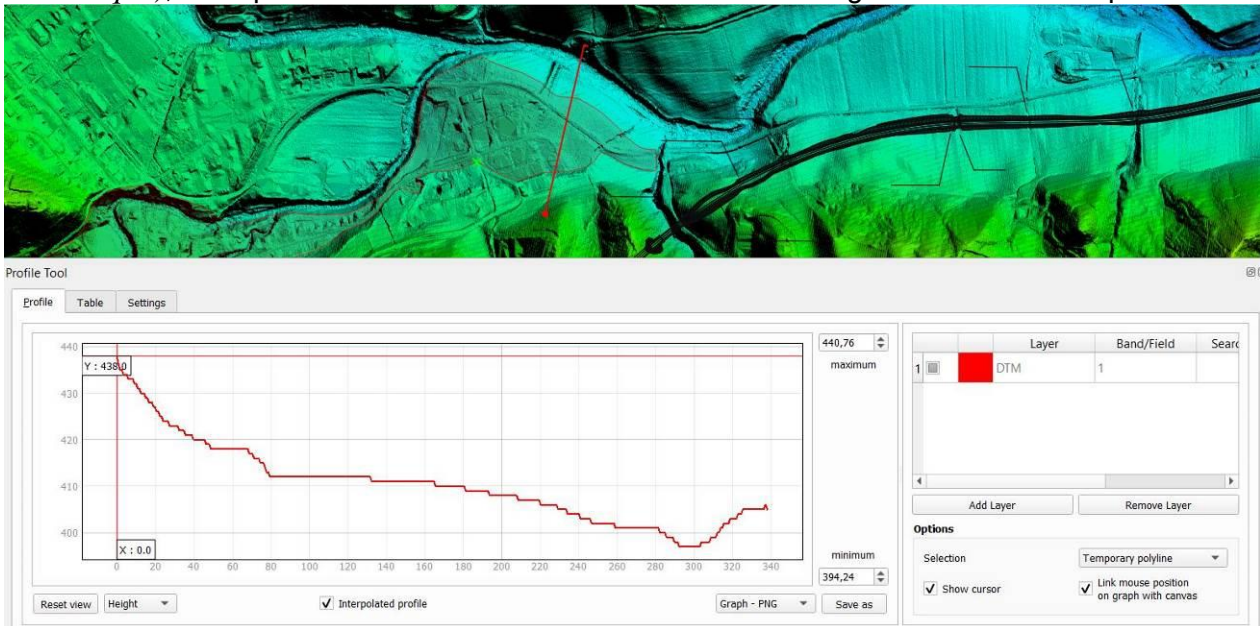


Figura 2.6 Ricostruzione terrazzi alluvionali da sezioni

Le alluvioni sfumano nelle fasce detritiche che ammantano il piede delle pendici dei rilievi che, con la loro elevata pendenza, contrastano e caratterizzano il paesaggio, oppure colmano le depressioni in cui sono incisi i corsi d'acqua minori.

La rete idrografica dei torrenti tributari di destra del Torrente S. Antonio e del Fiume Metauro, incide profondamente i versanti destri dei due corsi d'acqua, attraversati da segmenti dei tracciati, con andamento poco inclinato rispetto alla direzione degli strati marnoso – arenacei. In considerazione di ciò e al fatto che la giacitura è uniforme in termini di immersioni prevalenti (verso SW), il profilo trasversale delle valli secondarie risulta asimmetrico con i versanti di sinistra, dove la giacitura degli strati presenta una non trascurabile componente della giacitura a “reggipoggio”, che presentano una pendenza maggiore rispetto a quelli di destra, dove la giacitura è sostanzialmente a “franapoggio”.

L'assetto morfologico e strutturale descritto comporta entità e tipologia di frane diverse. I fenomeni gravitativi più rilevanti, nella generalità dei casi, sono riconducibili a frane per colata o complesse e si sviluppano prevalentemente sui versanti destri come rielaborazione delle coltri detritiche, favoriti dalle giaciture a franapoggio delle formazioni del substrato.



**Figura 2.7** Affioramento del Membro di Corniolo nell'alveo del Torrente S, Antonio nei pressi della località Casa S. Biagio.

Invece, sui versanti sinistri, si sono osservati prevalentemente dissesti di piccole dimensioni, costituiti da sottili frane per scorrimento. In questi dissesti è possibile talora osservare la nicchia di distacco mentre il materiale di accumulo spesso manca perché asportato e disperso nell'alveo dei torrenti. Il maggior numero di quest'ultimo tipo di dissesti si osserva lungo il versante sinistro del Fosso Romito. Le frane sono in questo caso classificabili come piccoli scoscendimenti, in parte ancora attivi. Uno solo dei dissesti osservati è riconducibile ad una colata, di forma trilobata, presente nella parte più alta del fosso. Sul versante destro del Fosso Romito si osserva la colata di maggiori proporzioni della porzione di territorio rilevata. Si tratta di un accumulo franoso molto antico e quiescente i cui limiti sono di difficile definizione, quindi solo pochi elementi morfologici (gibbosità del terreno) aiutano, in una certa misura, a delimitarlo.

Maggiore interesse dal punto di vista progettuale riveste il corpo di frana per colamento quiescente posto ad oriente di Casa Cerbellino in quanto il piede del medesimo dissesto viene intercettata dal tracciato.

Altra frana per colata colma la piccola valle ad oriente di Casa Valdivatica. Pur non interferendo con il tracciato stradale, il piede della stessa giunge poco a monte del tracciato.

Piccoli movimenti per scorrimento attivi sono stati rilevati, infine, nella zona occidentale dell'area di studio e sono legati a fattori locali, quali movimentazione della coltre detritica, erosioni al piede, carente regimazione delle acque; nessuno di questi fenomeni interessa il tracciato in progetto.



**Figura 2.8 Alveo Fiume Metauro caratterizzato da alti tassi erosivi costituito dal Membro di Galeata**

Nel paragrafo specifico verranno analizzati i fenomeni gravitativi interferenti con il tracciato in progetto, verranno, inoltre riportate le metodologie di individuazione e cartografiche.

L'andamento dei crinali spartiacque tra le valli minori risulta parallela alla direzione degli strati, in quanto i crinali si sono per lo più delineati in corrispondenza delle testate degli strati medesimi.

La pendenza dei versanti varia in funzione della giacitura degli strati. In presenza di strati a "reggipoggio" o a "traversopoggio", i versanti assumono pendenze dell'ordine di 20°-30°. In presenza di pendenze superiori il pendio mostra una maggiore propensione ai dissesti gravitativi. Pendenze inferiori ai 20° sono tipiche quasi esclusivamente dei versanti interessati dai movimenti franosi.

Infine, lungo le parti sommitali dei versanti e/o in corrispondenza di sbancamenti, si notano diffusi fenomeni di erosione accelerata, del tipo ruscellamento areale, in grande prevalenza nei termini di composizione pelitica.

#### **2.4. LINEAMENTI IDROGEOLOGICI**

Il reticolo idrografico dell'area di interesse è dominato dalla presenza di un'asta fluviale (Fiume Metauro), nel tratto montano del suo corso, e di un suo affluente di destra (Torrente S. Antonio). I due corsi d'acqua, che mostrano un prevalente regime torrentizio, hanno inciso le alluvioni terrazzate pleistoceniche ed oloceniche ed ora incidono anche il substrato marnoso arenaceo. I versanti sono attraversati da fossi orientati in prevalenza in direzione N-S che, a loro volta, hanno inciso le proprie alluvioni pleistoceniche e ora incidono il substrato o i detriti di falda. Questi elementi indicano una recente ed attuale fase erosiva generalizzata del reticolo idrografico, a causa

PROGETTAZIONE ATI:

di un rapido sollevamento del territorio oggetto di studio. Il corso d'acqua principale, attraversato dal tracciato di progetto, è il Torrente S. Antonio, nella parte occidentale dell'area in studio. Procedendo da ovest verso est, sono numerosi i corsi d'acqua attraversati, tra i quali i principali sono: il fosso che confluisce in destra del Torrente S. Antonio nella zona sud di Mercatello denominata Colombaro, il Fosso Romito che confluisce in destra del Fiume Metauro nei pressi della zona artigianale di località Bolciano.

Dal punto di vista idrogeologico, nell'area in esame si individuano più complessi a comportamento omogeneo, caratterizzati da condizioni e gradi di permeabilità distinte.




Il substrato può essere considerato omogeneo dal punto di vista idrogeologico, quindi è rappresentato dall'insieme dei membri che costituiscono la Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola. Nell'insieme è rappresentato da alternanze di strati a consistenza lapidea di natura marnosa, prevalenti, e di natura arenacea, subordinati; la permeabilità, di tipo secondario, per fratturazione, è media nella coltre di alterazione, da bassa a nulla in profondità. In questa unità idrogeologica possono attivarsi piccole falde acquifere sospese, nelle coltri di alterazione, oppure localizzate circolazioni idriche, anche in pressione, in profondità, all'interno di banchi arenacei o calcarenitici fessurati.

Un altro complesso idrogeologico è rappresentato dai depositi alluvionali terrazzati, costituiti da sedimenti sciolti di granulometria variabile da ghiaia ad argilla, in posizione sopraelevata rispetto all'alveo dei corsi d'acqua. La permeabilità è di tipo primario per porosità ed è di grado medio-alto. In questa unità è presente una falda acquifera di tipo freatico di significativa potenzialità idraulica.

Il terzo complesso idrogeologico è costituito dai depositi colluviali e dai corpi di frana, la cui granulometria è complessivamente fine, di tipo limo-argillo-sabbioso, con variabile presenza di uno scheletro clastico di arenarie e marne. La permeabilità è di tipo primario per porosità ed ha un grado medio-basso. In tale complesso possono essere presenti piccole falde di variabile potenzialità idraulica che spesso alimentano la falda acquifera di fondovalle.

## 2.5. COMPLESSI IDROGEOLOGICI

Nell'elaborato specifico (T00GE01GEOCI) sono stati distinti tre differenti complessi idrogeologici classificati con il metodo AFTES.

| MOLTO ALTA - ALTA<br>$K > 10^{-4}$ m/s | ALTA - MEDIA<br>$10^{-4}$ m/s > $K > 10^{-6}$ m/s                                   | MEDIA - BASSA<br>$10^{-6}$ m/s > $K > 10^{-8}$ m/s                                  | BASSA - MOLTO BASSA<br>$K > 10^{-8}$ m/s | COMPLESSO IDROGEOLOGICO   |
|--|---|---|--|---|
|  |  |   |  | COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI, RECENTI E ANTICHI                             |
|  |   |  |  | COMPLESSO DEI DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI, DEI DETRITI DI FALDA E DEI FENOMENI GRAVITATIVI |
|  |   |  |  | COMPLESSO DEI FLYSCH DELLA SUCCESIONE MARNOSO-ARENACEA ROMAGNOLA                          |

**Figura 2.9** Legenda complessi idrogeologici

### 2.5.1. COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI, RECENTI E ANTICHI

Il complesso comprende le formazioni geologiche dei depositi alluvionali attuali e recenti (Sintema del Musone) e pleistocenici (Sintema di Metalica) dei fondivalle e dei terrazzi alluvionali. Il complesso comprende depositi costituiti da ciottoli, ghiaie, sabbie, limi ed argille in proporzioni variabili, organizzata in depositi a geometria lenticolare, con frequenti eteropie laterali e verticali di facies. La permeabilità è di tipo primario per porosità ed è di grado medio-alto. In questa unità è presente una falda acquifera di tipo freatico di significativa potenzialità idraulica.

### 2.5.2. COMPLESSO DEI DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI, DEI DETRITI DI FALDA E DEI FENOMENI GRAVITATIVI

Il complesso è rappresentato da terreni prevalentemente sciolti costituiti da uno scheletro di dimensioni molto variabili, da ciottoli millimetrici a blocchi, e da una matrice quasi ovunque prevalente di natura limoso-sabbiosa localmente argillosa. Questi depositi sono localizzabili lungo il bordo delle dorsali, nelle zone di raccordo con le piane alluvionali, e nelle aree affette da instabilità gravitativa recente e attuale. La permeabilità è di tipo primario per porosità ed ha un grado medio-basso. In tale complesso possono essere presenti piccole falde di variabile potenzialità idraulica che spesso alimentano la falda acquifera di fondovalle.

### 2.5.3. COMPLESSO DEI FLYSCH DELLA SUCCESSIONE MARNOSO-ARENACEA ROMAGNOLA

Il complesso comprende i depositi ascrivibili alla formazione Marnoso-Arenacea Romagnola. La presenza in queste successioni di consistenti sequenze torbidityche, costituite da potenti banchi di arenarie con intercalazioni marnose-argillose permette l'instaurarsi di una circolazione idrica sotterranea in un sistema acquifero di tipo compartimentato, sia per la presenza delle intercalazioni marnose-argillose, sia per il ruolo svolto dai contatti tettonici, che interrompono la continuità laterale dei livelli acquiferi. Quando lo sviluppo areale delle sequenze permeabili è rilevante può risultare significativa in queste successioni l'aliquota di infiltrazione efficace, che sostiene il flusso di base dei corsi d'acqua drenanti tali strutture, e permette l'instaurarsi di una circolazione idrica sotterranea che può risultare importante. La permeabilità, di tipo secondario, per fratturazione, è media nella coltre di alterazione, da bassa a nulla in profondità. In questa unità idrogeologica possono attivarsi piccole falde acquifere sospese, nelle coltri di alterazione, oppure localizzate circolazioni idriche, anche in pressione, in profondità, all'interno di banchi arenacei o calcarenitici fessurati.

## 2.6. GEOTECNICA

### 2.6.1. CAMPAGNE DI INDAGINE

#### Indagini Pregresse

Nel corso del presente lavoro sono stati consultati i risultati di indagini pregresse, eseguite in fasi diverse sia per la progettazione delle opere del presente lotto, sia eseguite da privati o dal Comune di Mercatello sul Metauro e forniti dal medesimo ente.

Di seguito si elencano le indagini suddette:

1. INDAGINI PER LA PROGETTAZIONE DEL TRATTO FRA MERCATELLO SUL METAURO E SANTO STEFANO DI GAIFA - 1998 (GEOTEC S.p.A. – CAMPOBASSO)
  - a) N. 11 sondaggi geognostici (S1-S9, S11-S12), di profondità compresa fra m 15 e m 22, con esecuzione di pocket penetrometer test, prove SPT, prelievo di campioni indisturbati e installazione di piezometri;
2. INDAGINI PER IL PROGETTO DEFINITIVO DEL IV LOTTO DELLA S.G.C. E78 – TRATTO DI MERCATELLO SUL METAURO - 2001
  - i) N. 7 sondaggi geognostici (SN1-SN7), di profondità compresa fra m 15 e m 65, con prelievo di campioni (GEOEMME 2 – Rimini);
  - ii) N. 3 prove penetrometriche statiche (CPT1-CPT3), di profondità compresa fra m 6 e m 7 circa e n. 3 prove penetrometriche dinamiche (SCPT1-SCPT3), di profondità pari a m 7,50 circa (GEOEMME 2 – Rimini);
  - iii) N. 11 profili sismici a rifrazione (B1-B11), di lunghezza pari a 110 m cadauno (POLO GEOLOGICO S.n.c. – Roma);

3. INDAGINI PER IL PROGETTO ESECUTIVO DEL IV LOTTO DELLA S.G.C. E78 – TRATTO DI MERCATELLO SUL METAURO - 2002 (PERIGEO SONDAGGI S.n.c. – GUBBIO)
  - i) N. 4 sondaggi geognostici (SN8, SN9, SN10, SN11), di profondità compresa fra m 3,70 e m 16,80, con esecuzione di prove SPT, prelievo di campioni indisturbati, installazione di piezometri Casagrande;
  - ii) N. 6 prove penetrometriche dinamiche (DP1, DP2, DP4-P6), di profondità compresa fra m 2,70 e m 10,50;
  - iii) Prove geotecniche di laboratorio, con determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei campioni prelevati;
4. INDAGINI ESEGUITE DA DITTE PRIVATE E DAL COMUNE FORNITE DAL COMUNE DI MERCATELLO SUL METAURO (1994 – 2014)
  - i) N. 32 sondaggi geognostici, con prelievo di campioni e installazione di alcuni piezometri;
  - ii) N. 4 trincee o pozzetti esplorativi;
  - iii) N. 1 prova penetrometrica statica;
  - iv) N. 4 HVSR stazioni microtremori a stazione singola;
  - v) N. 2 MASW;
  - vi) Prove geotecniche di laboratorio, con determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei campioni prelevati.

### **Indagini Progetto Definitivo**

Durante l'attuale fase progettuale è stata eseguita una campagna geognostica con l'obiettivo di affinare il modello geologico tecnico. L'ubicazione delle indagini ha tenuto conto della posizione delle opere in progetto.

Sono stati eseguiti:

- a) N. 12 sondaggi geognostici, con prelievo di campioni, prove in foro e installazione di 6 piezometri a tubo aperto e un piezometro di casagrande.
- b) N. 3 down hole
- c) N. 9 sismiche a rifrazione;
- d) N. 2 sismiche ibride;
- e) N. 3 MASW;
- f) N. 55 pozzetti, di cui uno esclusivamente per la caratterizzazione geotecnica, 6 sia per la caratterizzazione geotecnica che ambientale e 48 esclusivamente per la caratterizzazione ambientale;
- g) Prove geotecniche di laboratorio, con determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei campioni prelevati.

### **2.6.2. MODELLO GEOTECNICO**

Il modello geotecnico di sottosuolo è stato definito con riferimento al modello geologico di riferimento, considerando gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici e geomorfologici individuati. Sono stati analizzati tutti i dati disponibili per la definizione delle unità omogenee sotto il

PROGETTAZIONE ATI:

profilo fisico-meccanico, del regime delle pressioni interstiziali e dei valori caratteristici dei parametri geotecnici.

Al fine del dimensionamento delle opere sono state individuate quattro unità geotecniche:

• **UG1 – DEPOSITI DI FRANA**

L'UG1 è costituita da un corpo di frana (FR), posizionato tra le progressive 2+850,00 e 3+150,00 e caratterizzato da un fenomeno gravitativo attivo. Tale unità risulta principalmente caratterizzata da argille limose con inclusi calcarei.

• **UG2 – COLTRI DETRITICHE E DEPOSITI ALLUVIONALI**

L'UG2 è costituita da terreni detritici (DVC) e depositi alluvionali (AMA) caratterizzati da uno scheletro di clasti eterometrici di arenarie, calcareniti e marne, in abbondante matrice costituita da percentuali variabili di sabbia, limo e argilla.

• **UG3a – FORMAZIONE MARNOSO ARENACEA ALTERATA**

L'UG3a comprende i materiali della coltre alterata del substrato roccioso (UG3b). Tale unità risulta costituita da arenaria marnosa e marna argillosa con un grado di alterazione da debole a elevato e una frequenza delle fratture da molto a mediamente ravvicinata (RQD ≤ 50%).

• **UG3b – FORMAZIONE MARNOSO ARENACEA**

L'UG3b è costituita da una sequenza ordinata di strati pelitici ed arenacei (FMA2, FMA4, FMA9) con la generale prevalenza della componente marnosa (P/A = 3/1). Il grado di alterazione risulta essere debole o assente e con frequenza delle fratture distanziata o molto distanziata (RQD ≥ 75%). La porzione superficiale risulta alterata.

I valori caratteristici per le singole unità geotecniche sono riassunti nella tabella seguente.

**Tabella 2-1 Sintesi parametri caratteristici**

| <b>Unità geotecnica</b> | <b>Descrizione</b>                       | <b><math>\gamma_n</math><br/>(kN/m<sup>3</sup>)</b> | <b><math>c'</math><br/>(kPa)</b> | <b><math>\phi'</math><br/>(°)</b> | <b><math>c_u</math><br/>(kPa)</b> | <b>E<br/>(MPa)</b> |
|-------------------------|--|---|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| UG1                     | Frana                                    | 18 ÷ 19   | 0 <sup>(*)</sup>                 | 25 ÷ 27 <sup>(*)</sup>            | -                                 | 5 ÷ 10             |
| UG2                     | Coltri detritiche e depositi alluvionali | 19 ÷ 20   | 20 ÷ 40                          | 24 ÷ 28                           | 90 ÷ 120                          | 10 ÷ 50            |
| UG3a                    | Form. marnoso arenacea alterata          | 26  | 30 ÷ 50                          | 32 ÷ 40                           | -                                 | 900 ÷ 1700         |
| UG3b                    | Form. marnoso arenacea                   | 26  | 50 ÷ 200                         | 40 ÷ 45                           | -                                 | 1700 ÷ 4000        |

(\*) Parametro in condizioni residue

**2.6.3. INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE**

Il tracciato in esame attraversa tre aree in cui sono state individuate problematiche gravitative: una di queste (denominata CO2) è presente all'interno del PAI, mentre le altre due (denominate CO1 e

CR1) risultano di piccola entità, ma presentano comunque un impatto progettuale in quanto localizzate in corrispondenza rispettivamente di due imbocchi delle gallerie. In corrispondenza delle aree di dissesto individuate lungo il tracciato sono previsti opportuni interventi di stabilizzazione, di seguito brevemente descritti.

### ***Barriera paramassi***

In corrispondenza dell'imbocco ovest della galleria naturale Mercatello 1, a monte della paratia di imbocco, si prevede l'installazione di una barriera paramassi che ha la funzione di trattenere eventuale materiale instabile, soprattutto nelle fasi di lavoro.

### ***Geostuoia antiersiva e rete metallica con chiodatura di ancoraggio***

In corrispondenza dell'imbocco est della galleria naturale Mercatello 2, a monte della paratia di imbocco, si prevede la stesa di una geostuoia antiersiva e rete metallica in aderenza con chiodatura di ancoraggio. Prima dell'installazione della rete, l'area sarà oggetto di un intervento di pulizia del versante e disgaggio di eventuali blocchi isolati.

### ***Trincea drenante***

Tra le progressive 2+850 e 3+150 si prevede la realizzazione di un sistema di drenaggio, mediante trincee profonde, per la riduzione dei valori delle pressioni interstiziali con conseguente incremento della resistenza a taglio al fine di garantire adeguati margini di sicurezza in termini di stabilità dei depositi di frana. Oltre a tale intervento, si prevede la realizzazione di un canale di raccolta delle acque di ruscellamento provenienti dal versante a monte.

## **2.7. IDROLOGIA E IDRAULICA**

Lo studio effettuato è mirato a fornire:

- l'inquadramento idrologico del territorio interessato dall'opera e le caratteristiche del reticolo idrografico da questa interferito;
- la valutazione della compatibilità idraulica della infrastruttura in progetto ed in particolare delle opere (viadotti, tombini) adottate per la risoluzione delle interferenze con i corpi idrici in attraversamento.

### **2.7.1. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO**

Il principale bacino idrografico interessato dall'infrastruttura in studio è quello del Fiume Metauro che per metà del tracciato in studio costeggia, attraversando i suoi affluenti.

Il Metauro è il principale fiume della regione Marche per lunghezza con 121 km totali di corso ed un'estensione di bacino idrografico pari a 1325 km<sup>2</sup>.

Origina da un ampio ventaglio di sorgenti e corsi d'acqua (molti caratterizzati da discreti deflussi idrici anche in estate) a Badia Tedalda, fra l'Alpe della Luna, il monte Nerone (1526 m s.l.m.) e il monte Catria (1702 m s.l.m.).

Il suo nome (in latino Metaurus o Mataurus) deriva dalla semplice fusione per concatenamento dei nomi dei due rami sorgentizi principali che lo originano: i torrenti Meta (che scende dal valico appenninico di Bocca Trabaria, 1044 m s.l.m.) e Auro (che scende invece dal Monte Maggiore, 1384 m s.l.m.).

PROGETTAZIONE ATI:



Il Metauro, lungo il suo articolato tratto medio-alto, bagna svariati centri tra i quali Sant'Angelo in Vado, Urbania, Fermignano e Fossombrone dove, presso la selvaggia Forra di San Lazzaro, riceve da sinistra il Candigliano, suo principale tributario, che drena oltre metà dell'intero bacino dello stesso Metauro, fornendogli ben 13,6 m<sup>3</sup>/s di apporto medio, ovvero oltre 2/3 della sua portata media annua.

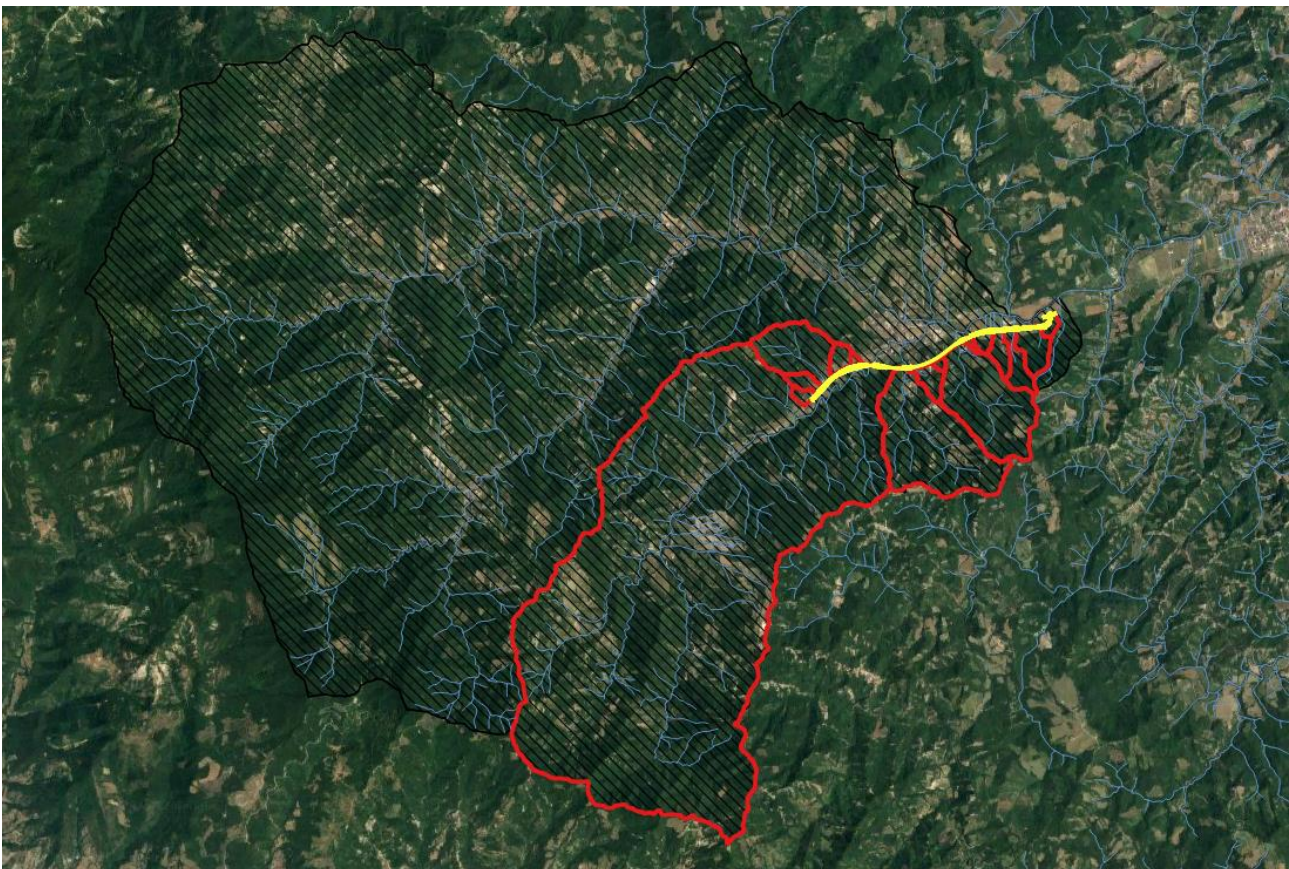
Scorrendo in una valle ampia e profondamente incassata giunge poi nel nuovo comune sparso di Colli al Metauro, precisamente nelle frazioni di Calcinelli e Villanova dove inizia il suo tratto di pianura. Qui un canale di 3,6 km si separa dal fiume e passa per Cerbara. Più a valle, una traversa artificiale sbarra il corso del Metauro per rifornire d'acqua il canale Albani che attraversa la città di Fano e la zona industriale di Bellocchi. Dopodiché il fiume va a sfociare nell'Adriatico lambendo la periferia sud-est dello stesso centro abitato.

Il Metauro ha un regime marcatamente torrentizio di tipo appenninico, ma con portate minime estive che tuttavia nel medio corso non scendono quasi mai sotto i 2 m<sup>3</sup>/s, grazie ad una certa permeabilità del suo alto bacino.

I massimi valori di portata si registrano in autunno e in primavera con piene che, nel caso di precipitazioni eccezionali, possono sfiorare nel tratto basso valori di 2200 m<sup>3</sup>/s, causando anche danni notevoli.

Alcuni bacini idroelettrici sfruttano le sue acque per la produzione di energia elettrica: la diga del Furlo sul fiume Candigliano, il Bacino di San Lazzaro presso Fossombrone, l'invaso di Tavernelle che influenzano, anche se non pesantemente l'andamento delle portate.

Il torrente S. Antonio è un affluente di destra del fiume Metauro, lungo circa 11 chilometri, che nasce dai rilievi intorno ai 1000 m tra il Montaccio e il M. Moriccie in Umbria e si versa nel Metauro a Mercatello.



**Mappa dei sottobacini, in rosso, appartenenti al macro-bacino del Fiume Metauro dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico regionale ed interferenti con l'infrastruttura stradale di progetto, indicato in giallo.**

PROGETTAZIONE ATI:

## 2.7.2. PIANIFICAZIONE DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il bacino del Metauro, così come tutti i bacini minori interferiti, ricade nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'appennino Centrale subentrata come organo competente in data 17 febbraio 2017, con l'entrata in vigore del D.M. 25 ottobre 2016 che sopprime le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali e che di fatto ai sensi di legge ha acquisito le funzioni dell'Autorità di Bacino Regionale nello specifico della Regione Marche.

Il documento di riferimento per la pianificazione degli interventi in ambito fluviale rimane comunque il Piano di Assetto Idrogeologico richiesto dalle LL. 267/98 e 365/00, che si configura come stralcio funzionale del settore della pericolosità idraulica ed idrogeologica del Piano generale di bacino previsto dalla L. 183/89 e dalla L.R. 13/99. Il progetto di piano è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 13 del 30/04/2001. Il PAI è stato adottato, in prima adozione, con Delibera n. 15 del 28 giugno 2001. A seguito delle osservazioni alla prima adozione del piano e alle loro istruttorie, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino ha adottato definitivamente il PAI, con Delibera n. 42 del 7 maggio 2003 (seconda e definitiva adozione). La Giunta Regionale con DGR n. 872 del 17/06/2003 ha trasmesso il Piano al Consiglio Regionale e con DGR n. 873 del 17/06/2003 ha approvato le "Misure di Salvaguardia", decorrenti dalla data di pubblicazione sul BURM (12 settembre 2003 - BUR n. 83) e vigenti fino all'entrata in vigore del Piano. Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini di rilievo regionale è stato approvato con Deliberazione di Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004 pubblicata sul supplemento n. 5 al BUR n. 15 del 13/02/2004. Successivamente all'approvazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini di rilievo regionale sono stati approvati degli atti che modificano parte degli elaborati allegati al PAI di cui alla Deliberazione di Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004. Con Delibera Comitato Istituzionale ex AdB Marche n. 68 del 08/08/2016 è stato approvato, in prima adozione, l'Aggiornamento 2016 al PAI, che deve essere considerato ad integrazione del PAI vigente.

Il PAI, oltre a contenere la delimitazione delle fasce fluviali e delle zone a rischio di inondazione, è corredato da norme di attuazione che dispongono una serie di prescrizioni e vincoli da considerare nella progettazione di tutte le opere destinate ad interagire con il corso d'acqua, tra le quali gli attraversamenti infrastrutturali.

Le finalità del Piano per l'assetto idraulico sono:

- l'individuazione, secondo la procedura definita dal Piano stesso, della fascia di territorio inondabile assimilabile a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni dei principali corsi d'acqua dei bacini regionali;
- la definizione, per le dette aree e per i restanti tratti della rete idrografia, di una strategia di gestione finalizzata a salvaguardare le dinamiche idrauliche naturali, con particolare riferimento alle esondazioni e alla evoluzione morfologica degli alvei, a favorire il mantenimento o il ripristino dei caratteri di naturalità del reticolo idrografico;
- la definizione di una politica di prevenzione e di mitigazione del rischio idraulico attraverso la formulazione di azioni e norme di piano e tramite la predisposizione di un assetto di progetto dei corsi d'acqua, definito nei tipi di intervento, nelle priorità di attuazione e nel fabbisogno economico di massima.

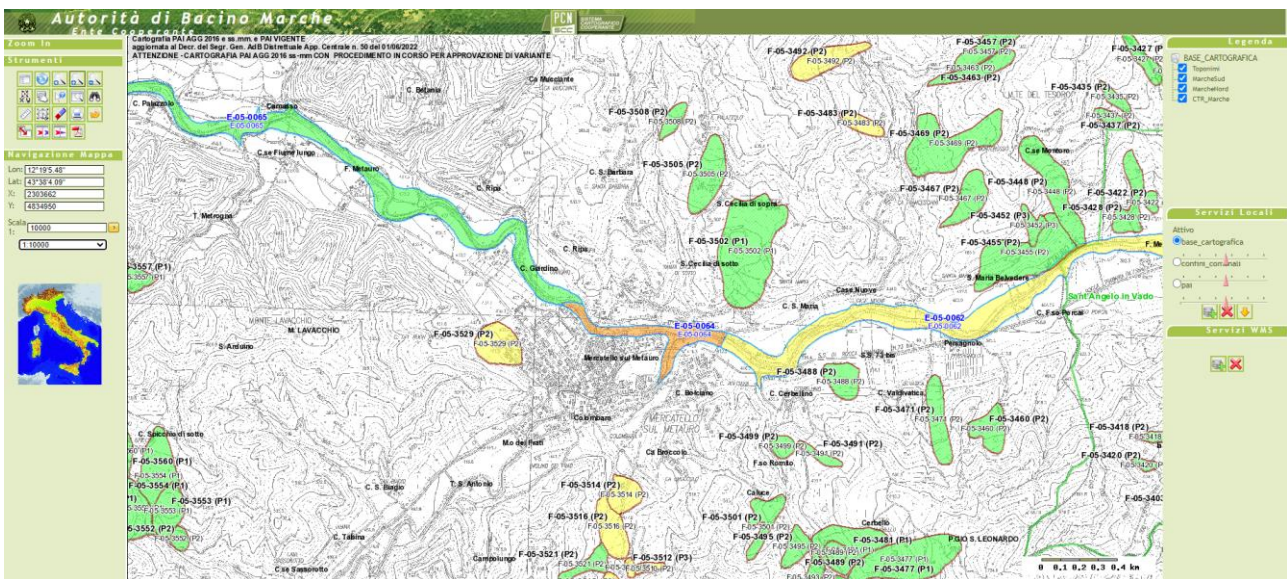
Nell'Art. 7 delle norme di attuazione (All. D) viene definita la fascia di territorio inondabile pertinente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni. La fascia di territorio inondabile assimilabile a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni comprende il relativo alveo di piena così come definito nell'allegato indicato all'Articolo 3, comma 2, lettera d), "Indirizzi d'uso del territorio per la salvaguardia dai fenomeni di esondazione".

PROGETTAZIONE ATI:

**INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO – RELAZIONE TECNICA GENERALE**

La fascia di territorio con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni costituisce, nei territori non urbanizzati, l'ambito di riferimento naturale per il massimo deflusso idrico ed ha la funzione del contenimento e laminazione naturale delle piene nonché la funzione della salvaguardia della qualità ambientale dei corsi d'acqua.

Dall'analisi degli elaborati cartografici relativi alla definizione delle aree a Rischio Idraulico relativa al PAI aggiornamento 2016 risulta che in corrispondenza dell'attraversamento del Metauro non ricadono tra le zone classificate come aree a rischio idraulico; alcune zone prossime al tracciato di progetto sono classificate come area a rischio idraulico di categoria R2 - Rischio Medio.



**PAI - Piano stralcio per l'assetto idrogeologico**

**LEGENDA**

**ConfiniComunali**  
 Comune

**PAI**

**ESONDAZIONI-PAI-VIGENTE**

|    |    |
|----|----|
| R1 | R2 |
| R3 | R4 |

**FRANE-PAI-VIGENTE**

|    |    |
|----|----|
| R1 | R2 |
| R3 | R4 |

**VALANGHE-PAI-VIGENTE**

|    |  |
|----|--|
| R4 |  |
|----|--|

**ESONDAZIONI-PAIAGG2016-ssmm**

|    |    |
|----|----|
| R1 | R2 |
| R3 | R4 |

**FRANE-PAIAGG2016-ssmm**

|    |    |
|----|----|
| R1 | R2 |
| R3 | R4 |

**VALANGHE-PAIAGG2016-ssmm**

|    |  |
|----|--|
| R4 |  |
|----|--|

**2.7.3. STUDIO IDROLOGICO**

PROGETTAZIONE ATI:

I bacini idrografici dei corsi d'acqua interferenti con il tracciato sono rappresentati negli elaborati T00.ID.00.IDR.CO.01 “*Corografia dei bacini maggiori*” e T00.ID.00.IDR.CO.02 “*Corografia dei bacini minori – sottobacini e interbacini*”.

I dati utilizzati per la definizione dei sottobacini e delle loro caratteristiche vengono di seguito elencati:

- Tarquini S., Isola I., Favalli M., Battistini A. (2007) TINITALY, un modello digitale di elevazione dell'Italia con una dimensione della cella di 10 metri (Versione 1.0) [Data set]. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/TINITALY/1.0;>
- tematismo del Curve Number (CN) in formato numerico fornito dalla Regione Marche e predisposto nel 2015 dalla Fondazione CIMA nell'ambito della “definizione, raccolta e sistematizzazione delle informazioni e dei dati necessari per la definizione delle grandezze idrologiche e la modellazione oggetto delle successive attività” di cui alla convenzione “LA MODELLAZIONE E DEFINIZIONE DELLE GRANDEZZE IDROLOGICHE UTILI ALLA PROGETTAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA STRUTTURALE E NON STRUTTURALE DEL RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE DELLA REGIONE MARCHE”.

Per tutti i bacini sono state determinate le principali caratteristiche morfologiche, fisiche ed idrologiche attraverso l'uso di un software Gis Open Source (QGIS) e ARCGIS 10.1, in grado di processare dati territoriali ed eseguirne analisi di tipo spaziale, le distribuzioni rispetto alle superfici dei bacini stessi delle principali caratteristiche morfologiche, fisiche ed idrologiche utili o necessarie allo studio idrologico.

La portata di progetto duecentennale relativa al bacino idrografico del Torrente Sant'Antonio, parte del più esteso bacino del Fiume Metauro è stata desunta dallo studio “Regionalizzazione delle portate massime annuali al colmo di piena per la stima dei tempi di ritorno delle grandezze idrologiche. Revisione 1.1” predisposto nel 2016 dalla Fondazione CIMA nell'ambito della convenzione “LA MODELLAZIONE E DEFINIZIONE DELLE GRANDEZZE IDROLOGICHE UTILI ALLA PROGETTAZIONE PER LA MESSA IN SICUREZZA STRUTTURALE E NON STRUTTURALE DEL RETICOLO IDROGRAFICO PRINCIPALE DELLA REGIONE MARCHE”, a cui si rimanda per i dettagli relativi alle procedure adottate.

Nel caso dei bacini dei corpi idrici minori (fossi) interferenti con l'infrastruttura in progetto i calcoli delle portate sono stati effettuati mediante il metodo razionale che a sua volta è stato utilizzato per differenti metodologie di stima del tempo di corrivazione dopo aver stimato il coefficiente di deflusso.

#### 2.7.4. STUDIO IDRAULICO

Lo studio idraulico fornisce una valutazione della compatibilità idraulica della infrastruttura in progetto ed in particolare delle opere (viadotti, ponti e tombini) adottate per la risoluzione delle interferenze con i corpi idrici in attraversamento. L'infrastruttura in progetto prevede l'attraversamento del reticolo idrografico interferente mediante ponti, viadotti, tombini scatolari e circolari che sono stati dimensionati ai sensi delle NTC2018 con riferimento a portate di picco duecentennali. Sono stati inoltre dimensionati gli attraversamenti minori posti lungo i fossi di guardia di progetto, questi ultimi con riferimento a portate di picco cinquantennali. Lo studio contiene le verifiche idrauliche finalizzate alla valutazione delle possibili interferenze tra le correnti di piena e le opere di attraversamento maggiori per scenari caratterizzati da tempo di ritorno pari a 200 anni.

L'analisi è stata condotta con lo scopo di verificare il franco idraulico. Le principali interferenze del tracciato, per le quali si sono attenzionati questi aspetti specifici, sono:

1. Ponte S. Antonio;
2. Ponte fosso Romito;
3. Tombino fosso Porcari.

Al fine di valutare le condizioni di sicurezza dal punto di vista idraulico delle predette opere di attraversamento, per ciascuna di esse è stata sviluppata una modellazione in moto permanente mediante l'utilizzo del codice di calcolo HEC-RAS (River Analysis System) versione 6.2.

Sono stati inoltre dimensionati gli attraversamenti minori posti lungo i fossi di guardia di progetto, questi ultimi con riferimento a portate di picco cinquantennali.

Nello specifico, per i tombini atti a ripristinare il reticolo idraulico regionale esistente la verifica è stata eseguita sotto l'ipotesi di moto permanente mediante l'ausilio del software Hec Ras v. 6.2. e HY-8. Per gli attraversamenti minori posti lungo i fossi di guardia di progetto si è proceduto con un approccio in moto uniforme, basato sull'equazione di Chezy.

Il dimensionamento e la verifica dei dispositivi costituenti la rete di raccolta delle acque di versante e quella relativa alle acque di piattaforma sono state condotte mediante l'approccio in moto uniforme di Chezy risolvibile per via iterativa.

## 2.8. SISMICA

Il Comune di Mercatello sul Metauro è inserito, in **Zona Sismica 2** ( $a_g = 0,15-0,2$  g) "Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti" (Ordinanza del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003 e della successiva Delibera della Giunta regionale Marche n.1046 del 29/07/2003 e successive modifiche).

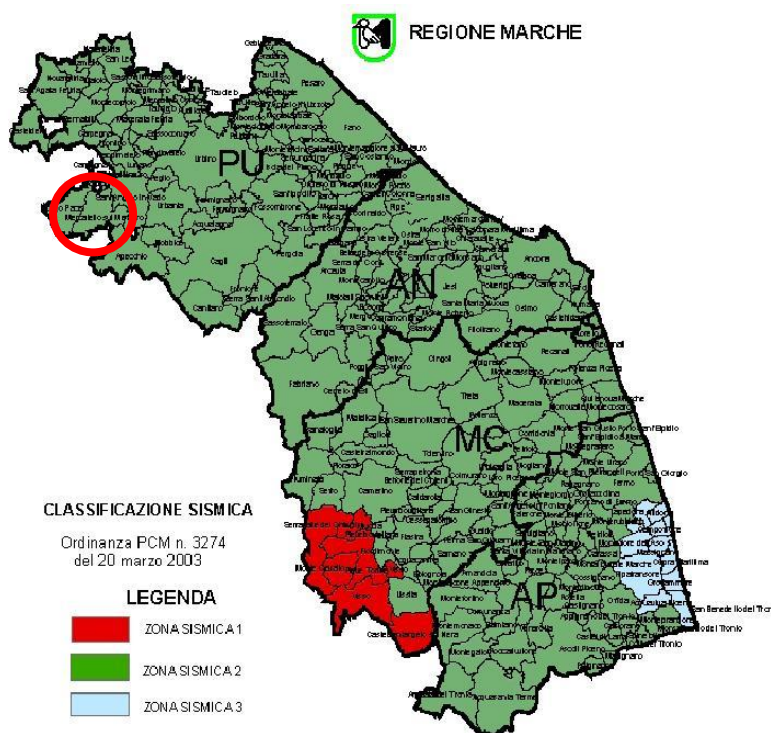


Figura 2.10 Classificazione sismica Regione Marche

### 2.8.1. PERICOLOSITÀ SISMICA

Per quanto riguarda la pericolosità sismica, della quale si riporta la mappa della Regione Marche, essa è intesa in senso probabilistico come lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo.

Questo tipo di stima si basa sulla definizione di una serie di elementi di input (quali catalogo dei terremoti, zone sorgente, relazione di attenuazione del moto del suolo, ecc.) e dei parametri di riferimento (per esempio: scuotimento in accelerazione o spostamento, tipo di suolo, finestra temporale, ecc.).

Gli studi di pericolosità sono utilizzati, tra gli altri, nelle analisi di sito, per localizzare opere critiche dal punto di vista della sicurezza, del rischio o dell'importanza strategica. Valutare la pericolosità significa, in questo caso, stabilire la probabilità di occorrenza di un terremoto di magnitudo (o Pga) superiore al valore di soglia stabilito dagli organi politici/decisionali, portando all'eventuale scelta di aree diverse.

Con l'OPCM n. 3519 del 28.04.2006 è stata approvata la "Mappa di pericolosità sismica del territorio Nazionale" espressa in termini di accelerazione massima al suolo (ag max).

Poiché l'INGV fornisce mappe di pericolosità sismica ricavate fissando un periodo di riferimento  $V_R$  pari a 50 anni ( $V_n = 50$  anni,  $C_u=1$ ), è stato necessario calcolare la probabilità di superamento  $P_{VR}$  in 50 anni per una costruzione di classe d'uso IV ( $C_u=2$ ).

Il periodo di ritorno  $T_R$  allo stato limite SLV ( $P_{VR} = 10\%$ ), calcolato secondo le prescrizioni contenute al paragrafo 3.2.1 delle NTC18, per una costruzione avente un periodo di riferimento  $V_R=100$  anni risulta essere:

$$\underline{T_{R100} = 949 \text{ anni}}$$

PROGETTAZIONE ATI:

È possibile calcolare la probabilità di superamento  $P_{VR}$  fissando un periodo di ritorno  $T_R = 949$  anni e un periodo di riferimento  $V_R = 50$  anni mediante la seguente formula:

$$P_{VR} = 1 - e^{\left(-\frac{50 \text{ anni}}{T_{R100}}\right)} = 5,132 \%$$

Si riporta di seguito la mappa di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ( $V_s > 800$  m/sec). Il valore di "a<sub>g</sub>" per il Comune di Urbania varia da 0,225g a 0.250g.

### 2.8.2. SISMICITÀ STORICA

La sismicità storica dell'area interessata dall'opera in progetto sono stati consultati i database disponibili presso il sito INGV:

- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15), redatto dal Gruppo di lavoro CPTI 2015 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questo catalogo fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  o magnitudo  $\geq 4.0$  d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014
- DataBase Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15), realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.

### 2.8.3. ASPETTI SISMOGENETICI

A seguito dell'Ordinanza P.C.M. 20 marzo 2003 n.3274, All.1, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, con l'istituzione del Gruppo di Lavoro del 2004, ha provveduto alla produzione di una mappa di pericolosità sismica di riferimento, elaborando una nuova zonazione sismogenetica (ZS9). Questa nuova zonizzazione sismogenetica è stata definita a partire da un sostanziale ripensamento della precedente zonazione ZS4 (Meletti et al., 2000), alla luce delle nuove evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni.

La zonizzazione sismogenetica ZS9 è corredata, per ogni Zona Sismogenetica (ZS), da un meccanismo focale prevalente, da un valore di Magnitudo Momento Massima (Mw), un valore di Magnitudo di Durata massimo (Md) e da un valore di profondità efficace.



Figura 2.11 Zonazione sismogenetica ZS9 del territorio italiano

PROGETTAZIONE ATI:



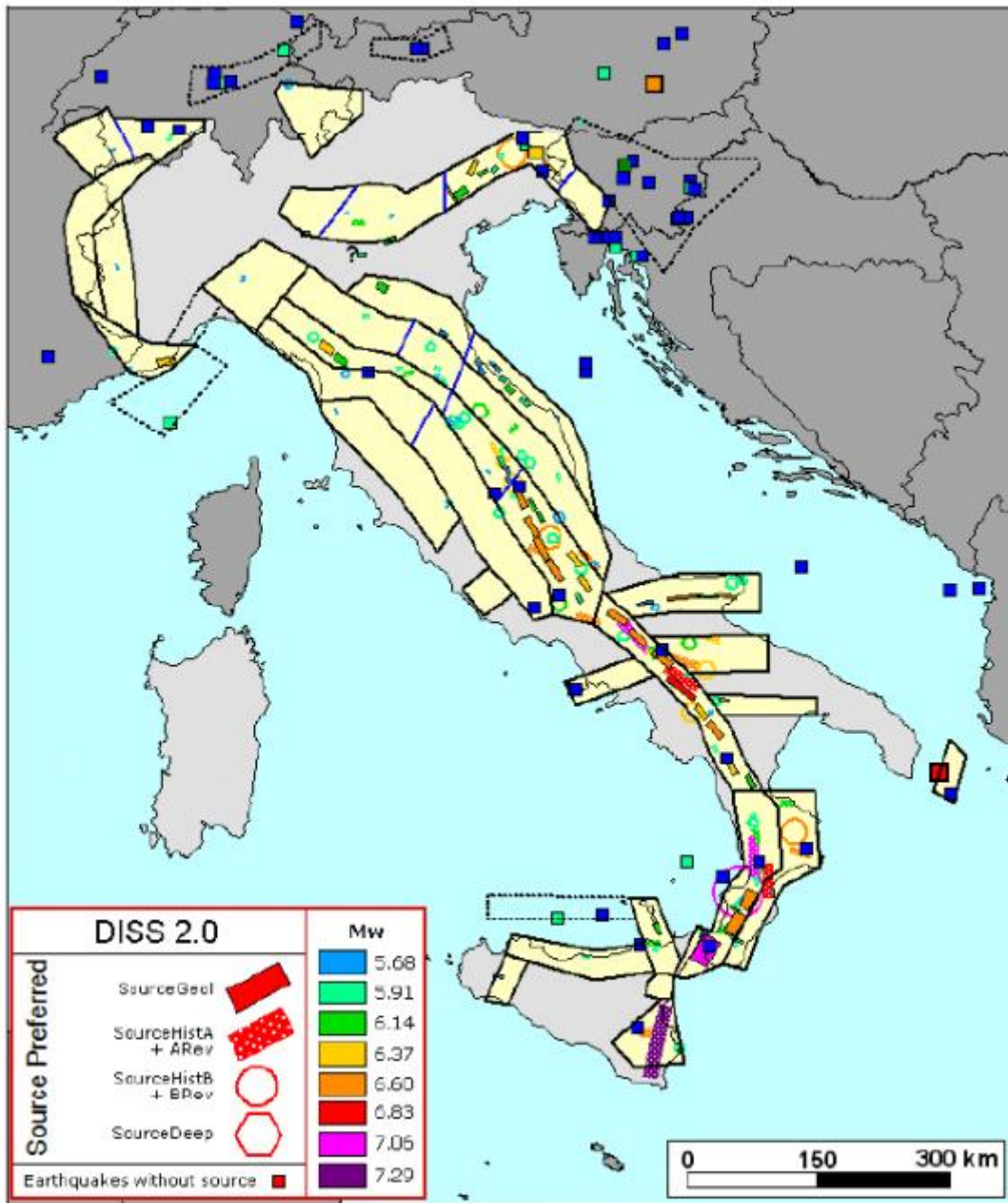
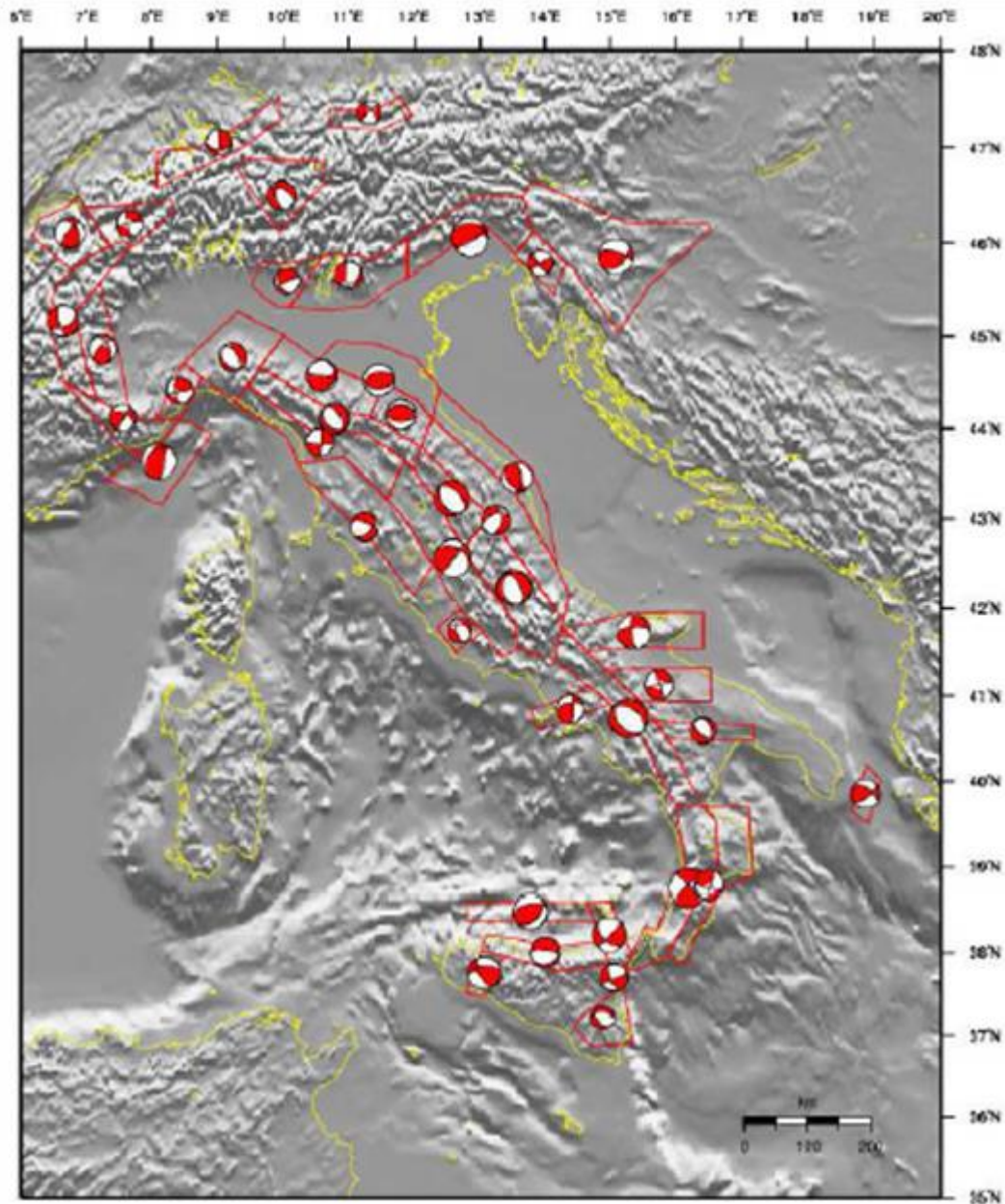


Figura -2.12 Zonazione sismogenetica ZS9 a confronto con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel database DISS 2.0. Ogni sorgente è rappresentata utilizzando una scala cromatica che esprime la magnitudo Mw del terremoto atteso per la sorgente stessa. I simboli quadrati indicano terremoti presenti nel catalogo di riferimento (CPTI2) ma non associati ad una specifica sorgente di DISS 2.0. La loro magnitudo viene rappresentata mediante la stessa scala cromatica usata per le sorgenti. Le classi di magnitudo con le quali sono rappresentati i terremoti e le sorgenti sono le stesse utilizzate per il calcolo dei tassi di sismicità.

PROGETTAZIONE ATI:



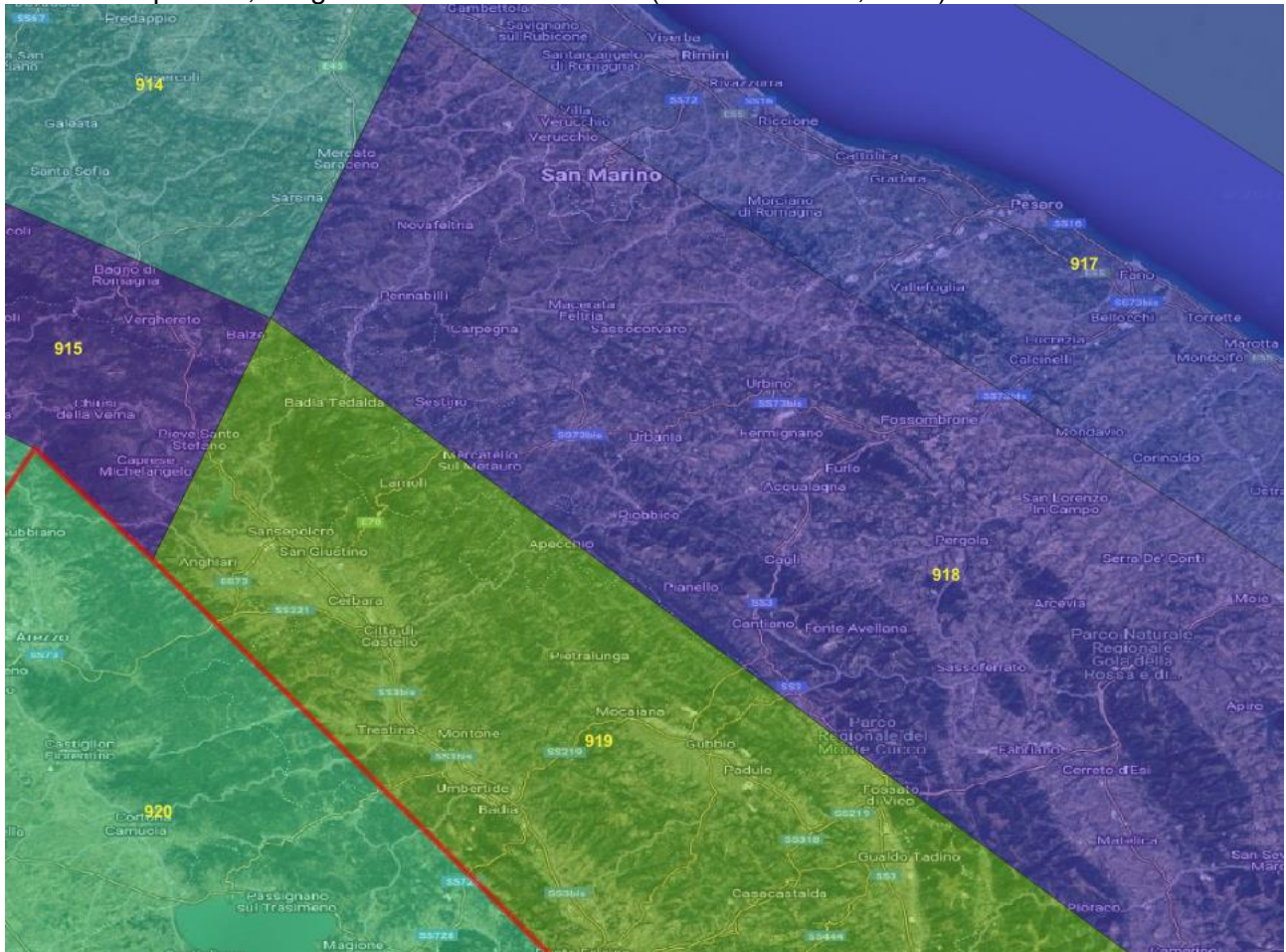
**Figura-2.13 Meccanismi focali medi calcolati per tutte le zone sismogenetiche di ZS9 a partire dal database recentemente pubblicato da Vannucci e Gasperini (2003). La dimensione dei simboli è proporzionale al logaritmo del momento sismico complessivo rilasciato all'interno delle singole zone.**

Dalla consultazione della zonizzazione sismogenetica ZS9, emerge che l'area in esame ricade all'interno della zona sismogenetica 918.

Le zone 913, 914 e 918 risultano dalla scomposizione della fascia che da Parma si estende fino all'Abruzzo. In questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nord-occidentale e probabilmente distensivi nella porzione più sud-orientale; si possono altresì avere meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture. L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. Le profondità ipocentrali sono mediamente maggiori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più esterna; lo testimoniano anche quegli eventi che hanno avuto risentimenti su aree piuttosto vaste (es., eventi del 1799 di Camerino, del 1873 delle Marche

PROGETTAZIONE ATI:

meridionali e del 1950 del Gran Sasso, zona 918). Alla zona 918 sono da riferire alcune sorgenti "silenti" (es. M.ti della Laga, Campo Imperatore) legate a fagliazione normale. Studi paleosismologici lungo le espressioni superficiali delle sorgenti suggeriscono una ripetuta attivazione nel corso dell'Olocene con magnitudo attese che, sulla base della lunghezza della rottura di superficie, vengono stimate tra 6.5 e 7.0 (Galadini e Galli, 2000).



**Figura 2.14 Zone sismogenetiche nell’area d’esame**

Le sorgenti sismogenetiche italiane sono raccolte in un Database (DISS Working Group, 2018), esso comprende un repository georiferito di informazioni di natura sismotettonica. Con il termine sismotettonica si intende il settore disciplinare che si interessa dei rapporti tra la geologia, la tettonica attiva e la sismicità di una data area, e che ha come obiettivo principale l’individuazione delle strutture che generano terremoti – le sorgenti sismogenetiche – e la stima del loro potenziale. L’obiettivo è di simulare in modo accurato, e quindi, in qualche modo, di “prevedere”, la distribuzione dello scuotimento del terreno che verrà determinato da un forte terremoto del futuro. Lo scuotimento è in assoluto il principale responsabile del danneggiamento subito dalle opere dell’uomo come le vie di comunicazione e le reti di servizi in occasione di un forte evento sismico e le tecniche di simulazione dello scuotimento del terreno sono oggi alla base dei codici per il calcolo della pericolosità sismica e si avvalgono di dati che descrivono dal punto di vista geologico le faglie in grado di generare forti terremoti.

Per sorgente sismogenetica si intende “una rappresentazione semplificata e tridimensionale di una faglia crostale contenente un numero imprecisato di sorgenti sismogenetiche non individuabili. Le sorgenti sismogenetiche composite non sono associate a un insieme specifico di terremoti o distribuzione sismica.”

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 2.15 Sorgente sismogenetica ITCS129**

L'area di Mercatello sul Metauro è situata lungo una sorgente sismogenetica composta ITCS129 attiva. Le sorgenti sismogenetiche composte rappresentano aree molto estese all'interno delle quali vi sussistono sorgenti sismogenetiche minori associate a specifici terremoti storici.

Tale Sorgente Composita rappresenta il crinale interno del sistema di spinta ereditato umbro-marchigiano, eventualmente invertito e riattivato nell'attuale regime estensionale.

A seguito della sequenza sismica del centro Italia del 2016-17, un numero crescente di evidenze ha suggerito che i sistemi di spinta su larga scala, originati dall'accumulo dell'Appennino durante il Miocene, stiano attualmente vivendo un'inversione cinematica in regime estensionale quaternario (Scognamiglio et al., 2018; Bonini et al., 2019; Buttinelli et al., 2021). Il ruolo attivo del sistema di spinta ereditato nell'attuale regime estensionale è stato confermato anche da esperimenti su modelli analogici (Del Ventisette et al., 2021).

Durante il Miocene questo sistema di faglie controllava l'insorgere delle anticlinali lungo la dorsale interna della catena (tra molti altri, Bally et al., 1986; Cello et al., 1997; Vai, 2001; Basili e Barba, 2007; Barchi et al. al., 2018) comprendente, da nord a sud: l'Anticlinale Montiego-Monte Nerone (Barchi et al., 1998; Mirabella et al., 2008; De Donatis et al., 2020), l'Anticlinale Monte Catria (Tavani et al. , 2008), e il sistema di spinta Monte Igno-Valnerina (Scisciani et al., 2014).

I cataloghi storici e strumentali (Gruppo di lavoro ISIDE, 2007; Guidoboni et al., 2019; Rovida et al., 2021) mostrano un intermedio molto denso ( $4,5 < M_w < 5,0$ ) alla sismicità dannosa all'interno della regione. Inoltre, questa zona dell'Appennino è stata sede di numerosi terremoti distruttivi, tra cui l'Appennino Umbro-Marchigiano del 30 aprile 1279 ( $M_w$  6.2), il 17 aprile e il 22 settembre 1747 (rispettivamente  $M_w$  6.1 e  $M_w$  5.4) Appennino Umbro-Marchigiano, i terremoti dell'Appennino Umbro-Marchigiano del 27 luglio 1751 ( $M_w$  6.4) e del Cagliese del 3 giugno 1781 ( $M_w$  6.5).

PROGETTAZIONE ATI:

## 2.9. CARTOGRAFIA E RILIEVI

Per la redazione del progetto è stato utilizzato come base il rilievo aerofotogrammetrico in scala 1:2000 eseguito nel 2017. Il rilievo è stato aggiornato e verificato da un topografo incaricato che ha svolto una campagna integrativa nei mesi di Giugno e Luglio 2022. Nell'ambito di questa campagna sono stati inoltre effettuati:

- Un rilievo celerimetrico 1:500 di 13 siti per una grandezza complessiva di circa 12 Ha .
- Rilievo di 4 opere idrauliche
- Rilievo di n.59 sezioni idrauliche.

Il rilievo celerimetrico 1:500 è stato effettuato per rilevare tutte le aree in cui è necessario un maggiore dettaglio come le aree di svincolo, di stacco dei viadotti, di imbocco della galleria e di sovrapposizione tra strada esistente e strada di progetto.

Tutta la cartografia, come previsto dal capitolato Anas, è stata restituita in coordinate UTM ETRF2000 ed in coordinate rettilinee.

## 3. INFRASTRUTTURA DI PROGETTO

### 3.1. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO DI PROGETTO

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.

#### 3.1.1. GEOMETRIA D'ASSE

Il tracciato ha inizio in corrispondenza del Lotto 3 tratto Guinza – Mercatello Ovest, nella rotatoria che riammaglia il tracciato 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 ed 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).

#### 3.1.2. INTERSEZIONE E SVINCOLI

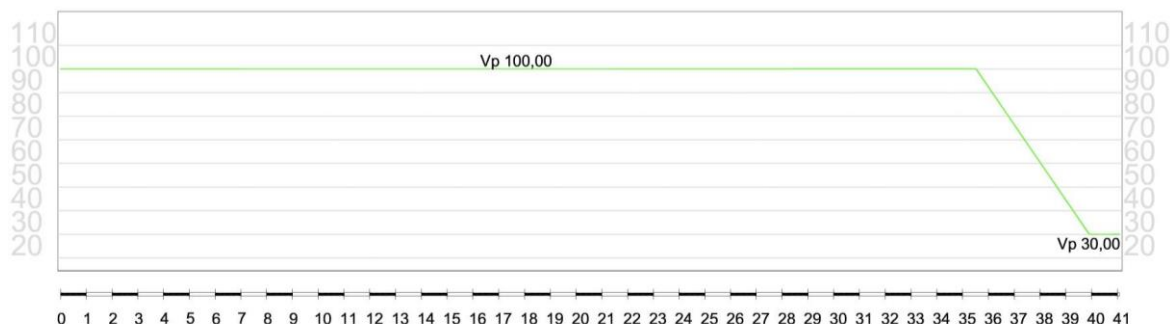
Il tracciato prevede un solo svincolo in rotatoria per il collegamento dell'asse di progetto alla SS73bis posta a progressiva 4+108,55 ed è caratterizzata dalla presenza di 3 rami di convergenza e diametro esterno di 50,00 m.

#### 3.1.3. SISTEMAZIONE VIABILITÀ INTERFERITA

Lungo il tracciato per non interrompere l'accesso alle proprietà ed ai fondi, a causa dell'interferenza del tracciato con essi, è stata prevista una ricucitura del tessuto viario locale, con sistemazione di nove viabilità. La più importante di queste è via Ca'Lillina che rappresenta l'unico collegamento dell'abitato periferico con l'agglomerato di Mercatello.

### 3.2. SINTESI DELLE VERIFICHE STRADALI

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 rettilo. Il tracciato risulta verificato per la velocità massima di 100 Km/h prevista per le strade tipo C1.



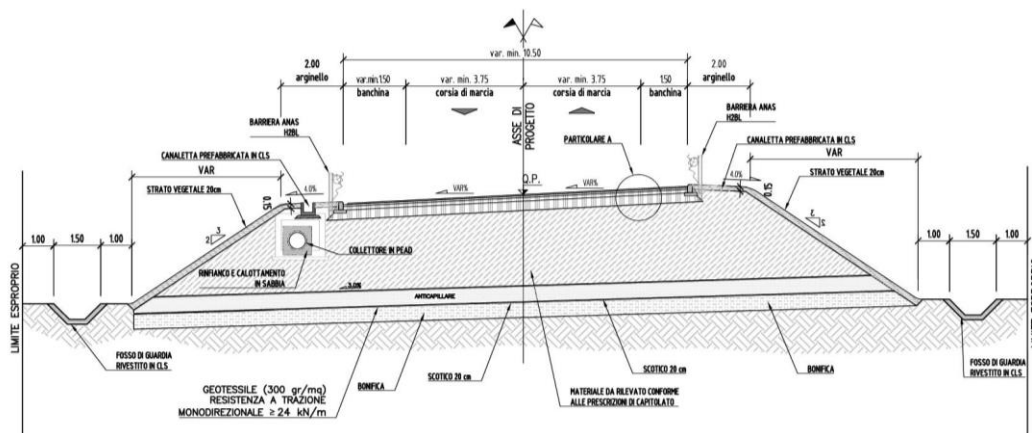
Inoltre risultano soddisfatte le verifiche dinamiche e di visibilità

### 3.3. SEZIONI TIPO

#### 3.3.1. 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



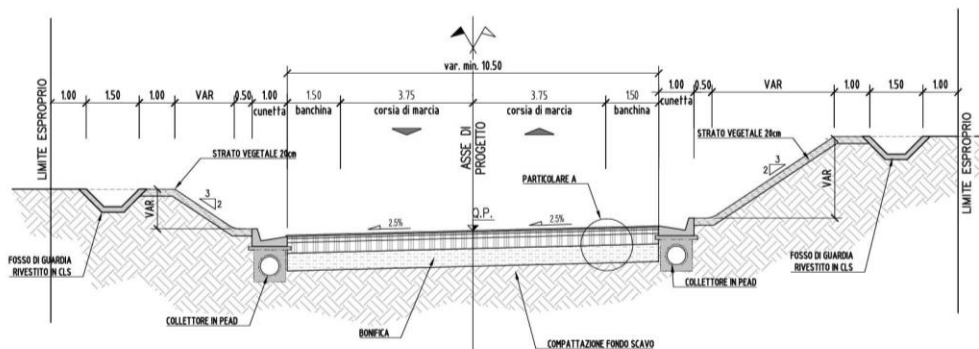
In rettilo la sezione stradale è sagomata a falda singola (come descritto in precedenza), con pendenza trasversale del 2.5% per lo smaltimento delle acque meteoriche. In curva la pendenza

PROGETTAZIONE ATI:

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



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

### 3.3.2. 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.

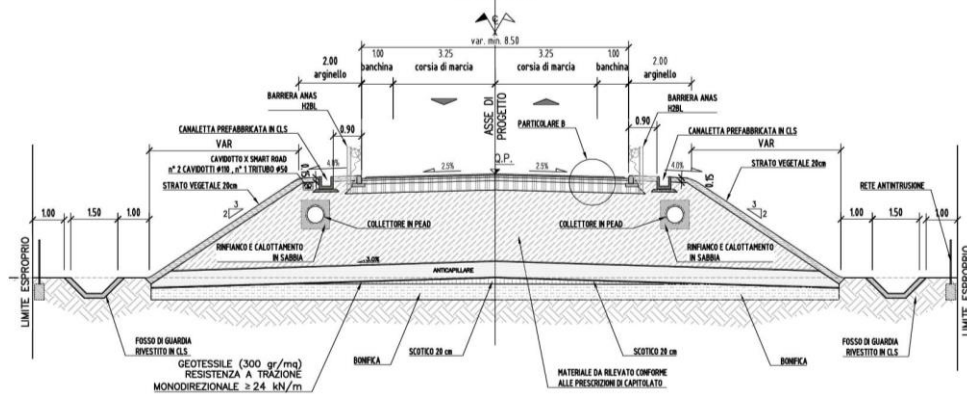
Per le scarpate dei rilevati è prevista una pendenza 2/3, con eventuale banca intermedia dopo 5 m di altezza dall'arginello, in caso di altezze superiori a 5 m. Per le scarpate in scavo è prevista una pendenza di 2/3.

### 3.3.3. 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.

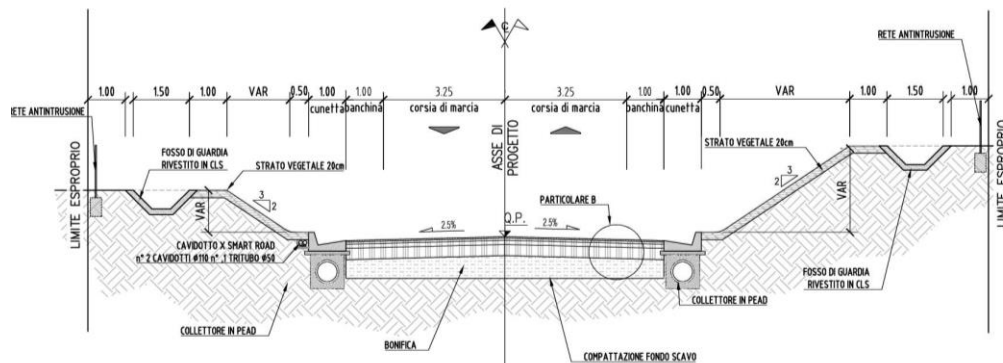
VS02-VS04-VS08 IN RILEVATO  
CATEGORIA F2

SCALA 1:100



VS02-VS04-VS08 IN SCAVO  
CATEGORIA F2

SCALA 1:100



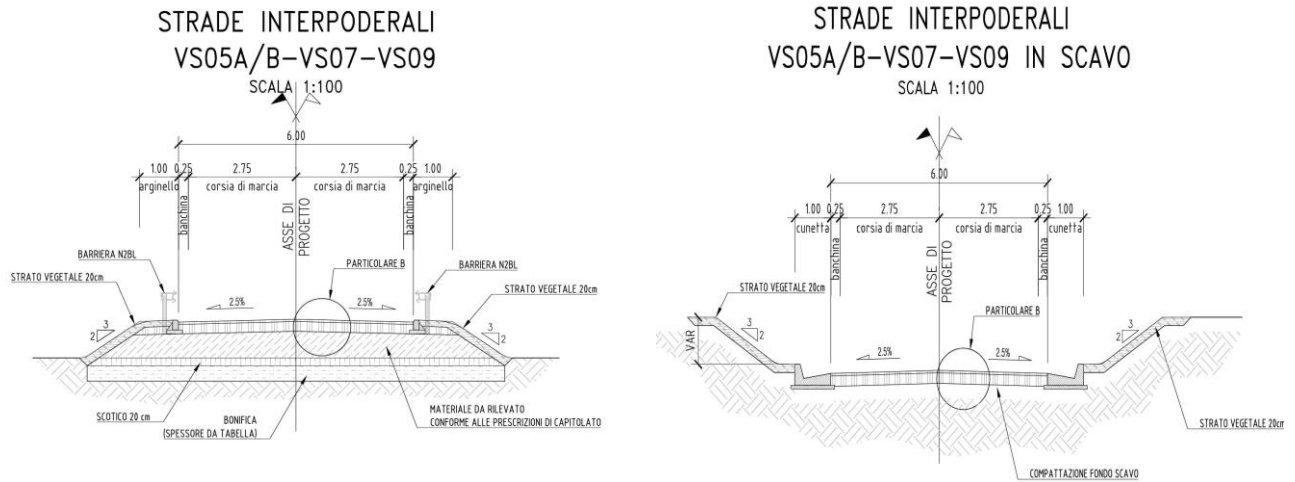
### 3.3.4. LE STRADE INTERPODERALI

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.

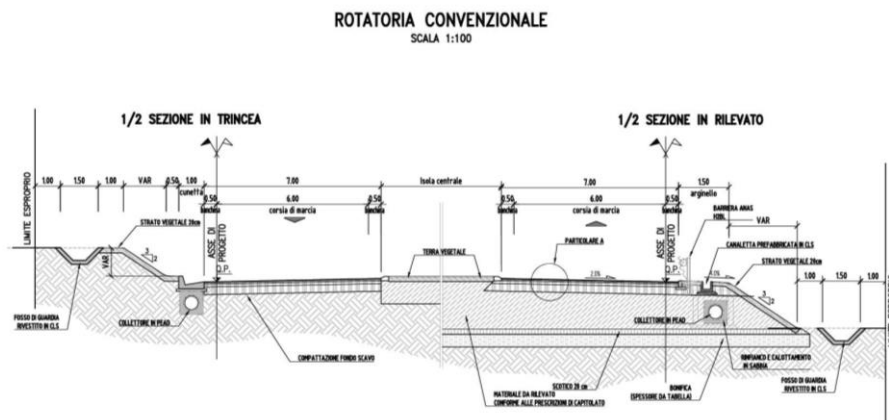
PROGETTAZIONE ATI:





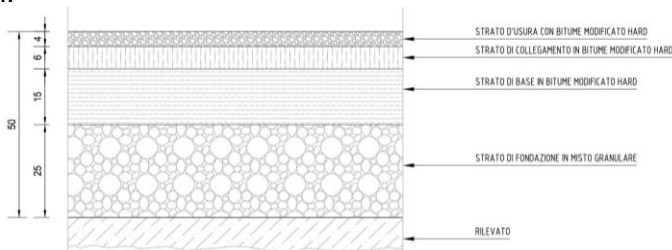
### 3.3.5. ROTATORIA

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.



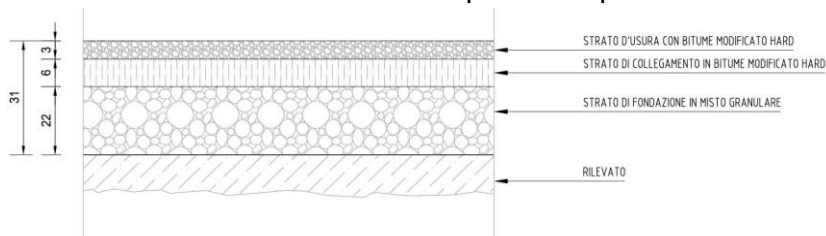
### 3.4. PAVIMENTAZIONI STRADALI

Per l'asse principale 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.

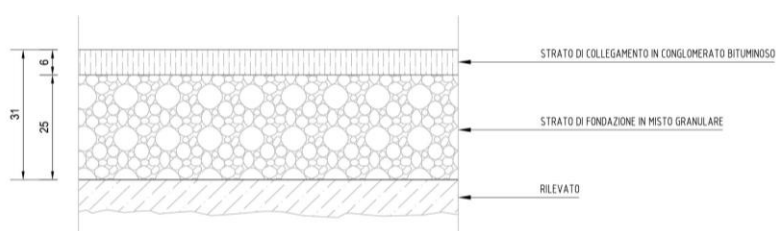


PROGETTAZIONE ATI:

Per le sezioni F2 si è scelto di comporre una pavimentazione composta da usura binder e misto



Mentre per le viabilità interpoderali si è scelto di adottare una pavimentazione composta da 6 cm di usura e 25 cm di misto



### 3.5. BARRIERE DI SICUREZZA E SEGNALETICA

La tipologia delle barriere utilizzate differisce

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.

## 4. OPERE D'ARTE MAGGIORI - VIADOTTI

### 4.1. VIADOTTO S. ANTONIO

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.

PROGETTAZIONE ATI:

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 di larghezza variabile da 1.47m a 1.06m 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'asse di progetto sovrappassa il fiume Metauro con la campata P1-P2 di luce 48m.

Nella tabella seguente si riporta il riepilogo delle caratteristiche geometriche del viadotto.

|            | L campata [m] | H fusto [m] | Tipo di fondazione |
|------------|---------------|-------------|--------------------|
| <b>SpA</b> |               | 2.50        | 36 pali ø450       |
|            | 36.00         |             |                    |
| <b>P1</b>  |               | 5.90        | 20 pali ø450       |
|            | 48.00         |             |                    |
| <b>P2</b>  |               | 7.30        | 20 pali ø450       |
|            | 36.00         |             |                    |
| <b>SpB</b> |               | 2.50        | 36 pali ø450       |

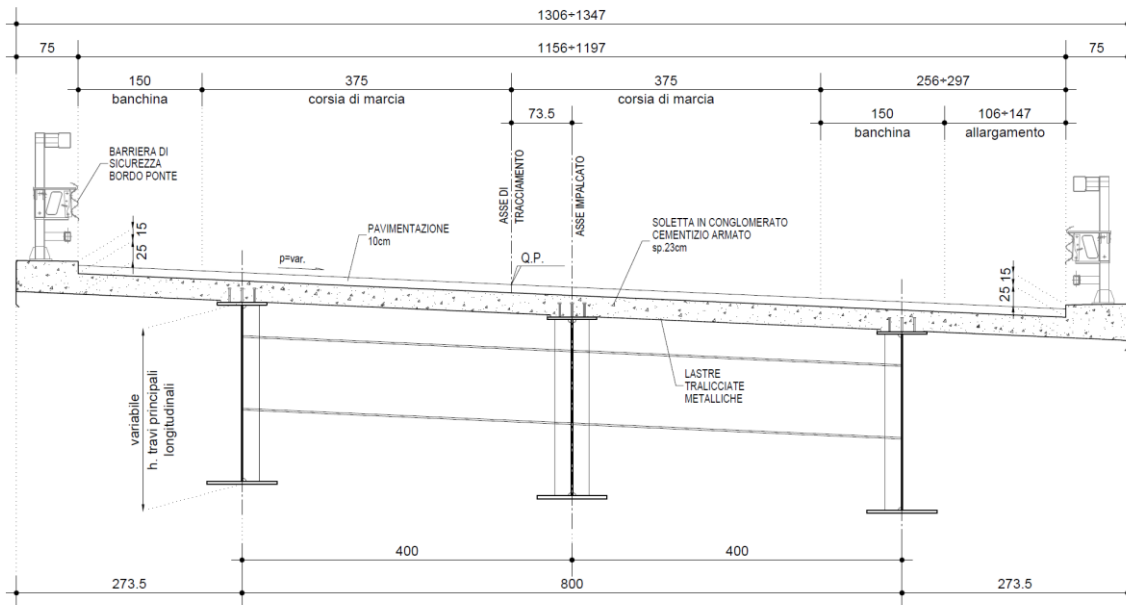
#### 4.1.1. IMPALCATO

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 tre travi sono collegate in campata, sulle pile e sulle spalle da diaframmi a parete piena.

Le travi d'acciaio hanno altezza variabile lungo il loro sviluppo longitudinale da un minimo di 1800mm sulle campate di riva fino ad un massimo di 2800 mm sulle pile e sono attrezzate con elementi di connessione trave/soletta (pioli).

All'intradosso della soletta sono previste lastre tralicciate metalliche, ordite in direzione trasversale e poggianti sulle travi longitudinali principali.

Il sistema di smaltimento acque meteoriche è costituito da caditoie con boccacci poste sulla sede stradale in adiacenza al cordolo laterale interno curva, che convogliano le acque a condotte correnti poste al di sotto della soletta. Tali condotte attraversano anche il paraghiaia delle spalle, anch'esso dotato di apposita asola ed attrezzato con elemento di disconnessione a soffietto, compatibile con le escursioni orizzontali degli apparecchi di appoggio, utile a creare una separazione fisica tra la condotta dell'impalcato e la condotta delle rampe. Una volta attraversato il paraghiaia la condotta di scarico si collega al sistema di raccolta acque generale delle rampe.



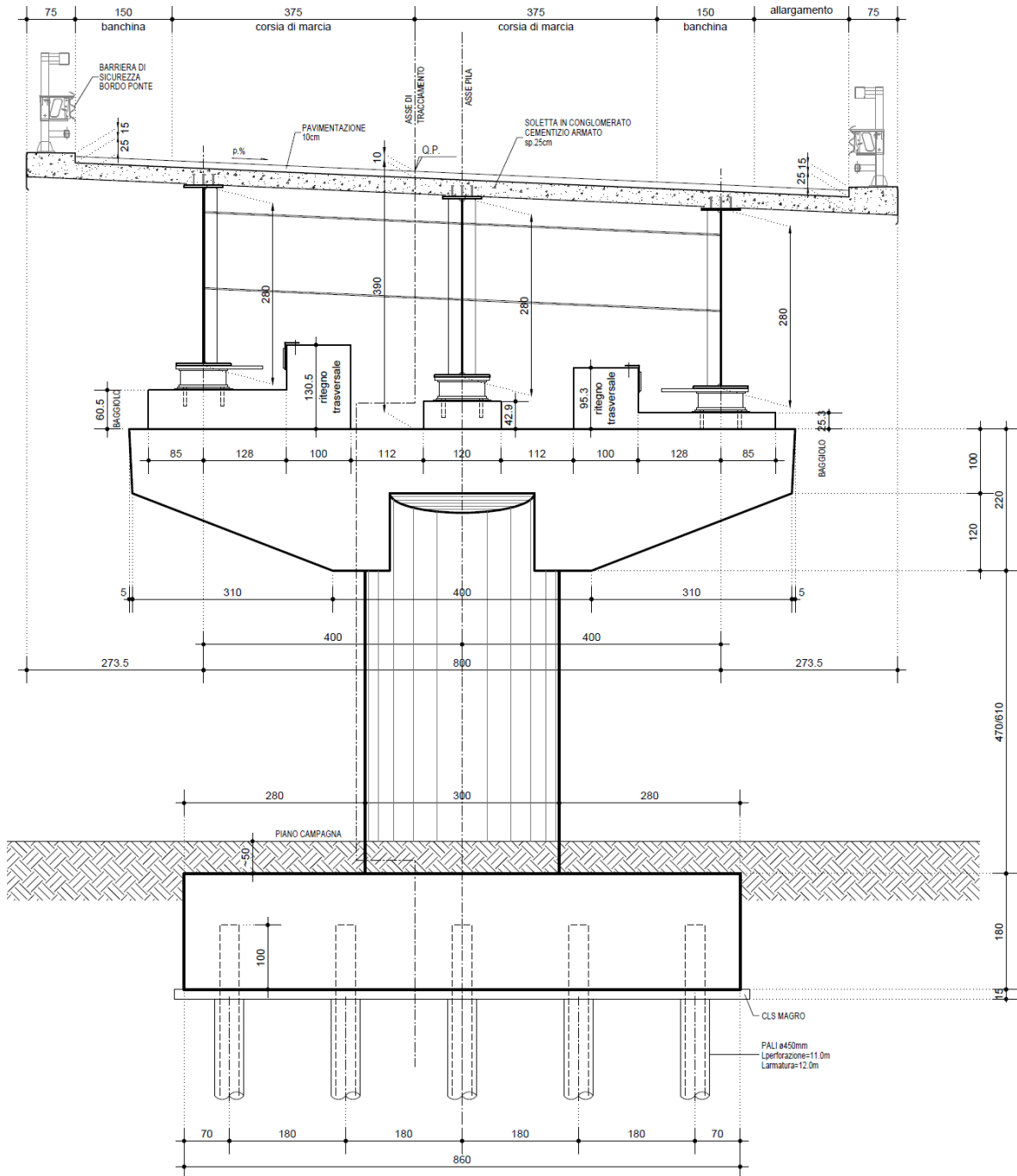
Sezione trasversale impalcato

#### 4.1.2. PILE

Le pile sono a fusto circolare in conglomerato cementizio armato, di diametro pari a  $\varnothing 300\text{cm}$  con pulvino di lunghezza pari a 10.30m, larghezza pari a 2.00m e altezza pari a 2.20m, orientato perpendicolarmente al tracciato stradale. Le dimensioni in altezza dei fusti circolari sono determinate dall'andamento altimetrico del tracciato stradale e dallo spessore dell'impalcato; sono previste due pile con altezza del fusto pari a 5.90m e 7.30m, altezza comprensiva della compenetrazione fusto-pulvino pari a 1.00m.

Le pile presentano un plinto di forma rettangolare attestato su una palificata di fondazione costituita da 20 pali  $\varnothing 450\text{ mm}$ , con lunghezza di perforazione pari a 11.00m e lunghezza dell'armatura tubolare pari a 12.00m.

INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO – RELAZIONE TECNICA GENERALE



Vista frontale pila

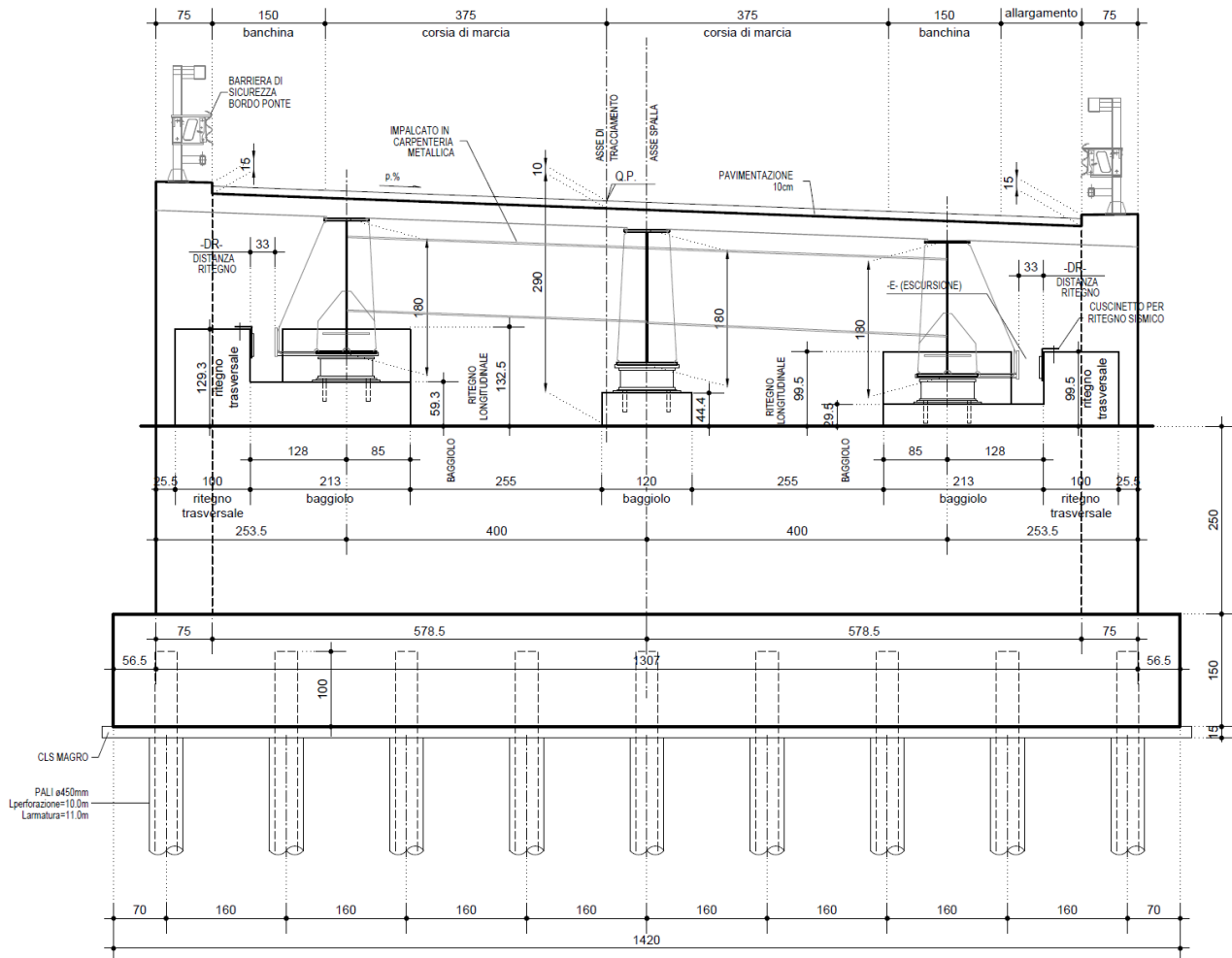
### 4.1.3. SPALLE

Le spalle dell'opera, realizzate in conglomerato cementizio armato, presentano un plinto di forma rettangolare attestato su una palificata di fondazione costituita da pali  $\varnothing 450$  mm. L'elevazione è costituita frontalmente da un fusto di spessore 2.40m che culmina in un paraghiaia di spessore

PROGETTAZIONE ATI:

0.60m, mentre lateralmente sono previsti muri di risvolto di spessore 0.75m completati da orecchia a sbalzo. Nel paraghiaia di entrambe le spalle sono previste asole atte a consentire il passaggio del sistema di raccolta acque meteoriche dell'impalcato, che si collega dietro alle spalle stesse al sistema di raccolta acque generale delle rampe.

In dettaglio, le spalle A e B sono fondate su 36 pali  $\varnothing 450$  mm, con lunghezza di perforazione pari a 10.00m e lunghezza dell'armatura tubolare pari a 11.00m e presentano un fusto frontale di altezza pari a 2.50m con paraghiaia di altezza 2.90m. Lateralmente sono previsti risvolti ed orecchie di lunghezza 3.30m.



*Vista frontale spalla*

#### **4.1.4. VINCOLAMENTO DEGLI IMPALCATI**

Il sistema di vincolamento è costituito da dispositivi di appoggio ed isolamento sismico in elastomero armato e cioè costituiti da strati alterni di acciaio e di elastomero collegati mediante vulcanizzazione. Tali dispositivi essendo caratterizzati da un ridotto valore della rigidezza orizzontale garantiscono un disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura rispetto a quello del terreno ed una conseguente riduzione della risposta sismica della struttura; inoltre, i dispositivi sono dotati di capacità dissipativa che è determinata dalla mescola elastomerica da cui sono costituiti e che è utile a minimizzare gli spostamenti della struttura isolata.

PROGETTAZIONE ATI:

I dispositivi sono progettati affinché resistano senza danneggiarsi all'azione di progetto allo stato limite di collasso e affinché resistano all'azione di progetto allo stato limite ultimo, così come prescritto dalla normativa, mentre gli elementi di sostegno ai quali vengono trasmesse le azioni longitudinali e le azioni trasversali sono progettati affinché si mantengano in campo elastico anche sotto l'azione sismica allo stato limite ultimo. In questo modo si ottiene la garanzia che, anche a seguito di un evento sismico di eccezionale intensità, gli unici elementi che possono rimanere danneggiati sono i dispositivi di vincolamento, più facilmente sostituibili alla fine dell'evento sismico, mentre gli elementi strutturali costituenti l'opera mantengono integre le proprie capacità di resistenza.

Le caratteristiche dei dispositivi, posti rispettivamente in corrispondenza delle pile e delle spalle, vengono definite adoperando la scelta della rigidità della mescola sulla base di spostamenti ritenuti accettabili per l'opera.

Il fattore che influenza il valore della rigidità traslazionale dei dispositivi è quello del modulo di elasticità tangenziale  $G$ . Le mescole elastomeriche ad alto smorzamento di cui sono costituiti i dispositivi di isolamento sono caratterizzate da una sensibile variazione del modulo  $G$  al variare della deformazione. In particolare, il valore di  $G$  al disotto del 50% della deformazione massima di un dispositivo risulta circa 2-2.5 volte superiore al valore assunto da  $G$  per deformazioni più elevate. Di conseguenza il valore della rigidità traslazionale dei dispositivi in condizioni di esercizio risulta più elevata di quella in condizione sismica.

#### 4.1.5. GIUNTI

Si prevedono giunti di dilatazione del tipo in gomma armata, costituiti da elementi piani posti a livello della pavimentazione realizzati in neoprene armato con parti in acciaio.

I giunti sono stati dimensionati, con riferimento alle normative vigenti, per la massima escursione valutata in condizioni statiche e sismiche.

Si prevedono giunti di dilatazione con escursioni pari a 20cm su entrambe le Spalle. Il varco fra il paraghiaia e la soletta ha dunque ampiezza pari a 21cm.

#### 4.1.6. RITEGNI SISMICI

Si prevedono in sommità delle pile o delle spalle dei denti di ritegno in grado di contrastare i movimenti dell'impalcato, nel caso di disaccoppiamento con gli apparecchi d'appoggio.

Il ritegno sismico consiste in un baggiolo solidale al pulvino di spalla e di pila, con interposto cuscinetto di neoprene. L'elemento, convenientemente armato, trasferisce l'azione proveniente dall'impalcato all'elemento sottostante.

I ritegni previsti sono di due tipologie: longitudinale sulle due spalle e trasversale su pile e spalle.

In funzione della direzione di applicazione del sisma, entrano in funzione due cuscinetti di contrasto in senso longitudinale, posizionati sulle spalle, e uno per ciascun elemento di sostegno in senso trasversale.

## 4.2. VIADOTTO ROMITO

Il viadotto è costituito da un'unica campata di luce pari a 56.00m.

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.

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'asse di progetto sovrappassa la strada Località Romito e l'avvallamento adiacente.

Nella tabella seguente si riporta il riepilogo delle caratteristiche geometriche del viadotto.

|     | L campata [m] | H fusto [m] | Tipo di fondazione |
|-----|---------------|-------------|--------------------|
| SpA | 56.00         | 1.00        | 32 pali ø450       |
| SpB |               | 2.50        | 45 pali ø450       |

### 4.2.1. IMPALCATO

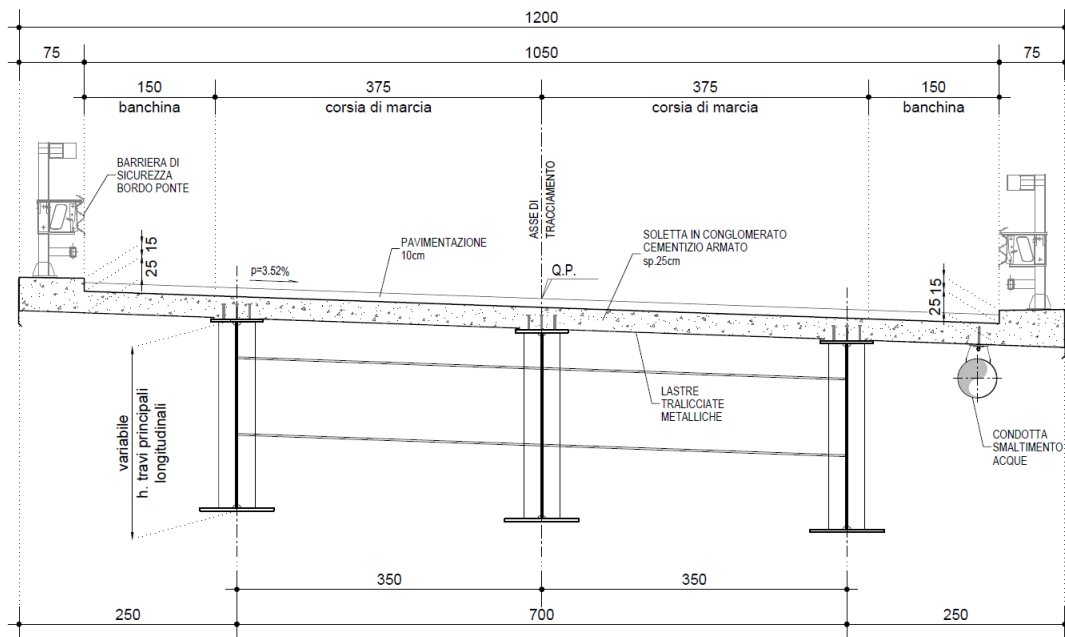
L'impalcato è della tipologia mista "acciaio-calcestruzzo" costituito da 3 travi a "doppio T" in acciaio di altezza variabile poste ad interasse pari a 3.50m e soletta in calcestruzzo armato gettato in opera, di spessore pari a 0.25m. Le tre travi sono collegate in campata, sulle pile e sulle spalle da diaframmi a parete piena.

Le travi d'acciaio hanno altezza variabile lungo il loro sviluppo longitudinale da un minimo di 1800mm agli appoggi fino ad un massimo di 3200 mm nella mezzeria della campata e sono attrezzate con elementi di connessione trave/soletta (pioli).

All'intradosso della soletta sono previste lastre tralicciate metalliche, ordite in direzione trasversale e poggianti sulle travi longitudinali principali.

Il sistema di smaltimento acque meteoriche è costituito da caditoie con boccacci poste sulla sede stradale in adiacenza al cordolo laterale interno curva, che convogliano le acque a condotte correnti poste al di sotto della soletta. Tali condotte attraversano anche il paraghiaia delle spalle, anch'esso dotato di apposita asola ed attrezzato con elemento di disconnessione a soffietto, compatibile con le escursioni orizzontali degli apparecchi di appoggio, utile a creare una separazione fisica tra la condotta dell'impalcato e la condotta delle rampe. Una volta attraversato il paraghiaia la condotta di scarico si collega al sistema di raccolta acque generale delle rampe.





Sezione trasversale impalcato

#### 4.2.2. SPALLE

Le spalle dell'opera, realizzate in conglomerato cementizio armato, presentano un plinto di forma rettangolare attestato su una palificata di fondazione costituita da pali  $\varnothing 450$  mm. L'elevazione è costituita frontalmente da un fusto di spessore 2.40m che culmina in un paraghiaia di spessore 0.60m, mentre lateralmente sono previsti muri di risvolto di spessore 0.75m completati da orecchia a sbalzo. Nel paraghiaia di entrambe le spalle sono previste asole atte a consentire il passaggio del sistema di raccolta acque meteoriche dell'impalcato, che si collega dietro alle spalle stesse al sistema di raccolta acque generale delle rampe.

In dettaglio, le spalle A e B sono fondate su 32 e 45 pali  $\varnothing 450$  mm rispettivamente, con lunghezza di perforazione pari a 10.00m e lunghezza dell'armatura tubolare pari a 11.00m; presentano un fusto frontale di altezza pari a 1.00m e 2.50m rispettivamente, con paraghiaia di altezza 2.90m. Lateralmente sono previsti risvolti ed orecchie di lunghezza 3.30m.



Le caratteristiche dei dispositivi, posti rispettivamente in corrispondenza delle spalle, vengono definite adoperando la scelta della rigidità della mescola sulla base di spostamenti ritenuti accettabili per l'opera.

Il fattore che influenza il valore della rigidità traslazionale dei dispositivi è quello del modulo di elasticità tangenziale  $G$ . Le mescole elastomeriche ad alto smorzamento di cui sono costituiti i dispositivi di isolamento sono caratterizzate da una sensibile variazione del modulo  $G$  al variare della deformazione. In particolare, il valore di  $G$  al disotto del 50% della deformazione massima di un dispositivo risulta circa 2-2.5 volte superiore al valore assunto da  $G$  per deformazioni più elevate. Di conseguenza il valore della rigidità traslazionale dei dispositivi in condizioni di esercizio risulta più elevata di quella in condizione sismica.

#### 4.2.4. GIUNTI

Si prevedono giunti di dilatazione del tipo in gomma armata, costituiti da elementi piani posti a livello della pavimentazione realizzati in neoprene armato con parti in acciaio.

I giunti sono stati dimensionati, con riferimento alle normative vigenti, per la massima escursione valutata in condizioni statiche e sismiche.

Si prevedono giunti di dilatazione con escursioni pari a 26cm su entrambe le Spalle. Il varco fra il paraghiaia e la soletta ha dunque ampiezza pari a 27cm.

#### 4.2.5. RITEGNI SISMICI

Si prevedono in sommità delle spalle dei denti di ritegno in grado di contrastare i movimenti dell'impalcato, nel caso di disaccoppiamento con gli apparecchi d'appoggio.

Il ritegno sismico consiste in un boggolo solidale al pulvino di spalla, con interposto cuscinetto di neoprene. L'elemento, convenientemente armato, trasferisce l'azione proveniente dall'impalcato all'elemento sottostante.

I ritegni previsti sono di due tipologie: longitudinale e trasversale.

In funzione della direzione di applicazione del sisma, entrano in funzione due cuscinetti di contrasto in senso longitudinale e uno per ciascun elemento di sostegno in senso trasversale.

### 5. OPERE D'ARTE MAGGIORI - OPERE IN SOTTERRANEO

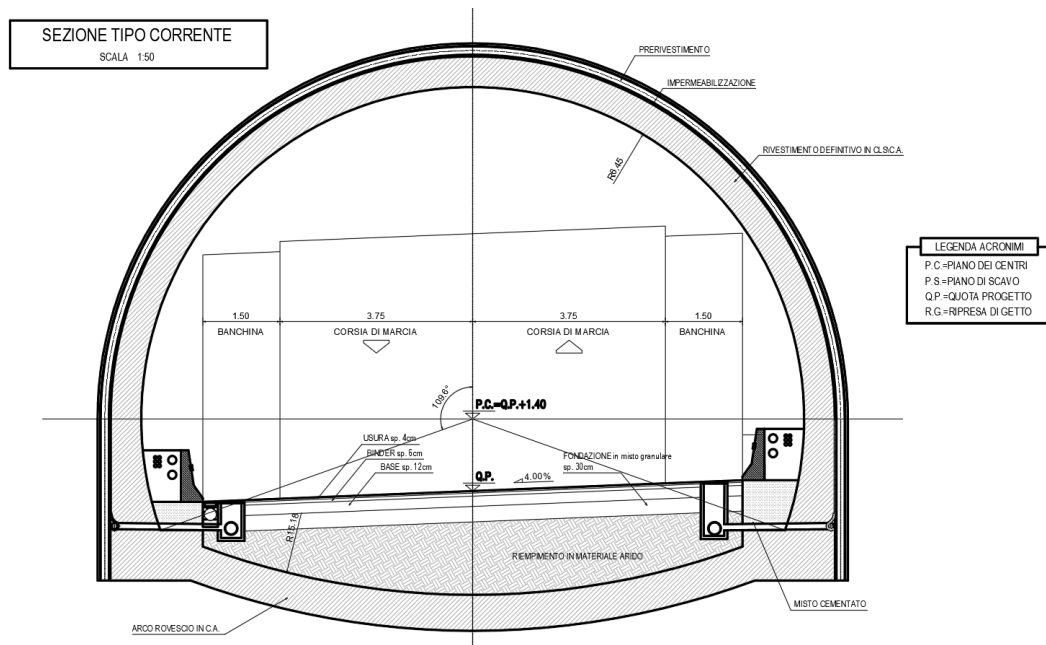
Nel progetto è prevista la realizzazione di 2 gallerie:

- Galleria Mercatello 1 (lunghezza complessiva pari a 284 m);
- Galleria Mercatello 2 (lunghezza complessiva pari a 785 m).

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.

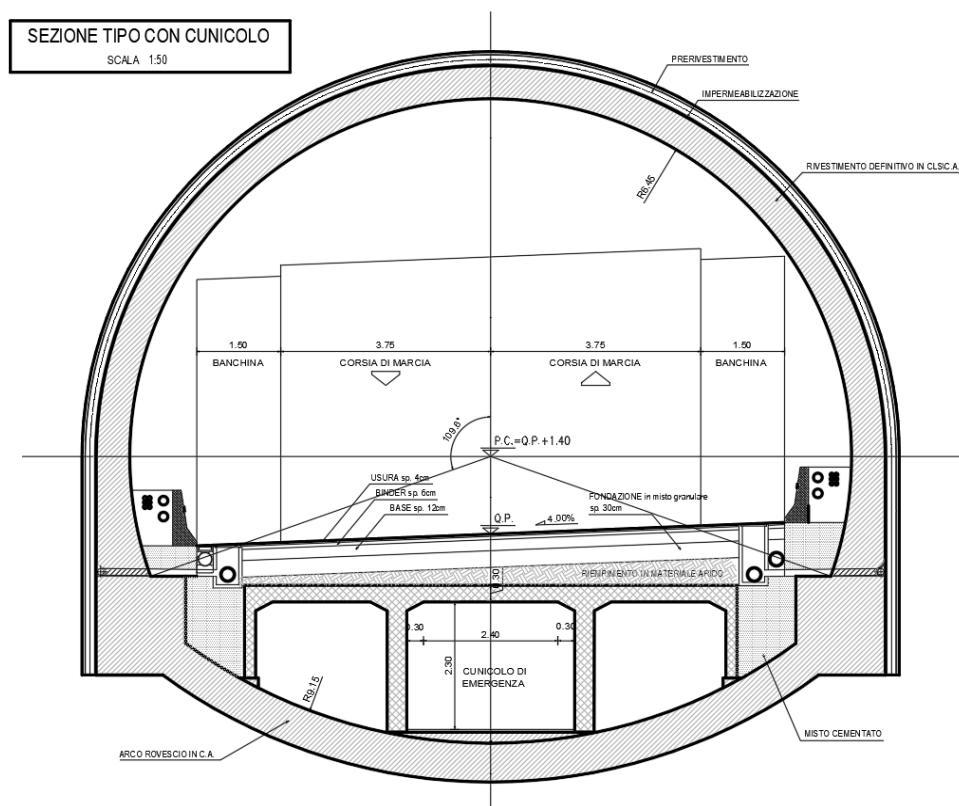
La sagoma interna di questa sezione, riportata di seguito, presenta una geometria con raggio di calotta pari a 6.45 m (con piano dei centri a +1.40 m dalla Q.P.), e raggio dell'arco rovescio pari a 15.18 m.

INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO – RELAZIONE TECNICA GENERALE



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.



Sezione tipo con cunicolo

PROGETTAZIONE ATI:





Stralcio planimetrico della galleria "Mercatello 2" – 2° parte

PROGETTAZIONE ATI:

## 6. OPERE D'ARTE MINORI

### 6.1. SOTTOPASSI

Lungo il tracciato sono previsto n.3 sottovia scatolari in c.a. gettati in opera.

#### ▪ SOTTOPASSO ST01 AL KM 0+164 CA

L'opera è costituita da un sottovia avente struttura scatolare in c.a. di dimensioni interne lorde pari a 10,50x6,50 m e lunghezza in asse pari a 17,15 m da eseguirsi alla Progr. 0+164 ca. Pareti, piastra di fondazione e copertura hanno spessore pari a 1,00 m.

#### ▪ SOTTOPASSO ST02 AL KM 0+655 CA

L'opera è costituita da un sottovia avente struttura scatolare in c.a. di dimensioni interne lorde pari a 10,50x6,50 m e lunghezza in asse pari a 27,00 m da eseguirsi alla Progr. 0+164 ca. Pareti, piastra di fondazione e copertura hanno spessore pari a 1,00 m.

#### ▪ SOTTOPASSO ST03 AL KM 3+114 CA

L'opera è costituita da un sottovia avente struttura scatolare in c.a. di dimensioni interne lorde pari a 10,50x6,50 m e lunghezza in asse pari a 15,00 m da eseguirsi alla Progr. 3+109 ca. Pareti, piastra di fondazione e copertura hanno spessore pari a 1,00 m.

### 6.2. PARATIE

Lungo il tracciato sono previsto n.2 paratie di pali. Di seguito se illustrano le caratteristiche.

#### ▪ PARATIA OS01

Trattasi di una paratia di pali Ø 1000, L= 11,60 m da eseguirsi tra la Progr. 2+575 ca e la Progr. 2+664 ca. L'opera, avente lunghezza complessiva pari a 89,30 m, è costituita da n. 73 pali disposti ad interasse di 1,20 m aventi solidarizzati in testa con un cordolo rettangolare aventi dimensioni pari a 1,20 x 1,20 m.

#### ▪ PARATIA OS02

Trattasi di una paratia di pali Ø 1000, L= 11,00 m da eseguirsi tra la 3+820 ca e la Progr. 3+985 ca. L'opera, avente lunghezza complessiva pari a 169,82 m, è costituita da n. 140 pali disposti ad interasse di 1,20 m aventi solidarizzati in testa con un cordolo rettangolare aventi dimensioni pari a 2,00 x 1,20 m. È presente n. 01 ordine di tiranti avente inclinazione pari a 14° e Lunghezza pari a 24,00 m.

### 6.3. MURI DI SOSTEGNO

#### ▪ MURO DI SOSTEGNO OS03

Trattasi di un muro di sostegno in c.a. avente altezza del paramento libero pari a 5,50 m, da eseguirsi tra la Progr. 0+279 e la Progr. 0+327. L'opera ha lunghezza complessiva pari a 47,18 m.

▪ **MURO DI SOSTEGNO OS04**

Trattasi di un muro di sostegno in c.a. avente altezza del paramento libero pari a 7,60 m, da eseguirsi tra la Progr. Progr. 1+193 e la Progr. 1+279. L'opera ha lunghezza complessiva pari a 120,00 m, è costituita da n. 07 conci.

▪ **MURO DI SOSTEGNO OS05**

Trattasi di un muro di sostegno in c.a. avente altezza del paramento libero pari a 4,55 m, da eseguirsi tra la Progr. 2+675 e la Progr. 2+775. L'opera ha lunghezza complessiva pari a 100,00 m e mensola sommitale per l'alloggiamento della barriera di sicurezza stradale.

▪ **MURO DI SOSTEGNO OS06**

Trattasi di un muro di sostegno in c.a. avente altezza del paramento libero pari a 6,00 m, da eseguirsi tra Progr. 3+515 e la Progr. 3+625. L'opera ha lunghezza complessiva pari a 110,00 m.

#### 6.4. OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO

Lungo il tracciato sono previsto n.11 tombini scatolari in c.a. gettati in opera, di seguito illustrati.

▪ **OPERA DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TM01**

L'opera è costituita da un tombino scatolare avente dimensioni 2,00x1,50 m e lunghezza in asse pari a 26,00 m da eseguirsi alla Progr. 0+018 ca.

▪ **OPERA DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TM02**

L'opera è costituita da un tombino scatolare avente dimensioni 2,00x2,00 m e lunghezza in asse pari a 30,00 m da eseguirsi alla Progr 0+155 ca;

▪ **OPERA DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TM03**

L'opera è costituita da un tombino scatolare avente dimensioni 5,00x4,50 m e lunghezza in asse pari a 54,00 m da eseguirsi alla Progr. 0+319 ca;

▪ **OPERA DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TM04**

L'opera è costituita da un tombino scatolare avente dimensioni 2,50x2,00 m e lunghezza in asse pari a 80,00 m da eseguirsi alla Progr. 0+763 ca;

▪ **OPERA DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TM05**

L'opera è costituita da un tombino scatolare avente dimensioni 7,00x4,00 m e lunghezza in asse pari a 26,00 m da eseguirsi alla Progr. 1+648 ca;

▪ **OPERA ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO – DEVIAZIONE FOSSO**

- L'opera è costituita da un tombino scatolare avente dimensioni 3,00x2,00 m e lunghezza in asse pari a 38,00+4,00 m da eseguirsi alla Progr. 1+744;



▪ **OPERA DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TM06**

L'opera è costituita da un tombino scatolare avente diametro pari a 1500 mm e lunghezza in asse pari a 28,00 m da eseguirsi alla Progr. 2+783 ca;

▪ **OPERA DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TM07**

L'opera è costituita da un tombino scatolare avente dimensioni 2,00x1,50 m e lunghezza in asse pari a 38,00 da eseguirsi alla Progr. 3+102 ca;

▪ **OPERA DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TM08**

L'opera è costituita da un tombino scatolare avente dimensioni 3,00x2,00 m e lunghezza in asse pari a 34,00+10,00 da eseguirsi alla Progr. 3+250 ca;

▪ **OPERA DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TM09**

L'opera è costituita da un tombino scatolare avente dimensioni 3,00x2,00 m e lunghezza in asse pari a 38,00+14,00 m da eseguirsi alla Progr. 3+452 ca;

▪ **OPERA DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO TM10**

L'opera è costituita da un tombino scatolare avente dimensioni 4,00x2,00 m e lunghezza in asse pari a 54,00 m da eseguirsi alla Progr. 3+775 ca.

## **7. STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE**

Dal punto di vista strettamente procedurale-ambientale, il riferimento normativo è rappresentato dal Testo unico ambientale D.lgs. 152/06 e smi modificato dal D.lgs. 104/2017. Il testo unico, oltre a disciplinare le principali procedure in termini di valutazioni ambientali (con particolare riferimento alla Valutazione di Impatto Ambientale e alla Verifica di Assoggettabilità alla VIA), individua la tipologia e le classi dimensionali degli interventi che devono essere sottoposti alle procedure di valutazione ambientale, nonché l'ente competente alla valutazione (Stato o Regione).

L'opera rientra nelle tipologie elencate nell'Allegato II-bis alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006 al punto 2) Progetti di infrastrutture – lett. c) strade extraurbane secondarie di interesse nazionale, per le quali la procedura è la verifica di assoggettabilità a VIA (art. 19). Dato che il lotto in esame è parte di una infrastruttura viaria di rilevanza nazionale, con ricadute ambientali e sociali sul territorio di un piccolo comune, è corretto richiedere la Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art. 27 del D.Lgs 152/2006. La scelta è dettata dal fatto che la procedura VIA favorisce un maggiore confronto con la comunità di Mercatello sul Metauro, arrivando a scelte condivise.

Tra le novità introdotte dal D.Lgs 104/2017, entrato in vigore il Decreto Legislativo 16 giugno 2017 numero 104 (in Gazzetta Ufficiale numero 156 del 6 luglio), vi è l'abrogazione del D.P.C.M. 27 dicembre 1988, recante le norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale (SIA), il quale viene sostituito dal nuovo Allegato VII alla Parte Seconda del D. Lgs. n. 152/2006.

Nella sostanza l'elaborazione dello studio si discosta in termini formali e sostanziali dalle versioni consolidate degli Studi di Impatto Ambientali redatte secondo le normative precedentemente vigenti, ora abrogate. Sotto il profilo formale, le differenze maggiori consistono nell'abbandono della

struttura del SIA secondo i tre “quadri di riferimento” programmatico, progettuale e ambientale. In base al nuovo D.Lgs. 104/2017 il SIA appare come una relazione unica.

Sotto il profilo dei contenuti, la differenza più evidente riguarda la mancanza, nella nuova normativa, di un chiaro riferimento al quadro di riferimento programmatico o, quanto meno, all'analisi degli strumenti (piani e programmi, generali e settoriali) che ai sensi del DPCM 1988 costituivano il quadro programmatico. Inoltre sono stati introdotti ulteriori elementi di analisi e valutazione ambientale.

Il presente studio analizza comunque tutti i piani/programmi i cui contenuti concorrono a definire il quadro vincolistico e programmatico nel quale il progetto si inserisce e che deve essere esaminato anche ai sensi della modifica normativa ai fini della necessaria verifica vincolistica e della coerenza programmatica.

Lo schema che segue riporta i capitoli dello Studio di Impatto Ambientale e le corrispondenze con l'Allegato VII della Parte II del D.lgs 152/2006 così come modificato dal D. Lgs. 104/2017 (colonna a destra).

|  | <b>Titolo</b>  | <b>Contenuti ai sensi dell'All. VIII della Parte seconda del D.Lgs 152/2017</b>  |
|--|--|--|
| PARTE 1<br>L'iniziativa:<br>obiettivi,<br>coerenze e<br>conformità | Premessa   | Indica il progetto e la procedura da adottare  |
|  | Scopo del progetto   | Descrive la finalità del progetto  |
|  | Descrizione e ubicazione dell'area interessata                       | Come previsto dal comma 1, let. a dell'All. VIII della Parte seconda del D.lgs 152/2006 viene descritta l'ubicazione del progetto anche in riferimento alle tutele e ai vincoli presenti.  |
|  | Ambiti di tutela, vincoli presenti e quadro normativo di riferimento | Nel cap. 4 si analizza la coerenza con i vincoli, gli strumenti di pianificazione territoriali e paesaggistici presenti, i piani e la programmazione di settore  |
| PARTE 2<br>Lo scenario di base                                     | Il contesto ambientale   | Descrizione degli aspetti pertinenti dello stato attuale dell'ambiente (scenario di base) e una descrizione generale della sua probabile evoluzione in caso di mancata attuazione del progetto, nella misura in cui i cambiamenti naturali rispetto allo scenario di base possano essere valutati con uno sforzo ragionevole in funzione della disponibilità di informazioni ambientali e conoscenze scientifiche. |
| PARTE 3<br>Documento di fattibilità delle alternative              | Alternative di progetto  | Descrizione delle principali alternative ragionevoli del progetto  |
| PARTE 4<br>L'assetto futuro e l'intervento                         | Descrizione del progetto   | Descrizione del progetto con riferimento ai punti che seguono.   |
|  | La configurazione del progetto e le opere                            | Descrizione delle caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto, compresi, ove pertinenti, i lavori di demolizione necessari, nonché delle esigenze di utilizzo del suolo durante le fasi di costruzione e di funzionamento  |
|  | Gestione delle   | Descrizione delle opere di drenaggio finalizzate a:  |

PROGETTAZIONE ATI:

**INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO – RELAZIONE TECNICA GENERALE**

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | acque di piattaforma                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>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;</li> <li>convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito.</li> </ul>  |
|  | Cantierizzazione                                     | Descrizione dei cantieri, delle attività previste, dei mezzi impiegati e delle misure adottate per la prevenzione degli effetti negativi sull'ambiente legati alla corretta gestione dei rifiuti, delle acque e dei suoli, oltre alle misure di mitigazione adottate ai fini della sostenibilità nei riguardi del clima acustico, della qualità dell'aria, della salute umana, del paesaggio e della biodiversità   |
|  | Interventi di inserimento ambientale e paesaggistico | Descrizione delle opere a verde in quanto mitigazione per favorire l'inserimento dell'infrastruttura viaria nel contesto ambientale e paesaggistico di riferimento. Tra le mitigazioni rientrano anche il mantenimento di una adeguata permeabilità faunistica, le barriere fonoassorbenti, le opere idrauliche e di stabilizzazione geomorfologica.  |
| <b>PARTE 5</b><br>Gli impatti della cantierizzazione | Gli impatti del cantiere sui fattori ambientali      | Descrizione dei fattori specificati all'articolo 5, comma 1, lettera c) del D.Lgs 152/2006 potenzialmente soggetti a impatti ambientali dal progetto proposto, con particolare riferimento alla popolazione, salute umana, biodiversità, al territorio, al suolo, all'acqua, all'aria, ai fattori climatici, ai beni materiali, al patrimonio culturale, al patrimonio agroalimentare, al paesaggio, nonché all'interazione tra questi vari fattori   |
| <b>PARTE 6</b><br>Gli impatti in fase di esercizio   | Gli impatti dell'esercizio sui fattori ambientali    | <p>Descrizione dei probabili impatti ambientali rilevanti del progetto proposto, dovuti, tra l'altro:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>alla costruzione e all'esercizio del progetto, inclusi, ove pertinenti, i lavori di demolizione;</li> <li>all'utilizzazione delle risorse naturali, in particolare del territorio, del suolo, delle risorse idriche e della biodiversità, tenendo conto, per quanto possibile, della disponibilità sostenibile di tali risorse;</li> <li>all'emissione di inquinanti, rumori, vibrazioni, luce, calore, radiazioni, alla creazione di sostanze nocive e allo smaltimento dei rifiuti;</li> <li>ai rischi per la salute umana, il patrimonio culturale, il paesaggio o l'ambiente (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, in caso di incidenti o di calamità);</li> <li>al cumulo con gli effetti derivanti da altri progetti esistenti e/o approvati, tenendo conto di eventuali criticità ambientali esistenti, relative all'uso delle risorse naturali e/o ad aree di particolare sensibilità ambientale suscettibili di risentire degli effetti derivanti dal progetto;</li> <li>all'impatto del progetto sul clima (quali, a titolo</li> </ul> |

PROGETTAZIONE ATI:

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>esemplificativo e non esaustivo, natura ed entità delle emissioni di gas a effetto serra) e alla vulnerabilità del progetto al cambiamento climatico;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• alle tecnologie e alle sostanze utilizzate.</li> </ul> <p>La descrizione dei possibili impatti ambientali include sia effetti diretti che eventuali effetti indiretti, secondari, cumulativi, transfrontalieri, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, positivi e negativi del progetto.</p> <p>Descrizione da parte del proponente dei metodi di previsione utilizzati per individuare e valutare gli impatti ambientali significativi del progetto, incluse informazioni dettagliate sulle difficoltà incontrate nel raccogliere i dati richiesti (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, carenze tecniche o mancanza di conoscenze) nonché sulle principali incertezze riscontrate.</p> |
|--|--|--|

In uno specifico elaborato è stato sviluppato il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) avente lo scopo di verificare le previsioni degli effetti ambientali delle fasi di cantiere e di esercizio dell'opera, al fine di poter adottare, se necessario, adeguate misure correttive per la sostenibilità ambientale dell'intervento nel suo complesso.

La Sintesi Non Tecnica di cui al punto 10 dell'Allegato VII del Dlgs 104/2017, presentata come documento allegato al presente Studio, è stata redatta sulla base delle "Linee Guida per la predisposizione della Sintesi non Tecnica dello Studio di Impatto Ambientale" predisposte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare"

Lo Studio di Impatto Ambientale è corredato da tavole grafiche e relazioni specialistiche.

## 8. INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E MITIGAZIONE AMBIENTALE

Il progetto di Inserimento Paesaggistico e Ambientale è finalizzato a rendere l'opera viaria compatibile con il contesto territoriale di riferimento attraverso interventi di ricomposizione delle aree di cantiere, raccordo delle scarpate e delle aree di margine della strada con le superfici agricole e naturali circostanti, garantendo le connessioni viarie secondarie e ecologiche, mitigazione degli impatti visivi da punti sensibili in quanto di rilevanza paesaggistica, storico-culturale o sociale.

L'analisi degli elementi che caratterizzano il paesaggio ha permesso di sintetizzarlo nelle seguenti tre Unità di Paesaggio principali, di seguito indicate a partire da ovest:

- Fondovalle del Torrente S. Antonio;
- Versanti boscati, prevalentemente in destra idrografica al Fiume Metauro;
- Fondovalle del Fiume Metauro.

Esse sono tutte attraversate dal tracciato stradale in progetto.

Alle Unità di Paesaggio principali si affiancano:

- il Sottosistema antropico, con il nucleo storico di Mercatello sul Metauro, degli insediamenti residenziali e produttivi lungo la frangia urbana, e le grosse arterie stradali, come quella in fase di realizzazione del lotto 3° della Fano-Grosseto;
- il versante in sinistra al fiume Metauro caratterizzato da una pendenza media meno accentuata che favorisce un uso del suolo eterogeneo, con seminativi alternati ai boschi.

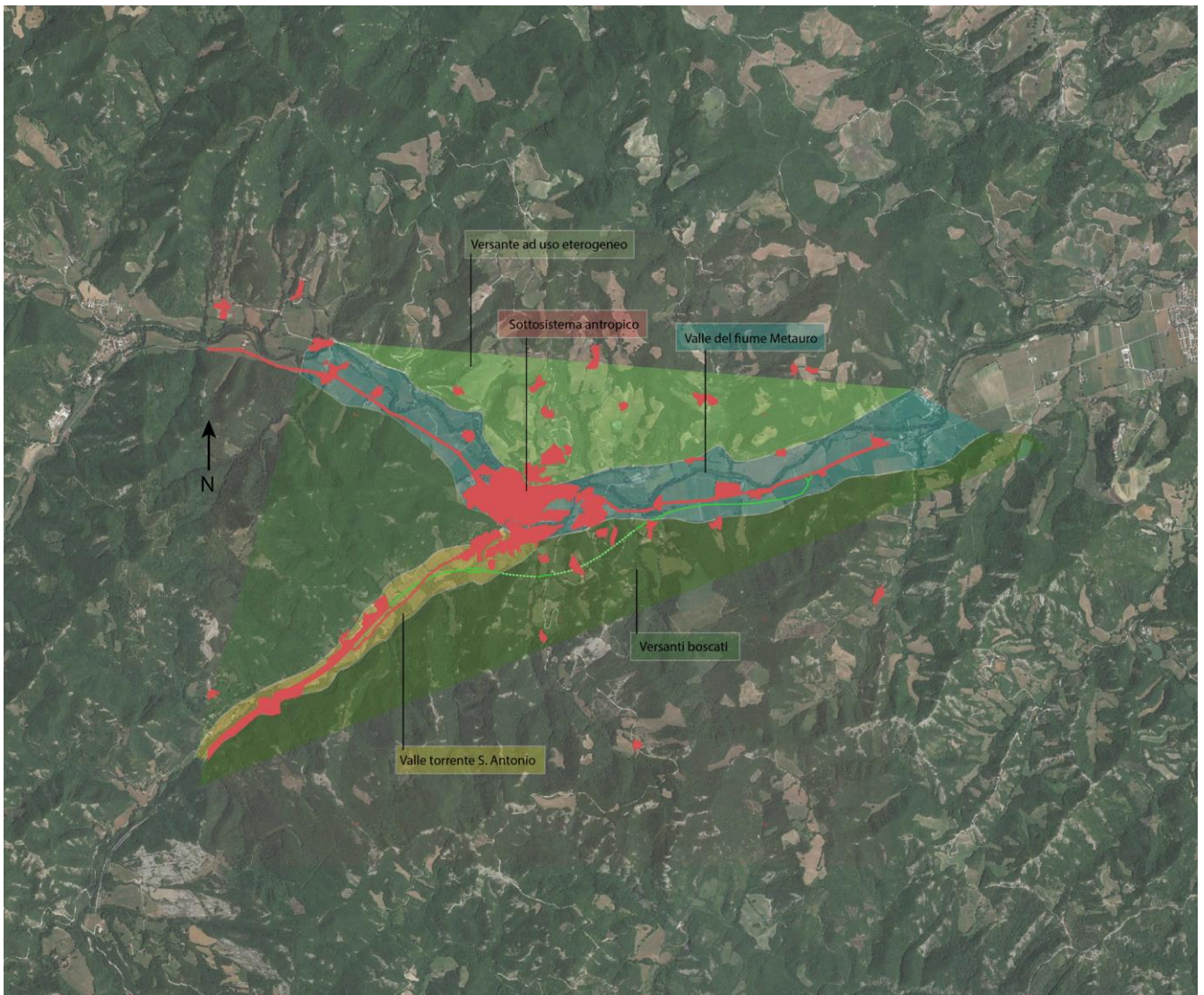





















Figura 8–1 Carta delle Unità di Paesaggio

### 8.1. STRATEGIE PER L'INSERIMENTO PAESAGGISTICO DELLE OPERE

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.

PROGETTAZIONE ATI:

-  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.

PROGETTAZIONE ATI:

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

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

### 8.1.1. ABACO DELLE SPECIE DA UTILIZZARE

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.

### 8.1.2. RIPRISTINO DEI CORRIDOI ECOLOGICI PER L'ATTRAVERSAMENTO FAUNISTICO

Il ripristino dei corridoi ecologici ha una elevata importanza 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 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, scatolari e tombini.

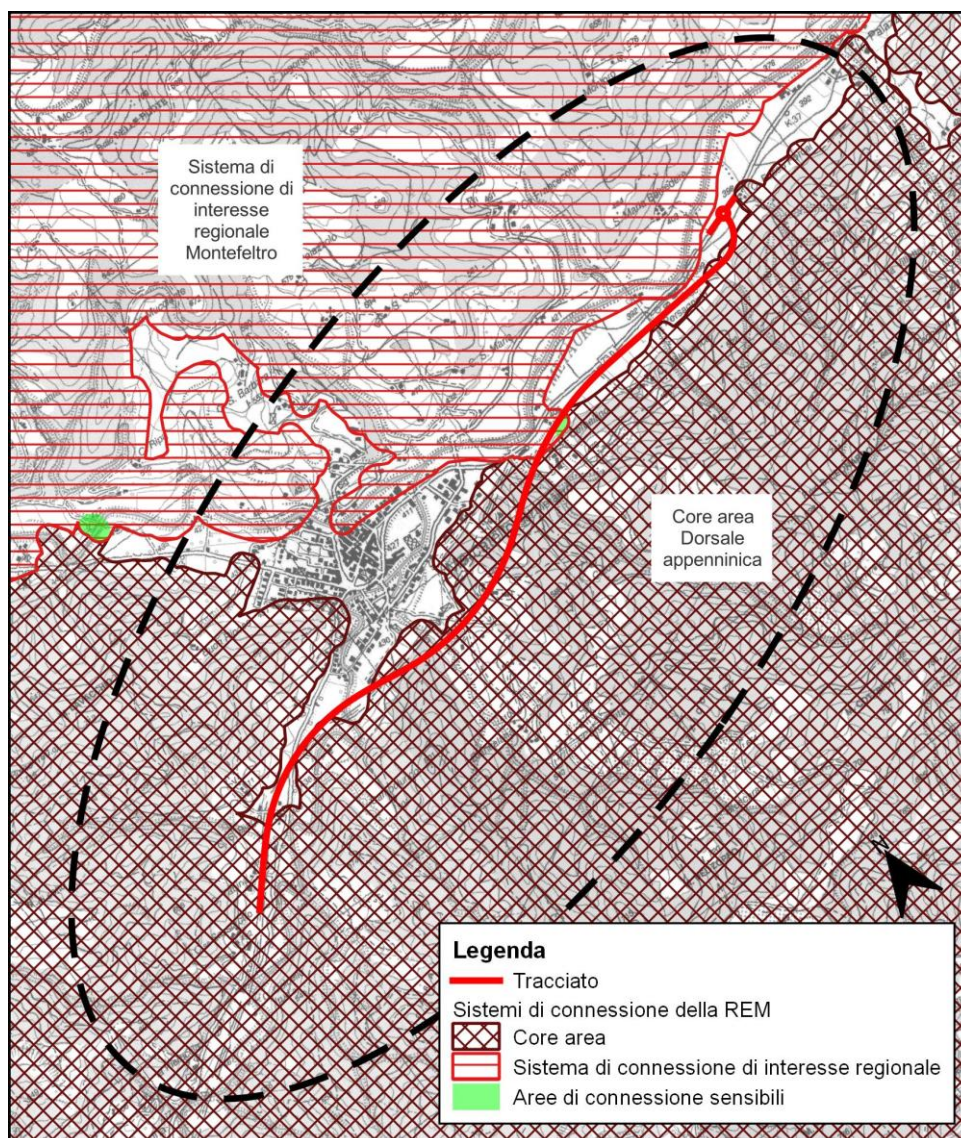


Figura 8-2 Inquadramento del progetto nel contesto della REM

Di seguito si riportano i passaggi faunistici per i quali sono previste le mitigazioni con piantumazione degli imbocchi e sistemazione dei manufatti, al fine di renderli idonei.

### Settore 1

Il settore 1, che interessa la prima porzione di tratto fino al viadotto che attraversa il fosso di Sant'Antonio, è caratterizzato da un tratto in rilevato e uno in trincea delimitati da rete metallica, impermeabile per la fauna in modo da eliminare rischi di collisione per l'attraversamento della carreggiata, come avviene sulla viabilità esistente a ridosso dell'opera in progetto. Dall'analisi del territorio circostante, si individuano quattro punti di connessione. Essi sono:

- un sottopasso stradali in un ambito a bassa intensità di traffico, in particolare nel periodo notturno;
- il viadotto sul fosso del Torrente S. Antonio, importante corridoio ecologico, oggetto del monitoraggio degli indici biotici in quanto caratterizzato da elevata naturalità che sarà

PROGETTAZIONE ATI:



mantenuta attraverso adeguati interventi di ricomposizione ambientale una volta ultimati ultimate le attività di cantiere;

- due tombini per l'attraversamento di due piccoli fossi, per i quali la progettazione del verde prevede piantumazioni per mantenere la connettività ecologica tra gli elementi del paesaggio. Provenendo da ovest, nel primo punto il progetto prevede la realizzazione di un tombino (TO.03) di 5 metri di ampiezza e 4 di altezza; tali caratteristiche rendono il passaggio idoneo per i mammiferi ed ungulati. Nella sua realizzazione si valuterà la possibilità di realizzare un fondo naturale di circa 1 m, per tutta la sua lunghezza, convogliando il deflusso dell'acqua nella parte centrale. Gli accessi garantiranno la sicurezza degli animali creando un corridoio ecologico con la vegetazione autoctona in modo da schermare le strutture antropiche presenti nell'area e incrementare la connettività con gli elementi naturali del territorio già presenti.

Nel secondo punto il progetto prevede la realizzazione di un tombino (TO.04) con dimensioni di 2,5 metri di ampiezza e 2 metri di altezza. Le caratteristiche rendono il passaggio idoneo per la piccola fauna come rettili e anfibi. Dalla progettazione del tombino, si può notare come nella parte a monte, si ha la realizzazione di un pozzetto a caduta per convogliare l'acqua all'interno del tombino stesso che può risultare un passaggio unidirezionale per la fauna, in quanto, la fauna può muoversi solo da monte verso valle. Nelle parti immediatamente esterne alla struttura, sarà ricreata la vegetazione con specie autoctone, in modo da mantenere i corridoi ecologici già presenti e garantire la sicurezza della fauna. Per favorire, il passaggio di anfibi e rettili, in fase esecutiva, si studieranno imbocchi creando aree di rifugio con massi o legna.

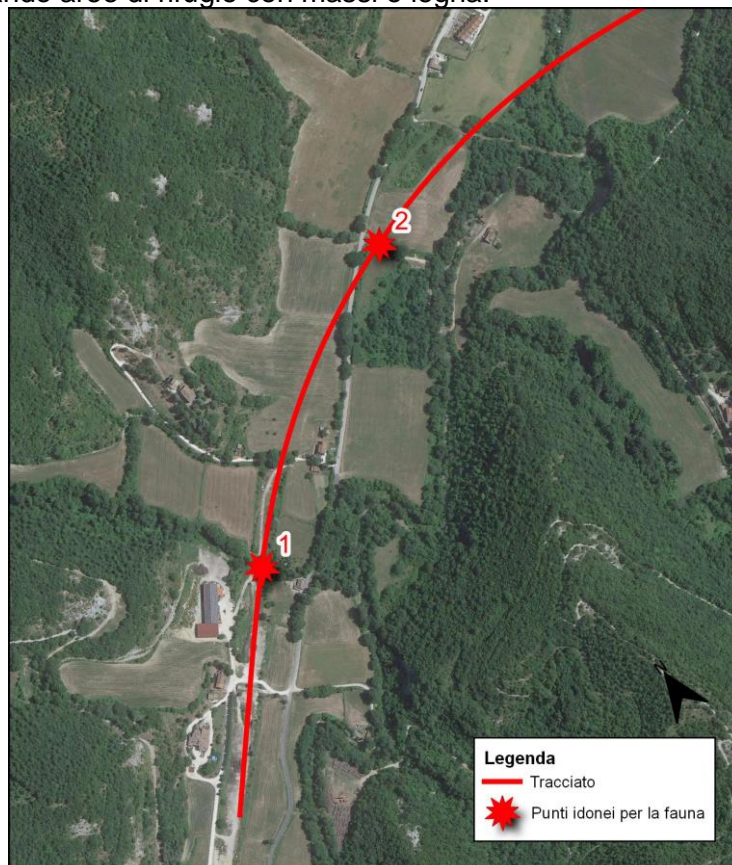


Figura 8-3 Individuazione dei tombini individuati come idonei per la fauna con le relative mitigazioni nell' settore 1

### Settore 2

Il tratto interessato non viene preso in esame per le mitigazioni perché si sviluppa in galleria o viadotti, strutture che permettono il passaggio della fauna.

### Settore 3

Il settore 3, che interessa il tratto stradale dall'uscita della galleria fino alla rotatoria che si immette nella Strada Statale 73 bis "Bocca Trabaria", in gran parte in adiacenza alla statale, caratterizzata da un buon flusso di traffico diurno. Il tratto si sviluppa lungo il limite tra due aree di connettività individuate nella REM, *core area* "Dorsale appenninica" e sistema di connessione di interesse regionale "Montefeltro". Inoltre, interseca un'area di connettività classificata come sensibile. Dall'analisi del territorio circostante, si individuano cinque punti di interesse per garantire la connessione faunistica.

Nel punto 3 il progetto prevede la realizzazione di un tombino (TO.07) di dimensioni 2 metri di ampiezza e 1,5 metri di altezza e di un sottopasso per l'accesso ad abitazioni private o per l'attività agricola. Il tombino così come è progettato può essere usato dagli anfibi e rettili per l'attraversamento della viabilità, tenendo in considerazione le caratteristiche sopra descritte. Riguardo al sottopasso, trattandosi di viabilità minore, esso può ritenersi idoneo per il passaggio faunistico. In fase esecutiva si studierà la possibilità di lasciare un cordolo inerbito al bordo del sottopasso di circa 1 m. All'esterno è previsto il mantenimento della connessione ecologica con la realizzazione di siepi arbustive e arboree indicate nel Progetto del Verde. Nelle ore notturne, sarebbe opportuno non illuminare il sottopasso o diminuire l'intensità della luce.

Nei punti 4-5-6 (TO.08 – TO.09) il tratto interseca dei fossi di regimazione delle acque piovane provenienti dai campi circostanti. In tali punti il progetto prevede la realizzazione di scolarie di dimensione 3 metri di ampiezza e 2 metri di altezza sia nel tratto ricadente sotto all'asse stradale principale, sia nella strada secondaria di nuova realizzazione. Tali passaggi hanno dimensioni che consentono il passaggio della piccola e media fauna. Come descritto precedentemente, tutti gli imbocchi per i tombini saranno integrati con l'ambiente circostante, senza creare discontinuità. In considerazione della lunghezza complessiva dell'attraversamento, in fase esecutiva si valuterà la possibilità di suddividere lo stesso in tratti intervallati da substrato inerbito con vegetazione erbacea, mantenuta ad una altezza bassa, in modo da agevolare l'attraversamento della fauna.

Il punto 7 (TO.10) riguarda un tratto di strada che interseca un filare di alberi, mettendo in connessione l'area boscata con il fiume Metauro, l'unica fonte di acqua a disposizione per la fauna nei periodi di siccità. In tale tratto il progetto prevede un tombino scatolare di dimensione 5 metri di ampiezza e 2 metri di altezza, dimensione che permettono il passaggio della piccola e media fauna. L'ampiezza del tombino permette di studiare, in fase esecutiva, la possibilità di convogliare l'acqua in un lato e rialzare l'altro, in modo da lasciare una pista asciutta ed inerbita per il passaggio degli animali. Tale scatolare deve integrarsi con l'ambiente circostante ed incentivare la fauna a passare attraverso di esso, a tale scopo, si eseguiranno piantumazioni di corridoi vegetali con specie autoctone, in modo da mantenere i corridoi ecologici già presenti e garantire la sicurezza della fauna (Si veda la planimetria del progetto del verde).

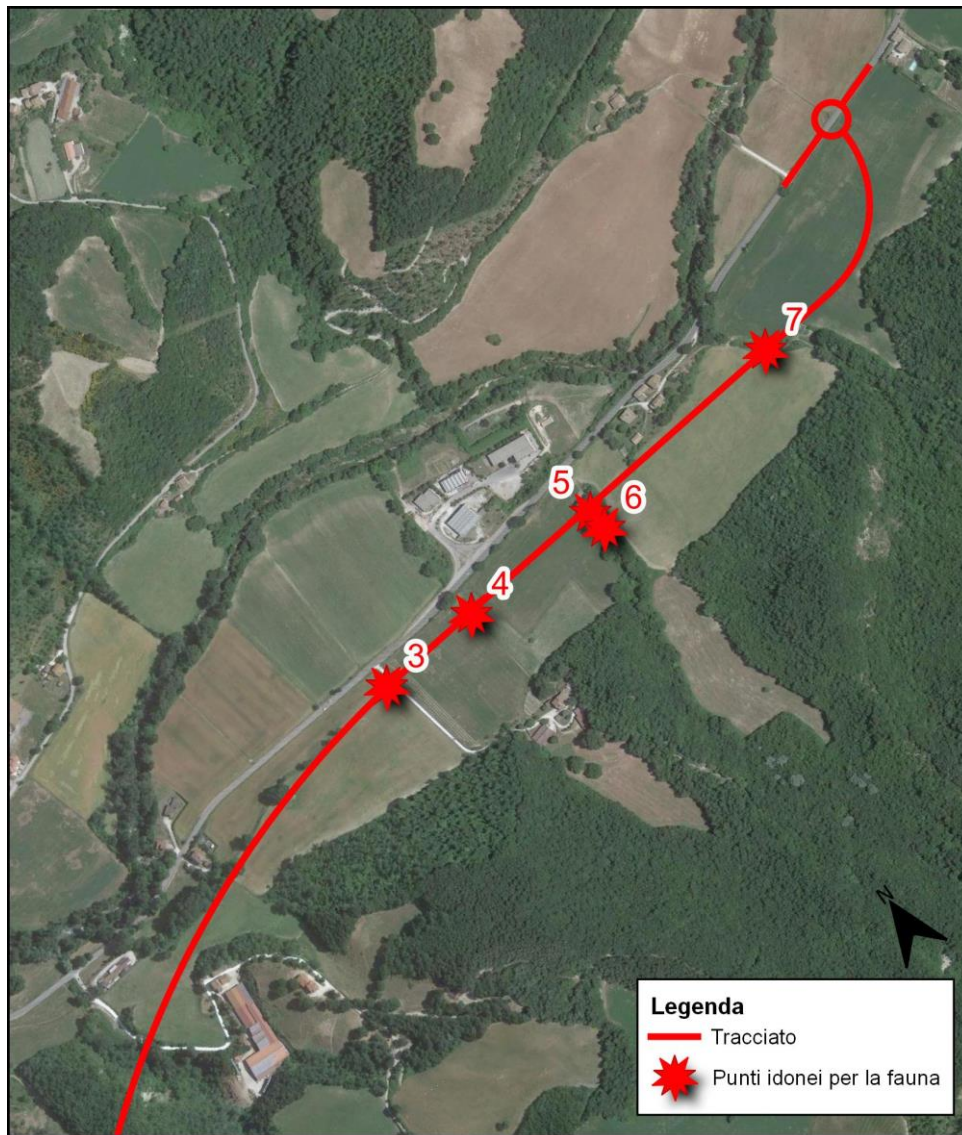


Figura 8-4 Individuazione dei punti idonei per la fauna con relative mitigazioni nell' settore 3

Gli interventi previsti prevedono di adeguare i manufatti previsti per garantire la continuità idraulica dei corsi d'acqua o i sottopassi previsti per garantire la viabilità minore. In fase esecutiva si potrà valutare se realizzare, in alcuni dei punti individuati, passaggi faunistici dedicati.

Le specie vegetali ipotizzate per gli imbocchi sono:

PROGETTAZIONE ATI:

|   |                          |             |
|---|--------------------------|-------------|
| <b>AMB 6_01</b>   | <b>SUPERFICIE TOTALE</b> | <b>1372</b> |
| <b>Ripristino dei corridoi ecologici per l'attraversamento faunistico</b> | Percentuale vegetazione  | 50%         |
|   | <b>PIANTE TOTALI</b>     | <b>82</b>   |
|   | 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 8–23 Superficie e numero di piante

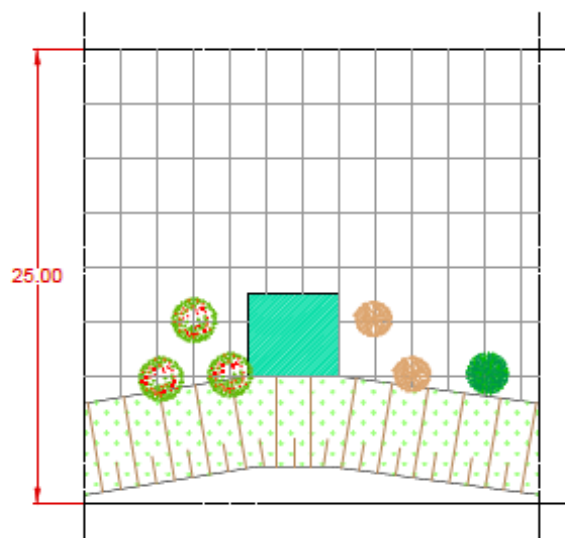


Figura 8–24 Sesto di impianto ai lati dell'uscita dall'attraversamento faunistico

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].

### 8.1. INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE E RIPRISTINO DELLE AREE OCCUPATE DAL CANTIERE

Di seguito si riportano le aree cantiere necessarie per la realizzazione dell'opera articolate come segue:

- un cantiere principale in prossimità della rotatoria per Fano (colore arancio chiaro);
- tre cantieri operativi dove saranno posizionati i frantoi (colore verde);
- cinque superfici per lo stoccaggio delle terre e rocce da scavo (colore arancio scuro);
- sei aree tecniche, ossia cantieri temporanei per la realizzazione di opere specifiche (gallerie e viadotti).

Quello che emerge è l'elevata superficie delle aree di stoccaggio delle terre e rocce da scavo legato alla realizzazione di due gallerie, della lunghezza di circa 1 km e di tratti in trincea, dai quali si potrà

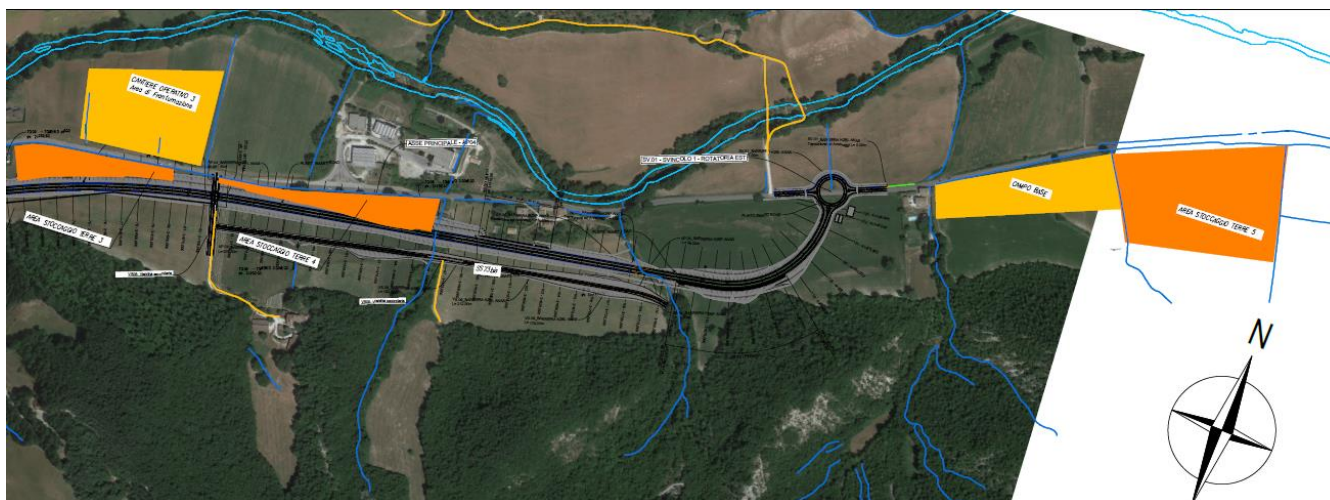
PROGETTAZIONE ATI:

recuperare materiali per la realizzazione dei rilevati. Al termine dei lavori le aree cantiere saranno oggetto di ricomposizione ambientale.

Nelle figure che seguono si riporta la dislocazione delle aree di cantiere con l'ubicazione delle superfici per lo stoccaggio.



PROGETTAZIONE ATI:



Legenda: Verde: aree cantieri operativi dove ci sono gli impianti di frantumazione degli inerti che derivano dagli scavi (trincee, fondazioni, gallerie, ecc.); arancione: aree stoccaggio terre; giallo scuro: Cantiere Base; blu: cantieri specifici per gallerie e viadotti, definiti anche aree tecniche.

Figura 8–54 Schema distribuzione cantieri con aree per frantoi mobili e stoccaggio terre

### 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)

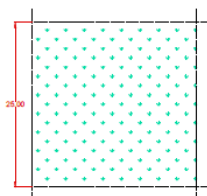


Figura 8–6 Amb 1\_01: Riqualificazione ambientale delle aree d'intervento di carattere naturale

### 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 sestii di impianto previsti sono:



Figura 8–7 AMB 1\_02: Riqualificazione ambientale delle aree cantiere con vegetazione naturale

Le specie potenzialmente utilizzabili sono:

| <b>AMB 1_02</b>  | <b>SUPERFICIE TOTALE</b> | <b>10397 m<sup>2</sup></b> |
|--|--------------------------|----------------------------|
| <b>Riqualificazione 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>                 |
| <b>ALBERI 1° GRANDEZZA</b>   |                          |                            |
| <i>Ostria carpinifolia (carpino nero)</i>  | 5%                       | 11                         |
| <i>Tilia platyphyllos (tiglio nostrano)</i>                                      | 5%                       | 11                         |
| <i>Ulmus glabra (olmo montano)</i>   | 5%                       | 11                         |
| <b>ALBERI 2° grandezza</b>   |                          |                            |
| <i>Carpinus betulus (carpino bianco)</i>   | 15%                      | 34                         |
| <i>Taxus baccata (tasso)</i>   | 10%                      | 22                         |
| <b>ALBERI 3° GRANDEZZA</b>   |                          |                            |
| <i>Acer campestre (acero campestre)</i>  | 20%                      | 45                         |
| <i>Fraxinus ornus (orniello)</i>   | 20%                      | 45                         |
| <b>ALBERI 4° GRANDEZZA</b>   |                          |                            |
| <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 8–8 Superficie e numero di piante**

### 8.1.3. MISURE DI MITIGAZIONE IN FASE DI CANTIERE

In questa fase sono state definite le mitigazioni delle aree di cantiere per ogni singola fase operativa. Inoltre, è stato previsto per il campo base e per ogni campo operativo un impianto di gestione delle acque reflue e il relativo recapito. Tutte le aree saranno recintate. Le aree di stoccaggio saranno recintate con reti antipolvere di altezza sempre superiore di almeno 1 m rispetto ai cumuli che verranno stoccati. Tutte le viabilità di accesso ai cantieri, quando non esistenti, saranno previste con strato superficiale in misto stabilizzato, mentre le piste all'interno dei cantieri avranno lo strato superficiale in misto granulare.

Si sottolinea che la posizione dei cantieri, in particolare delle aree di stoccaggio, potrà essere ottimizzata in relazione alla presenza di formazioni boscate e specie vegetali protette al fini di minimizzarne il taglio e la relativa compensazione ai sensi della normativa vigente.

Dalla “Relazione valutazione previsionale di impatto acustico”, essendo individuati recettori all'interno o al limite della fascia di 50 m dalle aree di cantiere, si possono desumere le situazioni per le quali le lavorazioni dovranno essere condotte predisponendo barriere provvisorie nei pressi del recettore potenzialmente disturbato e mantenute per tutta la durata delle lavorazioni.

Al fine di limitare le emissioni di polveri si adotteranno le seguenti misure di mitigazione:

- costante e periodica bagnatura delle strade utilizzate, pavimentate e non, e dei piazzali dell'area di cantiere mediante irroratori d'acqua nebulizzata (o autobotti con barra



- nebulizzatrice) i quali consentiranno di evitare il sollevamento di polvere al passaggio dei mezzi o per effetto del vento;
- installazione di un sistema per pulire le ruote dei veicoli in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento e conferimento materiali, prima che i mezzi impegnino la viabilità ordinaria;
  - gli autocarri utilizzati per il trasporto di materiale polverulenti saranno dotati di cassone coperto con teloni;
  - all'interno del cantiere la velocità massima consentita ai mezzi è di 20 km/h;
  - bagnatura periodica o copertura con teli (nei periodi di inattività e durante le giornate con vento intenso) i cumuli di materiale polverulento stoccato nelle aree di cantiere;
  - non si formeranno cumuli alti di materiali polverulenti (altezza minore di 2 metri);
  - dove previsto dal progetto, si procederà al rinverdimento delle aree (ad esempio i rilevati) in cui siano già terminate le lavorazioni senza aspettare la fine lavori dell'intero progetto;
  - sono vietate le movimentazioni di materiali polverulenti durante le giornate con vento intenso.
  - È prevista l'installazione di idonea barriera antipolvere di altezza non inferiore a 2 metri in corrispondenza delle aree di cantiere più critiche.

Al fine di limitare ulteriormente le emissioni di polveri durante la fase di trattamento del materiale scavato mediante impianto mobile di frantumazione e vagliatura si adotteranno le seguenti misure di mitigazione:

- l'impianto mobile di trattamento sarà dotato di un sistema di abbattimento delle polveri costituito da un impianto a spray d'acqua con ugelli a pressione posizionati sulla tramoggia di carico dell'impianto e sui nastri trasportatori;
- in alternativa al sistema di abbattimento delle polveri con sistema spray ad acqua i nastri trasportatori saranno dotati di idonea copertura in grado di limitare la diffusione della polvere;
- si effettuerà una costante e periodica bagnatura del piazzale destinato alle operazioni di trattamento del materiale mediante irroratori d'acqua nebulizzata (o autobotti con barra nebulizzatrice) i quali consentiranno di evitare il sollevamento di polvere al passaggio dei mezzi o per effetto del vento;
- saranno bagnati periodicamente o coperti con teli (nei periodi di inattività e durante le giornate con vento intenso) i cumuli di materiale trattato stoccato nell'area del campo base e in quelli operativi;
- non si formeranno cumuli alti di materiale trattato (altezza minore di 2 metri).

Al fine del contenimento delle emissioni dei gas di scarico, i veicoli a servizio del cantiere devono essere omologati con emissioni rispettose delle seguenti normative europee (o più recenti):

- veicoli commerciali leggeri (massa inferiore a 3,5 t, classificati N1 secondo il Codice della strada): Direttiva 1998/69/EC, Stage 2000 (Euro 3);
- veicoli commerciali pesanti (massa superiore a 3,5 t, classificati N2 e N3 secondo il Codice della strada): Direttiva 1999/96/EC, Stage I (Euro III);
- macchinari mobili equipaggiati con motore diesel (non-road mobile sources and machinery, NRMM: elevatori, gru, escavatori, bulldozer, trattori, ecc.): Direttiva 1997/68/EC, Stage I.

Verrà predisposta la realizzazione di dune inerbite al fine di mitigare gli impatti paesaggistici verso la viabilità adiacente i Cantieri Operativi e il cantiere base.

Le recinzioni necessarie, predisposte per i cantieri, non determinano impatti alle componenti paesaggio o biodiversità poiché sono collocate nei cantieri prossimi alla viabilità principale, in aree già soggette alla pressione antropica.

PROGETTAZIONE ATI:

Relativamente alle misure di controllo degli impatti e con riferimento alla Relazione del Piano di Monitoraggio Ambientale il PMA predispone che, in tutte le aree di cantiere siano collocati punti di monitoraggio SUO\_XX: al termine dei lavori le attività di monitoraggio saranno finalizzate alla verifica dello stato dei luoghi ripristinati dopo lo smantellamento del cantiere e si procederà con il campionamento una volta dopo il termine dei lavori di ripristino delle aree di cantiere.

La viabilità di cantiere è suddivisa in tre categorie:

- Viabilità di accesso al campo base e ai campi operativi (da riqualificare per usi agricoli);
- Viabilità esistente utilizzata per accedere ai cantieri;
- Piste di cantiere (che insistono nelle aree di progetto e saranno integrate all'interno delle aree di sistemazione ambientale).

Tutte le viabilità di accesso ai cantieri, quando non esistenti, saranno previste con strato superficiale in misto stabilizzato, mentre le piste all'interno dei cantieri avranno lo strato superficie in misto granulare.

Nella fase di approfondimento esecutivo della progettazione, nel Capitolato norme Generali, verrà redatto un dettagliato Piano Ambientale di Cantiere, con cui saranno approfonditi gli accorgimenti necessari e verranno previste ulteriori misure cautelative da adottare in fase di esecuzione.

## 8.2. ULTERIORI INTERVENTI DI MITIGAZIONE IN FASE DI ESERCIZIO: 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:

- **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.

PROGETTAZIONE ATI:

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.

- **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 intatti 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 marezzato 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.

## 9. VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO

### 9.1. VALUTAZIONE DEL CLIMA ACUSTICO ANTE-OPERAM

Il clima acustico attuale dell'area del progetto è determinato dalle seguenti sorgenti:

- Viabilità stradale delle seguenti arterie:
  - Strada statale SS73 Bis di Bocca Trabaria
  - Diverse viabilità minori di tipo locale.
- Rumore delle aree industriali/artigianali/commerciali:
  - Altre zone commerciali ed artigianali diffuse sul territorio.

Le molteplici fonti di rumore con direzioni di provenienza a 360° e di sostanziale equivalenza in termini di livello sonoro in molte aree che non siano in prossimità delle sorgenti stesse, determinano un clima acustico caratterizzato da una rumorosità diffusa.

La valutazione del traffico stradale ante e post operam si basa sulle indicazioni dello studio del traffico effettuato in occasione del progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (cfr. documento T00G00GENRE02) nel 2018 e integrati con una misurazione di traffico settimanale sulla Strada Statale 73 Bis (settembre 2022)

PROGETTAZIONE ATI:

Nella Figura 8-A è riportata la posizione della stazione di misura di traffico settimanale (Traffico 1).

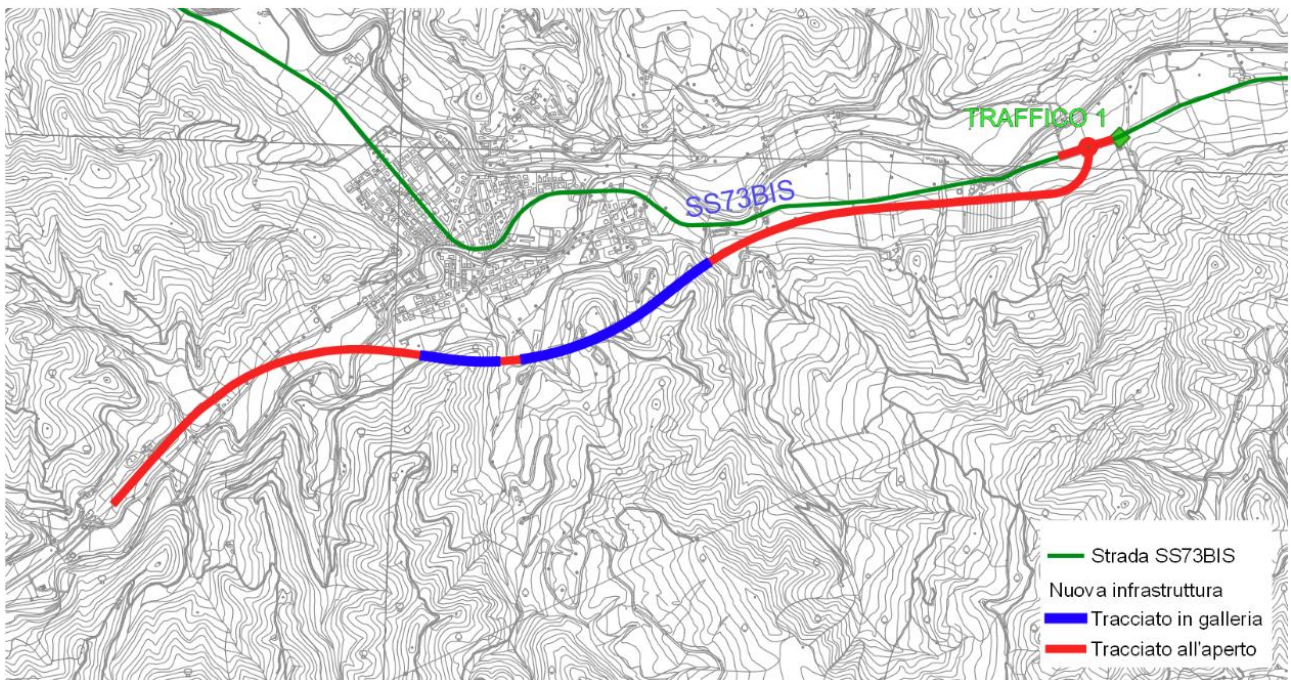


Figura 9-A Posizione delle stazioni settimanale di traffico

Nel periodo nei mesi di agosto e settembre sono eseguite quattro misure di durata settimanale di clima acustico ante operam al fine di determinare i livelli attuali nei punti ritenuti significativi per le successive valutazioni del progetto.

Va segnalato che oltre alle misure settimanali sono state effettuate altre misure con tecnica MAOG al fine di caratterizzare alcune aree prossime ad aree di cantiere. La posizione di entrambe le tipologie di misure è indicata in Figura 9-B.

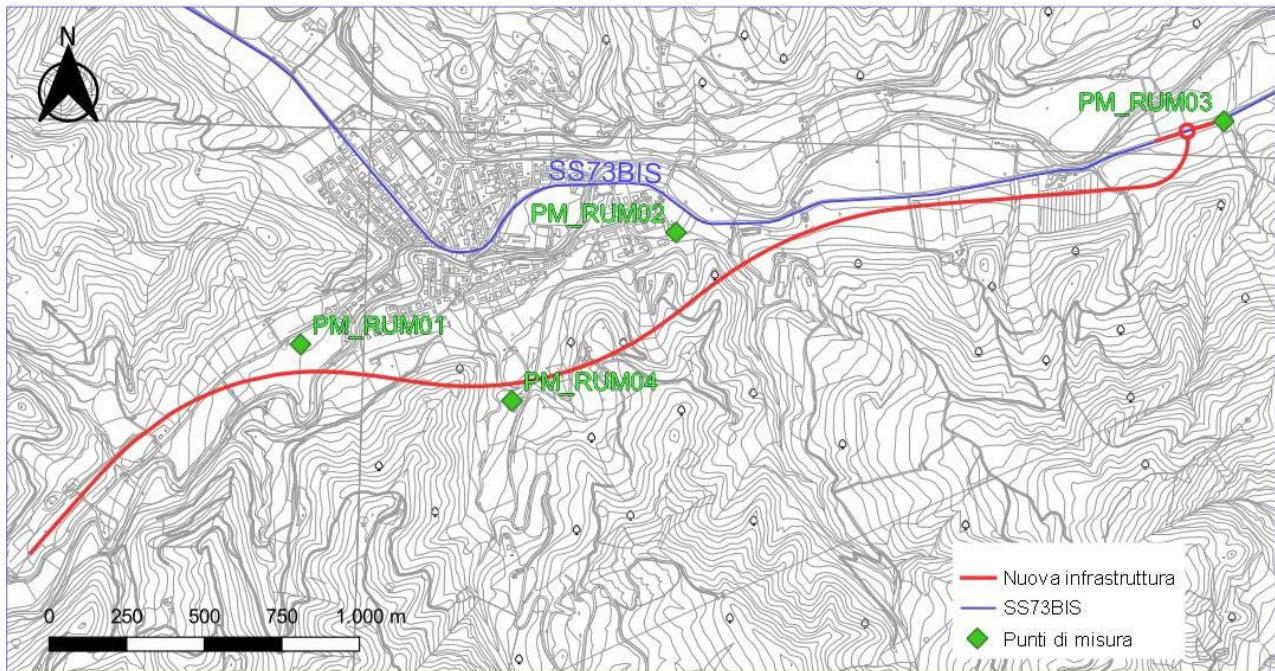


Figura 9-B Posizione delle stazioni di misura settimanali.

## 9.2. STUDIO DI IMPATTO ACUSTICO – MODELLO PREVISIONALE

Il modello utilizzato (CADNA A Version 2018 Datakustik) è un software previsionale validato a livello internazionale per modellizzare la propagazione acustica in ambiente esterno. Il software è stato sviluppato sulla base di algoritmi che rispettano diversi standard acustici e, per il presente studio, è stato utilizzato il metodo conforme allo standard ISO 9613-2 e il metodo NMPB-Routes-96/NMPB-Routes-08.

## 9.3. FASE DI POSTOPERA

Sono stati considerati nella valutazione acustica diverse tipologie di ricettori acustici in particolare modo:

- Ricettori sui tratti principali di progetto sia per le parti che verranno modificate rispetto all'esistente, sia per le nuove tratte.
- Ricettori sulle viabilità esistenti che rimarranno anche in post operam ma che subiranno influenza in termini di flusso dopo la realizzazione dell'opera.
- Ricettori se pur vicini alle opere di progetto ma che rimangono esposti principalmente a rumore da sorgenti di diversa natura (principalmente tratte stradali esistenti).

Per questo nell'analisi delle criticità si tiene conto della diversa natura ed esposizione di questi ricettori, le opere di mitigazione avranno effetti su quelli che in termini di rumore parziale sono esposti principalmente alle opere in progetto.

Al fine dell'analisi dei risultati sono stati divisi quei ricettori che sono soggetti dal rumore delle nuove infrastrutture da quelli, pur critici, che sono esposti ad altre sorgenti non oggetto di queste opere.

La valutazione viene effettuata nelle condizioni di post operam allo stato futuro considerando l'aumento di traffico stimato per i prossimi anni.

Sono state considerate le seguenti tipologie di criticità:

PROGETTAZIONE ATI:

- Superamento dei limiti di zonizzazione acustica per i recettori fuori dalle fasce di pertinenza della nuova infrastruttura o altre infrastrutture stradali.
- Superamento del limite di fascia di pertinenza nel caso di recettori che sono oggetto di unica fascia.
- Superamento dei limiti concorsuali relativi alla nuova infrastruttura nei casi in cui sia presente almeno ulteriore fascia di altra infrastruttura.

Per i ricettori fuori dalle fasce di pertinenza della nuova infrastruttura o altre infrastrutture stradali si rileva un superamento presso il R78 al piano terra lato nord limitatamente al periodo notturno dovuto esclusivamente alla strada provinciale SP73 BIS, infatti il contributo su questi valori da parte della nuova infrastruttura rimane minore di almeno 20 dB(A) rispetto alla sorgente principale.

Per il ricettore R90 va segnalato un superamento del limite ha causa della nuova infrastruttura, in particolar modo a causa della maggior quota rispetto alla sorgente stradale.

| Ricettore | Piano e facciata | AO 2025 |       | PO 2035 |       | Superamento Limite |       |
|-----------|------------------|---------|-------|---------|-------|--------------------|-------|
|           |                  | Giorno  | Notte | Giorno  | Notte | Giorno             | Notte |
| R78       | PT NORD          | 54,8    | 52,2  | 54,3    | 51,8  | -                  | 1,8   |
| R90       | PT SUD           | 45,6    | 37,1  | 56,2    | 47,5  | 1,2                | 2,5   |

**Tabella 9-1 Ricettori con criticità.**

Non si rilevano altre criticità relativi a questa tipologia di ricettori.

Per i ricettori che sono oggetto di unica fascia va segnalato anche se che il ricettore R37 1°P SUD è entro i limiti applicabili si ritengono critico rispetto il possibile errore del sistema previsionale.

| Ricettore | Piano e facciata | AO 2025 |       | PO 2035 |       | Superamento Limite |       |
|-----------|------------------|---------|-------|---------|-------|--------------------|-------|
|           |                  | Giorno  | Notte | Giorno  | Notte | Giorno             | Notte |
| R7        | 1°P SE           | 34,6    | 33,3  | 66,1    | 57,2  | 1,1                | 2,2   |
| R7        | 2°P SE           | 36,2    | 34,2  | 66,3    | 57,4  | 1,3                | 2,4   |
| R37       | 1°P S            | 21,9    | 19,7  | 63,8    | 54,9  | -                  | -0,1  |
| R37       | 2°P S            | 24,5    | 21,9  | 65,4    | 56,4  | 0,4                | 1,4   |

**Tabella 9-2 Ricettori con criticità.**

Dalla valutazione sono esclusi quei ricettori in cui si verifica un'assenza di significatività delle sorgenti concorsuale oppure della nuova infrastruttura, in particolar modo su ricettori distanti in cui dall'analisi dei risultati si rileva un contributo dei livelli parziali della nuova opera inferiori di almeno 12 dB(A) (10 dB(A) + incertezza)

In particolare tale esclusione riguarda:

R48, R49, R51, R57, R58, P12, P13, P14, P15.

Va considerato che la applicazione del limite di concorsualità venisse verificata su un solo piano di un edificio, la riduzione dei limiti di riferimento viene poi applicata all'intero edificio.

Per i restanti in cui si applica il limite concorsuale relativo all'emissione della nuova infrastruttura.

In questo caso si rilevano i seguenti recettori che superano tale limite:

La prossima tabella riporta i ricettori esposti con superamento del limite concorsuale riferito alle emissioni acustiche della sola nuova opere per i dettagli dei restanti si rimanda agli allegati.

INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO – RELAZIONE TECNICA GENERALE

| Ricettore | Piano facciata e | Emissione PO 2035 |       | Limite concorsuale |       | Superamento Limite |       |
|-----------|------------------|-------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|
|           |                  | Giorno            | Notte | Giorno             | Notte | Giorno             | Notte |
| R52       | 1P-SUD           | 63,7              | 54,9  | 63,8               | 53,8  | -                  | 1,1   |
| R52       | 2P-SUD           | 64,4              | 55,5  | 63,8               | 53,8  | 0,6                | 1,7   |
| R56       | PT-SUD           | 63,9              | 54,9  | 63,8               | 53,8  | 0,1                | 1,1   |
| R56       | 1P-SUD           | 64,7              | 55,8  | 63,8               | 53,8  | 0,9                | 2     |
| R56       | 2P-SUD           | 65                | 56,1  | 63,8               | 53,8  | 1,2                | 2,3   |
| R59       | 2P-SUD           | 63,7              | 54,8  | 63,8               | 53,8  | -                  | 1     |
| R60       | 1P-SUD           | 62,6              | 53,9  | 63,8               | 53,8  | -                  | 0,1   |
| R60       | 2P-SUD           | 63,3              | 54,4  | 63,8               | 53,8  | -                  | 0,6   |
| R61       | PT-SUD           | 63                | 54,2  | 63,8               | 53,8  | -                  | 0,4   |

Tabella 9-3 Ricettori con criticità.

Va segnalato che in fase di esercizio l'aumento del traffico sulla statale SS73 bis nel tratto ad est rispetto alla nuova viabilità produce un superamento del limite relativo alla fascia A sul ricettore R87. La parte dell'edificio più esposto al rumore rimane la facciata a ridosso dell'attuale tracciato, edificio è formato da tre piani, e tecnicamente difficile insonorizzare i piani altri con una barriera più alta di 5 metri già previsti.

| Ricettore | Piano facciata e | AO 2025 |       | PO 2035 |       | Superamento Limite |       |
|-----------|------------------|---------|-------|---------|-------|--------------------|-------|
|           |                  | Giorno  | Notte | Giorno  | Notte | Giorno             | Notte |
| R87       | PT NORD          | 66,9    | 58,1  | 74,9    | 65,9  | 4,9                | 5,9   |
| R87       | 1°P NORD         | 64,9    | 56,0  | 73,4    | 64,3  | 3,4                | 4,3   |
| R87       | 2°P NORD         | 63,0    | 54,1  | 72,2    | 63,1  | 2,2                | 3,1   |

Il metodo adottato per ridurre il rumore indotto dal traffico stradale è quello di frapporre tra la fonte del rumore (in questo caso il corpo della infrastruttura) ed i ricettori (edifici residenziali) un ostacolo efficace alla propagazione del suono, Tale ostacolo è costituito da una barriera con idonee caratteristiche di isolamento acustico, e dimensioni tali da produrre l'abbattimento di rumore necessario all'area da proteggere. Al fine di ridurre l'esposizione al rumore dei recettori limitrofi all'opera viene considerato come intervento di mitigazione una barriera acustica di altezza 5m e nelle figure che seguono è evidenziata, nella prima con un tratteggio verde l'ubicazione rispetto l'infrastruttura, nella seconda lo schema tipo.

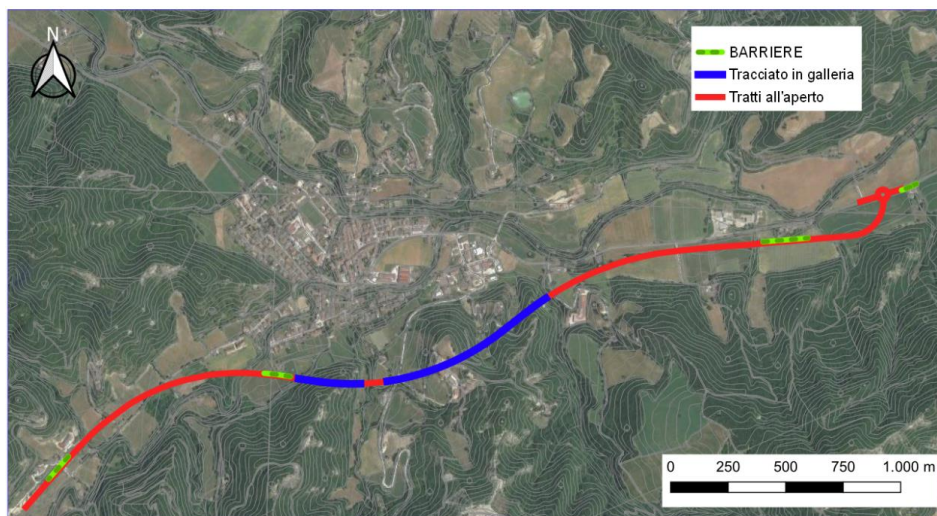
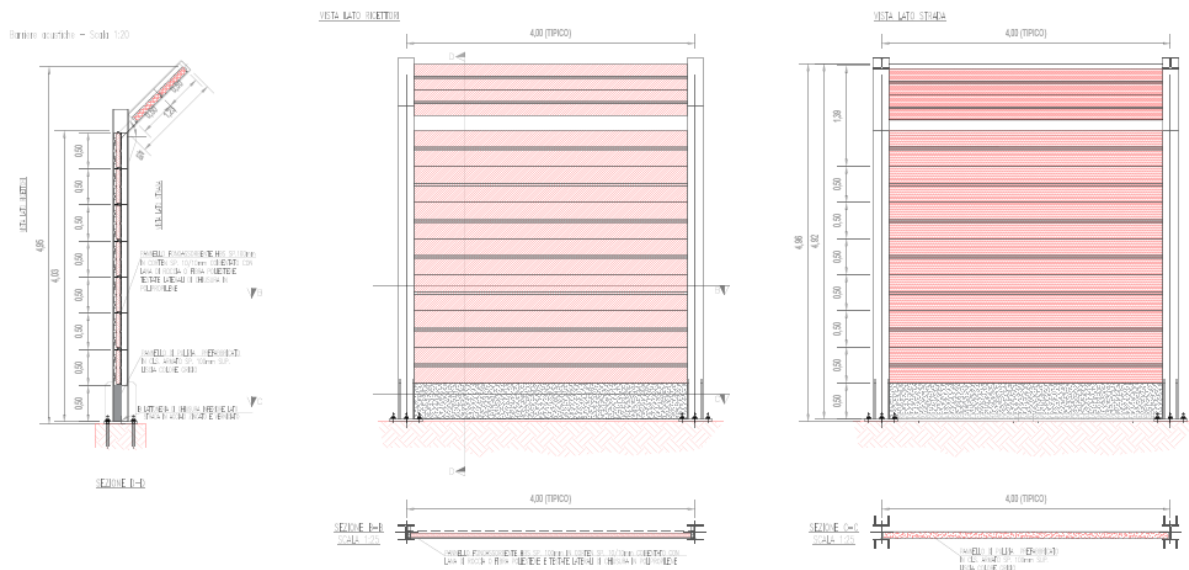


Figura 9-C tratte con barriere (linea verde con tratteggio).

PROGETTAZIONE ATI:



**Figura 9-D Particolare di una barriera.**

L'efficacia dell'intervento viene esposta nella seguente tabella dove si raccolgono i ricettori con ancora delle criticità legati distanza dall'opera di mitigazione.

| Ric. | Piano di rifer. | AO 2025 |       | PO 2035 |       | Superamento Limite |       | PO 2035+barriera |       | Superamento limite PO 2035+Barriera |       |
|------|-----------------|---------|-------|---------|-------|--------------------|-------|------------------|-------|-------------------------------------|-------|
|      |                 | Giorno  | Notte | Giorno  | Notte | Giorno             | Notte | Giorno           | Notte | Giorno                              | Notte |
| R78  | PT N            | 54,8    | 52,2  | 54,3    | 51,8  | -                  | 1,8   | 54,3             | 51,8  | -                                   | 1,8   |
| R87  | 2°P N           | 63      | 54,1  | 72,2    | 63,1  | 2,2                | 3,1   | 70,2             | 61,2  | 0,2                                 | 1,2   |
| R90  | PT S            | 45,6    | 37,1  | 56,2    | 47,5  | 1,2                | 2,5   | 56,1             | 47,5  | 1,1                                 | 2,4   |

**Tabella 9-4 Ricettori con criticità residua.**

Il superamento presso il R78 al piano terra lato nord limitatamente al periodo notturno dovuto esclusivamente alla strada provinciale SP73 BIS, infatti il contributo su questi valori da parte della nuova infrastruttura rimane minore di almeno 20 dB(A) rispetto alla sorgente principale.

Va considerato che per R90, vista la posizione elevata dell'edificio rispetto all'infrastruttura le eventuali opere di mitigazione non hanno effetto se posizionate in prossimità della nuova tratta.

Per questo si deve valutare l'utilizzo di un asfalto fonoassorbente oppure di realizzare una barriera in prossimità dello stesso recettore.

Per R87 va segnalato che il superamento dei limiti si origina dall'aumento del traffico sulla strada statale SS73 bis nel tratto a est della fine della nuova tratta, l'edificio più esposto rimane a ridosso dell'attuale tracciato della statale ed è formato da tre piani, questi elementi non permettono una installazione di una barriera che possa risolvere le criticità soprattutto ai piani alti.

D'altro canto il tratto stradale responsabile delle criticità non è oggetto dell'opera verificata, in ogni caso l'uso di un asfalto fonoassorbente combinata ad una barriera acustica può risolvere la criticità.

Per migliorare l'efficacia degli interventi di mitigazione sono stati valutati i risultati con l'utilizzo di asfalti fonoassorbenti che possono ridurre di 3 dB il rumore sui 2 recettori considerati, dalla verifica si riscontra un rispetto dei limiti acustici.

PROGETTAZIONE ATI:



## 10. VALUTAZIONE DI IMPATTO ATMOSFERICO

### 10.1. ANTE OPERAM

Al fine del presente studio sono state considerati i seguenti aspetti specifici dell'area del progetto:

- Caratterizzare morfologicamente l'area attraverso l'estrazione delle isolinee a passo di 10 m e 100 m in tutta l'area di simulazione.
- Caratterizzazione della dinamica meteorologica per valutare gli aspetti di dispersione degli inquinanti.
- Caratterizzazione dello stato della qualità dell'aria della zona oggetto della valutazione, allo scopo sono stati impiegati i dati relativi alla rete ARPAM Marche.

### 10.2. IDENTIFICAZIONE DEI RECETTORI INTERESSATI

Al fine del presente studio sono stati considerati i ricettori residenziali e produttivi presenti nell'area della nuova infrastruttura, come criterio generali sono stati considerati quelli presenti in un buffer di 500 metri dall'asse stradale codificati con la lettera R per quelli di tipo residenziale e con la lettera P quelli produttivi, in quest'area non si sono riscontrate aree naturalistiche.

Nelle Figura 10-A e Figura 10-B si riportano in mappa la posizione dei ricettori individuati.

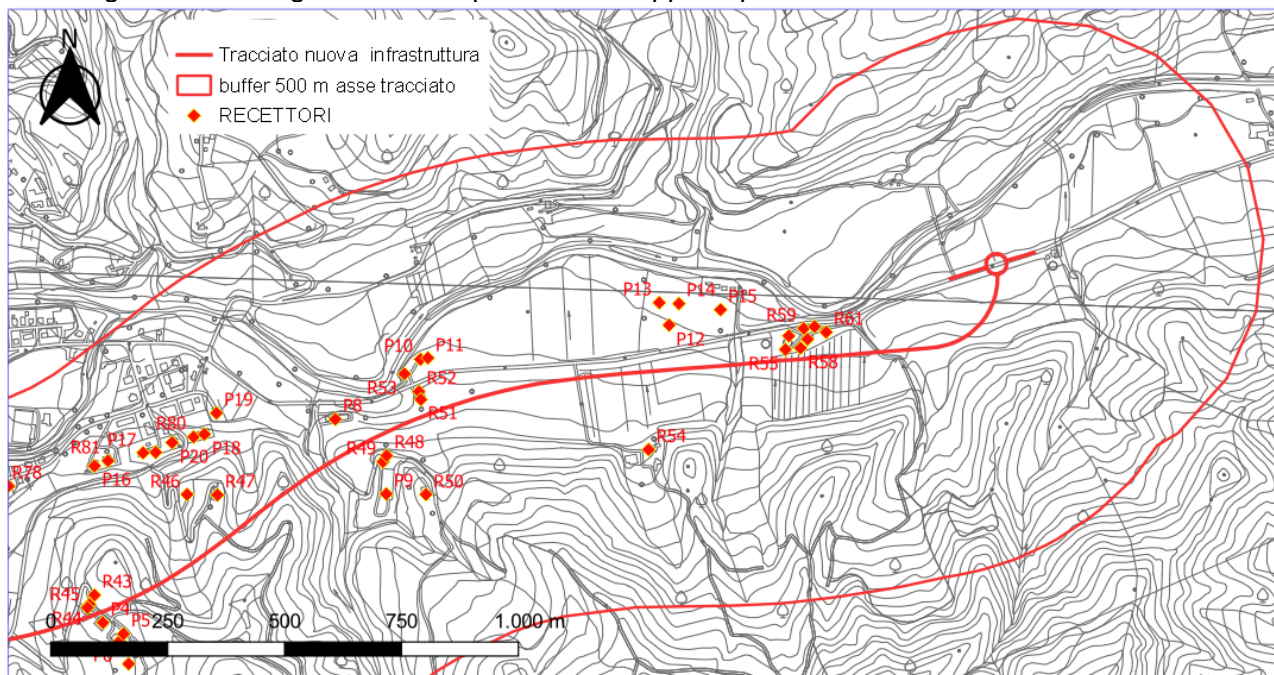


Figura 10-A Recettori parte Est del tracciato

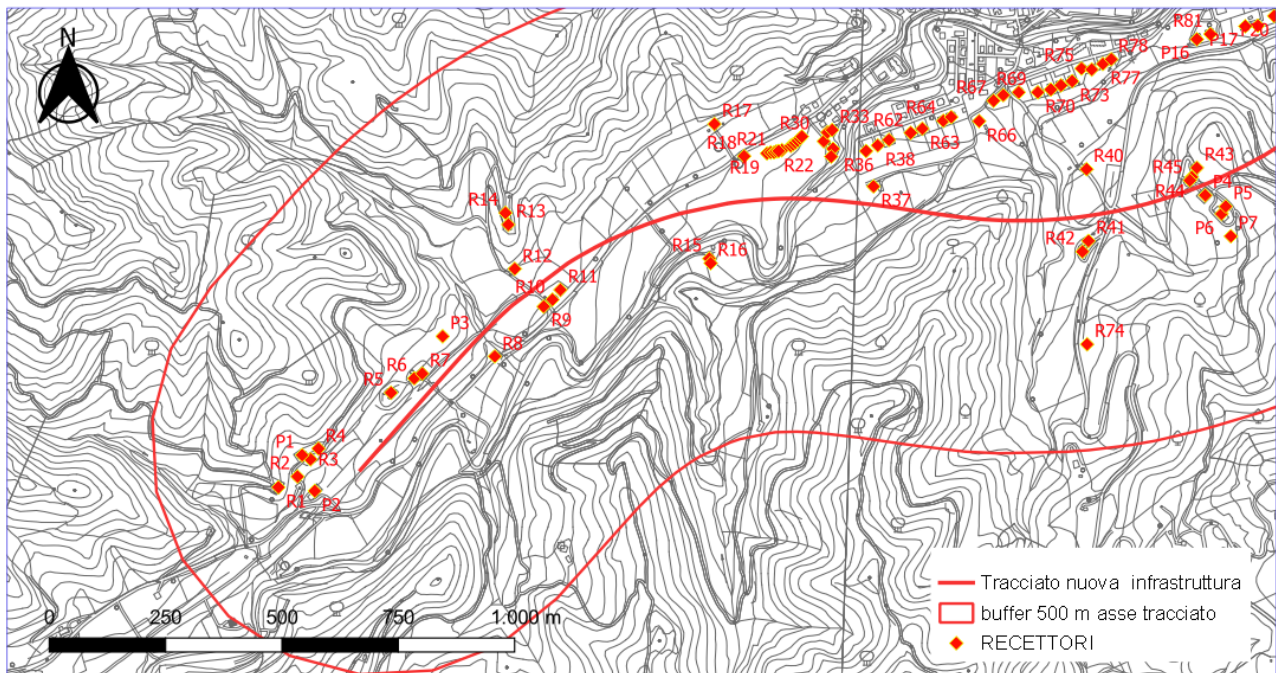


Figura 10-B Recettori parte Ovest del tracciato

Va segnalato che sono stati considerati nella valutazione atmosfera diverse tipologie di ricettori acustici in particolar modo:

- Ricettori sui tratti principali di progetto sia per le parti che verranno modificate rispetto all'esistente, sia per le nuove tratte.
- Ricettori sulle viabilità esistenti che rimarranno anche in post operam ma che subiranno influenza in termini di flusso dopo la realizzazione dell'opera.
- Ricettori se pur vicini alle opere di progetto ma che rimangono esposti principalmente a emissioni da sorgenti di diversa natura (principalmente tratte stradali esistenti non soggette alle opere).

### 10.3. MODELLO UTILIZZATO PER LA VALUTAZIONE DELLE RICADUTE SULLA QUALITA' DELL'ARIA

Lo studio è stato condotto mediante l'utilizzo del modello CALPUFF, modello gaussiano a puff multistrato non stazionario, sviluppato da Earth Tech Inc, in grado di simulare il trasporto, la trasformazione e la deposizione atmosferica di inquinanti in condizioni meteo variabili non omogenee e non stazionarie.

Il sistema di modellazione CALPUFF è un modello di dispersione e trasporto che analizza i puff di sostanze emesse da parte di sorgenti, simulando la dispersione ed i processi di trasformazione lungo il percorso in atmosfera delle sostanze stesse. Esso include tre componenti principali:

- pre-processore CALMET, un modello meteorologico, dotato di modulo diagnostico di vento, inicializzabile attraverso dati da stazioni (superficiali e in quota) e in grado di ricostruire i campi 3D di vento e temperatura e 2D dei parametri della turbolenza;

PROGETTAZIONE ATI:

- CALPUFF, ossia il modello di dispersione gaussiana a puff;
- post-processor CALPOST, preposto all'estrazione dai file binari prodotti in uscita da CALPUFF.

#### 10.4. POST OPERAM

La valutazione del traffico stradale ante e post operam si basa sulle indicazioni dello studio del traffico effettuato in occasione del progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (cfr. documento T00G00GENRE02) nel 2018 e integrati con una misurazione di traffico settimanale sulla Strada Statale 73 Bis (settembre 2022)

Nella Figura 10-C si riporta la posizione della stazione di misura di traffico settimanale.

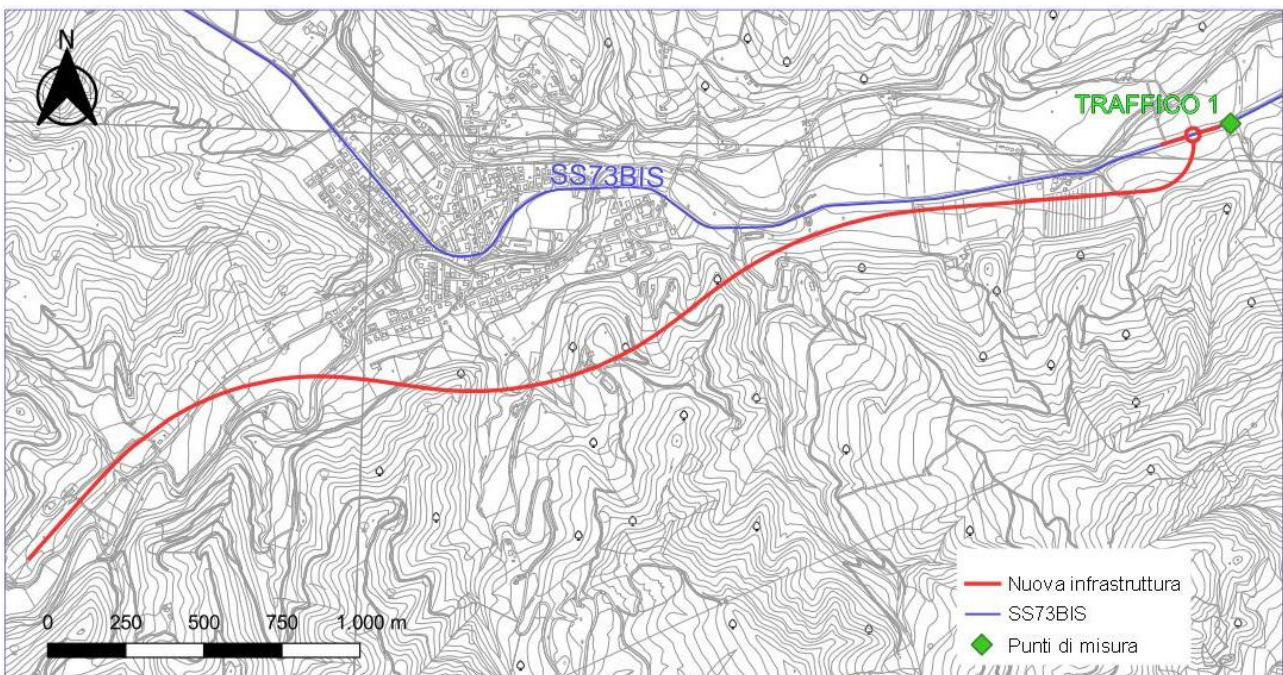


Figura 10-C Posizione delle stazioni settimanale di traffico

Per quanto riguarda la fase di esercizio si è proceduto ad effettuare le modellizzazioni per ognuno degli inquinanti studiati considerando lo stato ante operam e il post operam nei diversi scenari annuali. Si rappresentano di seguito le situazioni emerse nelle mappature eseguite e nelle posizioni puntuali studiate (ricettori discreti).

In generale si ritiene che la nuova opera, a seguito di una maggior attrattiva della tratta, porterà un aumento sensibile di traffico nell'area di progetto con conseguente incremento dei valori degli inquinanti considerati, soprattutto nelle concentrazioni di biossido di azoto.

Va segnalato che i principali impatti sono da ascrivere alla presenza delle due gallerie separate da un breve tratto a "cielo aperto", questo causa un accumulo di inquinanti nelle tratte coperte che vengono emesse in corrispondenza delle uscite dai tunnel della parte centrale del tracciato.

## 11. MONITORAGGIO AMBIENTALE

Al fine di controllare gli effetti dell'opera, sia nella sua dimensione operativa che in quella realizzativa, sul contesto ed eventualmente attuare prontamente ulteriori interventi di mitigazione di impatti residui è stato redatto il piano di monitoraggio delle componenti ambientali.

Il PMA indica l'insieme dei controlli, effettuati periodicamente o in maniera continua, da attuarsi durante le fasi ante-corso-post operam, attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali potenzialmente impattate, in modo significativo e negativo, dalla realizzazione e/o dall'esercizio dell'intervento in progetto. Il PMA, opportunamente esteso alle varie componenti coinvolte, prevede le modalità per la restituzione di dati continuamente aggiornati, fornisce indicazioni sui trend evolutivi e consente la misura dello stato complessivo dell'ambiente e del verificarsi di eventuali impatti non previsti nella fase progettuale. Nella redazione del PMA si è tenuto conto delle *“Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.)” (MATTM, MiBAC, ISRPA, rev 2014 e successivi aggiornamenti)*.

Un aspetto importante nella predisposizione di un Piano di Monitoraggio Ambientale consiste nell'identificazione delle componenti e degli indicatori ambientali più appropriati per descrivere compiutamente ed efficacemente gli effetti sul territorio delle attività di cantiere.

Tale analisi deve fare riferimento a due aspetti principali:

- le tipologie delle opere e delle attività di costruzione delle stesse;
- la situazione territoriale ed ambientale presente nell'area di intervento;
- le criticità emerse dall'indagine e le mitigazioni previste dal progetto.

In questo quadro è stata operata una scelta che ha portato a concentrare l'attenzione delle attività di monitoraggio su quelle componenti e su quegli indicatori ambientali che, tra tutti quelli possibili, effettivamente possono fornire utili indicazioni nella gestione di questo cantiere.

I principali ricettori sensibili nell'area interessata dall'intervento in progetto sono:

- edifici residenziali presenti nell'intorno delle aree di lavorazione;
- l'ambito fluviale, inteso come qualità chimico-fisica e biologica delle acque e qualità dell'ecosistema nel suo complesso, rappresentato dalla vegetazione ripariale e dalla fauna che gravita intorno al corridoio ecologico;
- le aree naturali in quanto serbatoio di biodiversità;
- la capacità d'uso dei suoli agricolo;
- le falde acquifere;
- le caratteristiche strutturali del paesaggio.

Le fasi in cui ciascuna componente verrà monitorata dipendono dalla durata degli impatti previsti e dalle caratteristiche proprie di ogni matrice.

Tenendo presente tali scelte, si sono potute indagare e decidere le metodiche e le modalità di monitoraggio di ciascuna componente. Per ogni componente si sono effettuate scelte, ovviamente diverse, a seconda delle caratteristiche peculiari delle stesse, ma i criteri generali per il posizionamento dei punti di monitoraggio si possono ritenere comuni a tutte.

La scelta dei ricettori è basata sulla sensibilità e vulnerabilità alle azioni di progetto, sia per la tutela della salute della popolazione sia per la tutela dell'ambiente.

Per quanto riguarda le attività di misura, campionamento, analisi ed elaborazione dati, al fine di garantire la confrontabilità dei dati, saranno utilizzate le stesse metodiche su tutti i ricettori monitorati.

Si propone, pertanto, il monitoraggio delle seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera;
- Suolo;
- Rumore;
- Acque superficiali;
- Acque sotterranee;
- Vegetazione;
- Fauna.

## **12. ESPROPRI**

In questa fase si è provveduto a calcolare le aree occupate dall'opera, tale aree sono state ampliate in modo da inglobare una fascia di 5 metri a destra e a sinistra dell'opera stessa.

Relativamente agli espropri temporanei, si sono considerate le aree che dovranno essere temporaneamente occupate. Tali aree sono state riportate in planimetria e sovrapposte al catastale, dal quale si è potuto evincere per ogni particella la quantità di superficie interessata dall'esproprio. Si è proceduto con tali dati a calcolare l'indennità di esproprio e produrre attraverso il portale dell'AdE il relativo elenco ditte. Negli elaborati relativi agli espropri è possibile trovare in dettaglio quanto sopra esposto, in essi sono riportate le planimetrie di progetto, sovrapposte alle planimetrie catastali con l'indicazione delle aree oggetto di esproprio; la relazione in cui è esposta la metodologia di calcolo delle indennità con i valori parziali e complessivi dettagliatamente esplicitati e, l'elenco ditte.

## **13. RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE**

Nella fase iniziale della progettazione sono stati individuati i Gestori delle opere interferenti e le Amministrazioni competenti a cui sono stati trasmessi gli elaborati del progetto per la migliore individuazione dei punti d'interferenza.

Agli stessi Gestori e/o Enti interessati è stato altresì richiesto di fornire lo "status quo" dei rispettivi servizi e l'eventuale pianificazione di nuove reti, per poterli sovrapporre al tracciato di progetto nonché la stima dei costi e dei tempi necessari per l'eliminazione delle interferenze con i propri servizi.

Alla data di presentazione del presente progetto, tuttavia, non sono ancora pervenuti i riscontri ufficiali degli Enti Gestori alle richieste avanzate. Pertanto la valutazione delle modalità di eliminazione dell'interferenza, e dei relativi dei costi e tempi, è stata effettuata sulla base di esperienze pregresse. Il tutto è stato riassunto nell'elaborato "Programma di Risoluzione delle Interferenze" (elab. T00IN00INTRE03\_A).

Per ogni interferenza censita sono state inoltre redatte delle schede monografiche di sintesi dove vengono riportate le seguenti informazioni: Ente di appartenenza, inquadramento territoriale, documentazione fotografica, breve descrizione dell'interferenza e della risoluzione proposta, stima dei tempi e dei costi necessari alla risoluzione (elab. T00IN00INTRE02\_A - "Schede Monografiche Interferenze").

Si è provveduto quindi, sulla base delle informazioni note, a sviluppare autonomamente proposte alternative per la risoluzione delle singole interferenze per essere sottoposte all'attenzione dei responsabili degli Enti proprietari/gestori affinché possano esprimere un parere nel merito, fornendo altresì ulteriori elementi per definire un'ipotesi di risoluzione adeguata ai parametri e ai criteri normalmente utilizzati per la realizzazione delle opere di competenza di ciascun Ente.

PROGETTAZIONE ATI:

Tutte le ipotesi di risoluzione, sono state schematicamente restituite nelle planimetrie dedicate cui si rimanda per la consultazione.

Sulla base delle informazioni raccolte, basandosi in particolare sui dati recentemente acquisiti in cantieri simili (QMU - Quadrilatero Marche Umbria), sono stati definiti dei costi parametrici di realizzazione delle reti definendo quindi i valori unitari medi di risoluzione – costo parametrico - per ciascuna rete impiantistica determinando così una stima dei costi da inserire nel quadro di spesa. In egual maniera sono stati stimati i tempi di risoluzione, tenendo presente che le attività e le lavorazioni necessarie alla risoluzione delle interferenze dovranno essere concluse prima dell'avvio dei lavori di cui al presente progetto.

## 14. CANTIERIZZAZIONE

### 14.1. UBICAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE ED ACCESSIBILITA'

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, Cantieri operativi, Aree tecniche.**

**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.

Quanto sopra viene riportato in modo dettagliato negli elaborati specifici.

### 14.2. FASI ESECUTIVE DELLE OPERE

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 realizzate man mano che si procederà alla realizzazione delle opere.

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.

Le lavorazioni della fase 2 saranno costituite da tutte quelle che riguardano il completamento dei lavori

### 14.3. CRONOPROGRAMMA

Le lavorazioni sono state riportate nel cronoprogramma nel quale si è organizzato il tutto in modo da poter procedere nell'esecuzione dei lavori ottimizzando i tempi ed organizzando le lavorazioni in modo da poter permettere il completamento delle opere entro il termine ultimo. Si rimanda all'elaborato specifico per i dettagli.

### 14.4. SITI DI DESTINAZIONE E APPROVVIGIONAMENTO

Di seguito si riportano le tabelle relative ai siti di destinazione finale del materiale di esubero, non utilizzato come sottoprodotto, e dei siti di approvvigionamento inerti necessari per la realizzazione dell'opera. Nella tabelle oltre i dati geografici, amministrativi e autorizzativi, vengono le distanze dall'area di progetto e i tempi di percorrenza stimati attraverso la viabilità ordinaria.

**Tabella 14-1 Discariche individuate**

| ID   | Comune | Impresa                      | Denominazione       | Autorizzazione                    | Scadenza   | Tipologia di materiale conferibile   | Volume autorizzato (mc) | Volume disponibile (mc) | Distanza dal cantiere (km) | Tempi di percorrenza (min) |
|------|--------|------------------------------|---------------------|-----------------------------------|------------|--|-------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|
| SD01 | Fano   | C.P.M. Cave Penserini S.p.A. | Loc. Torvo Fano     | Atto n. 183 del 14/02/2014        | 14/02/2024 | Terre e rocce da scavo nei limiti della colonna A, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del Dlgs 152/2006 | 439.000                 | 100.000                 | 69                         | 62                         |
| SD02 | Fano   | LIM SRL                      | Torno vecchio GH001 | Autorizzazione 183 del 14/02/2014 | 14/02/2024 | Terre e rocce da scavo nei limiti della colonna A, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del Dlgs 152/2006 | 56.569                  | 6.569                   | 64                         | 58                         |

**INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO – RELAZIONE TECNICA GENERALE**

|      |       |                   |                           |                                    |            |  |        |        |    |    |
|------|-------|-------------------|---------------------------|------------------------------------|------------|--|--------|--------|----|----|
| SD03 | Cagli | BURANO INERTI SRL | Via Enrico Fermi 30 Cagli | TITOLO UNICO nr. 49 del 13/12/2019 | 01/12/2024 | Terre e rocce da scavo nei limiti della colonna A e B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del Dlgs 152/2006 | 29.995 | 29.995 | 40 | 41 |
|------|-------|-------------------|---------------------------|------------------------------------|------------|--|--------|--------|----|----|

**Tabella 14-2 Impianti di recupero**

| ID    | Comune  | Impresa                              | Autorizzazione                                     | Scadenza   | Codici EER autorizzati | Volume autorizzato(*) (t/a)               | Volume disponibile(*) (t/a) | Distanza dal cantiere (km) | Tempi di percorrenza (min) |
|-------|---------|--------------------------------------|--|------------|------------------------|---|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| REC01 | Perugia | Cava OLMO - PISELLI CAVE S.r.l.      | Provvedimento autorizzativo unico n.2 del 05/01/21 | 05/01/2036 | 170504                 | R10-R13 - 170,000 t/a                     |                             | 93                         | 92                         |
| REC02 | Perugia | Cava SAN MARCO - PISELLI CAVE S.r.l. | Determina dirigenziale n.12901 del 13/12/2019      | 13/12/2029 | 170504                 | R5 - 65,000 t/a<br>R10 - 65,000 t/a       | 80000                       | 109                        | 96                         |
|       |         |                                      |  |            | 170101                 |   |                             |                            |                            |
|       |         |                                      |  |            | 170102                 |   |                             |                            |                            |
|       |         |                                      |  |            | 170103                 |   |                             |                            |                            |
|       |         |                                      |  |            | 170107                 |   |                             |                            |                            |
|       |         |                                      |  |            | 170802                 |   |                             |                            |                            |
| REC03 | Perugia | ECOCAVE SRL San Martino              | DETERMINAZIONE DIRIGENZIALE N. 1061 DEL 02/02/2022 | 02.02.2038 | 170504                 | R5 – 157.339 t/a<br><br>R13 – 391.629 t/a |                             | 104                        | 92                         |
| REC04 | Fano    | C.P.M. Cave Penserini S.p.A.         | autorizzazione n. 1405 del 30.12.2020              | 30/12/2020 | 170101                 | 500                                       | 500                         | 64                         | 58                         |
|       |         |                                      |  |            | 170102                 | 500                                       | 500                         |                            |                            |
|       |         |                                      |  |            | 170103                 | 500                                       | 500                         |                            |                            |
|       |         |                                      |  |            | 170904                 | 7000                                      | 7000                        |                            |                            |
|       |         |                                      |  |            | 170302                 | 1500                                      | 1500                        |                            |                            |
| REC05 | Cagli   | Loc. Ponte                           | autorizzazioni nr.                                 | 05/04/2032 | 170504                 | 59990                                     | 0                           | 40                         | 41                         |

PROGETTAZIONE ATI:



**INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO – RELAZIONE TECNICA GENERALE**

|  |        |                          |  |        |       |      |  |  |
|--|--------|--------------------------|--|--------|-------|------|--|--|
|  |        | Alto<br>ROCKOLORS<br>SRL | 1364 del<br>03/11/2017 e 903<br>del 23/09/2020 | 170101 | 5490  | 5490 |  |  |
|  | 170102 |                          |  |        |       |      |  |  |
|  | 170107 |                          |  |        |       |      |  |  |
|  | 170904 |                          |  |        |       |      |  |  |
|  | 170302 |                          |  | 16500  | 16500 |      |  |  |

**Tabella 14-3 Siti di approvvigionamento materiali individuati**

| ID   | Provincia     | Comune                   | Località                      | Ditta                                | Autorizzazione  | Data scadenza                   | Litotipi           | Volume autorizzato | Volume disponibile | Distanza dal cantiere | Tempo (min) |
|------|---------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|---|---------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-------------|
| CA01 | Pesaro Urbino | Piobbico                 | Gorgo a Cerbara               | INERTI SVILUPPO ITALIA S.r.l.        | Convenzione e autorizzazione Rep. 44591 – Raccolta n. 19830 del 13/07/2016,         | 08/05/2028                      | Cava di calcare    | 1.557.173          | 728.320            | 32                    | 34          |
| CA02 | Pesaro Urbino | Urbania                  | Ca' Madonna                   | INERTI SVILUPPO ITALIA S.r.l.        | Convenzione e autorizzazione Rep. 44788 – Raccolta n. 19516 del 22/09/2016          | 22/09/2026                      | Cava di calcare    | 985.029            | 304.579            | 19                    | 18          |
| CA03 | Perugia       | Perugia                  | Fraz. Vocabolo Sant'Angelo    | Cava SAN MARCO - PISELLI CAVE S.r.l. | Determinazione dirigenziale N. 12901 DEL 13/12/2019 rilasciata dalla Regione Umbria | 28/01/2030                      | Cava di calcare    | 900.000            | 600.000            | 109                   | 96          |
| CA04 | Pesaro Urbino | Fano                     | Loc. Torvo                    | C.P.M. Cave Penserini S.p.A.         | Atto n. 183 del 14/02/2014  | 14/02/2024                      | Ghiaie alluvionali | 439.000            | 180.000            | 62                    | 69          |
| CA05 | Pesaro Urbino | Montemaggiore al Metauro | Piano Di Sant'Antonio GH006   | LIM srl                              | Autorizzazione n°1 del 04/01/2011   | 07/02/2023 (in fase di rinnovo) | Ghiaie e sabbie    | 477.287            | 372.287            | 60                    | 57          |
| CA06 | Pesaro Urbino | Fano                     | Torno vecchio GH001           | LIM srl                              | Autorizzazione n°183 del 14/02/2014   | 14/02/2024                      | Ghiaie e sabbie    | 279.698            | -                  | 64                    | 38          |
| CA07 | Pesaro Urbino | San Lorenzo in Campo     | Località Mirabello GH004      | LIM srl                              | Autorizzazione n°183 del 14/02/2015   | 15/02/2024                      | Ghiaie e sabbie    | 279.699            | -                  | 71                    | 75          |
| CA08 | Pesaro Urbino | Cagli                    | Loc. Ponte Alto ROCKOLORS SRL | ROCKOLORS SRL                        | Autorizzazione n°10535 del 25/07/2017   | 25/07/2027                      | Cava di calcare    | 1.300.000          | 800.000            | 40                    | 41          |

PROGETTAZIONE ATI:

## 15. PIANO UTILIZZO TERRE

In fase di progettazione è stato redatto il Piano di Utilizzo delle Terre in accordo all'art. 9, allegato 5 del D.P.R. del 13 giugno 2017, n. 120.

Il piano di utilizzo prevede le seguenti modalità di gestione delle terre e rocce da scavo:

- Riutilizzo come sottoprodotto (*reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari, recuperi ambientali, ripristini e miglioramento ambientali, in processi produttivi in sostituzione dei materiali da cava*) – TUA Art. 184bis, DPR 120/2017 art. 4-22;
- Operazioni di recupero / rifiuto – TUA Parte IV, DPR 120/2017 art.23

Nella redazione del bilancio delle terre sono stati analizzati sia gli aspetti quantitativi, sia di qualità dei materiali di scavo.

I volumi di scavo sono stati definiti a partire dal computo metrico, ed è stato considerato l'incremento volumetrico dovuto alle lavorazioni di cantiere, distinguendo i volumi geometrici da quelli smossi.

### 15.1. VOLUMI DISPONIBILI

Nel bilancio delle materie, il calcolo dei volumi di scavo viene eseguito applicando un coefficiente di conversione volumetrica:

$$k = M_v (\text{in banco}) / M_v (\text{smosso})$$

che dia ragione del naturale aumento di volume che la terra o la roccia soggetta a scavo subisce nel processo di movimentazione.

Tabella 15-1 Stima dei volumi disponibili.

|  | Vol<br>(geom)  | coeff.vol. | Vol<br>(smosso) |
|--|----------------|------------|-----------------|
| Scotico (mc)   | 17.094         | 1.1        | 18.803          |
| Bonifica (mc)  | 68.374         | 1.2        | 82.049          |
| Scavo di sbancamento corpo stradale – Asse principale (mc)                 | 54.923         | 1.2        | 65.907          |
| Scavo di sbancamento corpo stradale – Svincolo e viabilità secondarie (mc) | 34.813         | 1.2        | 41.776          |
| Scavi in sotterraneo (mc)  | 134.507        | 1.2        | 161.408         |
| Scavi imbocchi e gallerie artificiali (mc)                                 | 26.020         | 1.2        | 31.224          |
| Scavo di sbancamento viadotti (mc)   | 4.857          | 1.2        | 5.828           |
| Scavo di sbancamento opere d'arte minori (mc)                              | 14.222         | 1.2        | 17.066          |
| Perforazioni pali/micropali (mc)   | 3.218          | 1.2        | 3.862           |
| <b>Totali (mc)</b>   | <b>358.027</b> |            | <b>427.923</b>  |

Come riportato nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** i volumi di scavo di sbancamento per la realizzazione del corpo stradale gallerie e viadotti sono stati attribuiti alle diverse litologie individuate lungo il tracciato. In funzione dell'unità litotecnica e delle indagini

**INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO – RELAZIONE TECNICA GENERALE**

eseguite lungo il tracciato sono state applicate le percentuali di riutilizzo e suddiviso il volume di scavo in materiale idoneo per la formazione dei rilevati e idoneo per ritombamenti.

|  | Prog. iniziale  | Prog. finale | Unità1 | %Unità 1 | Unità2 | %Unità 2 | Unità3 | %Unità 3 | Volume Scavo (m³) | % Riutilizzo per tratte |           | Volumi suddivisi per riutilizzo (m³) |                |
|--|---|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|-------------------|-------------------------|-----------|--------------------------------------|----------------|
|  |   |              |        |          |        |          |        |          |                   | FO                      | RITOMBAMI | FO                                   | RITOMBAMI      |
| <b>Corpo stradale</b>  |   |              |        |          |        |          |        |          |                   |                         |           |                                      |                |
| <b>Asse principale</b>   |   |              |        |          |        |          |        |          |                   |                         |           |                                      |                |
| AP.01 - Asse Principale - Tratto all'aperto dalla Progr. 0+000,00 alla Progr. 1+025,49                               | 0+000   | 1+025,49     | ama    | 100%     |        |          |        |          | 2'184             | 35%                     | 65%       | 765                                  | 1420           |
| AP.02 - Asse Principale - Tratto all'aperto dalla Progr. 1+144,00 alla Progr. 1+319,70                               | 1+144   | 1+227        | ama    | 100%     |        |          |        |          | 0                 | 35%                     | 65%       | 0                                    | 0              |
|  | 1+227   | 1+319,70     | dvc    | 100%     |        |          |        |          | 181               | 25%                     | 75%       | 45                                   | 136            |
| AP.03 - Asse Principale - Tratto all'aperto dalla Progr. 1+610,51 alla Progr. 1+710,51                               | 1+610,51  | 1+629        | ama    | 100%     |        |          |        |          | 226               | 35%                     | 65%       | 79                                   | 147            |
|  | 1+629   | 1+710,51     | dvc    | 100%     |        |          |        |          | 4788              | 25%                     | 75%       | 1'197                                | 3'591          |
| AP.04 - Asse Principale - Tratto all'aperto dalla Progr. 2+556,50 alla Progr. 4+108,55                               | 2+556,50  | 2+579,83     | dvc    | 100%     |        |          |        |          | 0                 | 25%                     | 75%       | 0                                    | 0              |
|  | 2+579,83  | 2+650        | dvc    | 85%      | FMA2   | 15%      |        |          | 6'281             | 24%                     | 76%       | 1'507                                | 4'774          |
|  | 2+649   | 2+680        | dvc    | 80%      | FMA4   | 15%      | FMA2   | 5%       | 2'175             | 24%                     | 76%       | 522                                  | 1'653          |
|  | 2+670   | 2+825        | dvc    | 100%     |        |          |        |          | 217               | 25%                     | 75%       | 54                                   | 163            |
|  | 2+825   | 3+150        | fr     | 60%      | dvc    | 40%      |        |          | 4                 | 25%                     | 75%       | 1                                    | 3              |
|  | 3+150   | 3+796        | dvc    | 100%     |        |          |        |          | 442               | 25%                     | 75%       | 111                                  | 332            |
|  | 3+796   | 4+015        | dvc    | 80%      | FMA5   | 20%      |        |          | 32'947            | 26%                     | 74%       | 8'566                                | 24'381         |
|  | 4+015   | 4+108,03     | ama    | 70%      | dvc    | 30%      |        |          | 5'476             | 33%                     | 67%       | 1'807                                | 3'669          |
| <b>Sub totale</b>  |   |              |        |          |        |          |        |          | <b>54'923</b>     |                         |           | <b>14'655</b>                        | <b>40'268</b>  |
| <b>Svincoli</b>  |   |              |        |          |        |          |        |          |                   |                         |           |                                      |                |
| SV.01 - Svincolo 01 - Rotatoria e Rami Est e Ovest   |   |              | ama    | 100%     |        |          |        |          | 1'278             | 35%                     | 65%       | 447                                  | 831            |
| <b>Sub totale</b>  |   |              |        |          |        |          |        |          | <b>1'278</b>      |                         |           | <b>447</b>                           | <b>831</b>     |
| <b>Viabilità secondarie</b>  | PERCENTUALE MEDIA CALCOLATA COMPLESSIVAMENTE DALLE QUANTITA' DELL'ASSE PRINCIPALE |              |        |          |        |          |        |          |                   |                         |           |                                      |                |
|  |   |              |        |          |        |          |        |          | 33'535            | 25%                     | 75%       | 8'384                                | 25'151         |
| <b>Sub totale</b>  |   |              |        |          |        |          |        |          | <b>33'535</b>     |                         |           | <b>8'384</b>                         | <b>25'151</b>  |
| <b>Opere d'arte maggiori</b>   |   |              |        |          |        |          |        |          |                   |                         |           |                                      |                |
| <b>Gallerie</b>  |   |              |        |          |        |          |        |          |                   |                         |           |                                      |                |
| GA.01 - Galleria Artificiale "Mercatello 1" - Imbocco est - dalla Progr. 1+319,70 alla Progr. 1+357,93               | 1+319,70  | 1+357,93     | FMA2   | 95%      | dvc    | 5%       |        |          | 5'000             | 20%                     | 80%       | 1'000                                | 4'000          |
| GN.01 - Galleria Naturale "Mercatello 1" - dalla Progr. 1+357,93 alla Progr. 1+585,71                                | 1+357,93  | 1+585,71     | FMA2   | 100%     |        |          |        |          | 23'196            | 20%                     | 80%       | 4'639                                | 18'557         |
| GA.02 - Galleria Artificiale "Mercatello 1" - Imbocco ovest - dalla Progr. 1+585,71 alla Progr. 1+610,51             | 1+585,71  | 1+610,51     | FMA2   | 90%      | ama    | 10%      |        |          | 4'220             | 22%                     | 78%       | 928                                  | 3'292          |
| GA.03 - Galleria Artificiale "Mercatello 2" - Imbocco nord-ovest - dalla Progr. Progr. 1+710,51 alla Progr. 1+747,00 | 1+710,51  | 1+747,00     | dvc    | 85%      | FMA2   | 15%      |        |          | 15'700            | 24%                     | 76%       | 3'768                                | 11'932         |
| GN.02 - Galleria Naturale "Mercatello 2" dalla Progr. 1+747,00,-- alla Progr. 2+492,50                               | 1+747,00  | 2+492,50     | FMA2   | 100%     |        |          |        |          | 111'311           | 20%                     | 80%       | 22'262                               | 89'049         |
| GA.04 - Galleria Artificiale "Mercatello 2" - Imbocco sud-est - dalla Progr. 2+492,50 alla Progr. 2+502,79           | 2+492,50  | 2+502,79     | FMA2   | 100%     |        |          |        |          | 1'100             | 20%                     | 80%       | 220                                  | 880            |
| <b>Sub totale</b>  |   |              |        |          |        |          |        |          | <b>160'527</b>    |                         |           | <b>32'818</b>                        | <b>127'709</b> |
| <b>Viadotti</b>  |   |              |        |          |        |          |        |          |                   |                         |           |                                      |                |
| VI.01 - Ponte "S. Antonio" - dalla Progr. 1+025,49 alla Progr. 1+144,00  | 1+025,49  | 1+144,00     | FMA2   | 50%      | ama    | 50%      |        |          | 1'538             | 28%                     | 72%       | 431                                  | 1'107          |
| VI.02 - Ponte "Romito" dalla Progr. 2+510,00 alla Progr. 2+579,83  | 2+510,00  | 2+579,83     | FMA2   | 60%      | dvc    | 40%      |        |          | 3'319             | 22%                     | 78%       | 730                                  | 2'589          |
| <b>Sub totale</b>  |   |              |        |          |        |          |        |          | <b>4'857</b>      |                         |           | <b>1'161</b>                         | <b>3'696</b>   |
| <b>Opere d'arte minori</b>   |   |              |        |          |        |          |        |          |                   |                         |           |                                      |                |
| Muri, tombini, sottopassi  | PERCENTUALE MEDIA CALCOLATA COMPLESSIVAMENTE DALLE QUANTITA' DELL'ASSE PRINCIPALE |              |        |          |        |          |        |          |                   |                         |           |                                      |                |
|  |   |              |        |          |        |          |        |          | 14'222            | 25%                     | 75%       | 3'555                                | 10'666         |
| <b>Sub totale</b>  |   |              |        |          |        |          |        |          | <b>14'222</b>     |                         |           | <b>3'555</b>                         | <b>10'666</b>  |
| <b>Totale</b>  |   |              |        |          |        |          |        |          | <b>269'341</b>    |                         |           | <b>61'020</b>                        | <b>208'321</b> |

Si riporta nella tabella seguente la suddivisione dei volumi di scavo complessivi.

|  | Volume geom. (mc) | % riutilizzo  |         |      |            | Volumi geom (mc) |                |               |              |
|--|-------------------|---------------|---------|------|------------|------------------|----------------|---------------|--------------|
|  |                   | RILEVATI T.Q. | RITOMB. | VEG. | NON IDONEO | RILEVATI T.Q.    | RITOMB.        | VEG.          | NON IDONEO   |
| Scotico  | 17.094            | -             | -       | 100% | -          | -                | -              | 17.094        | -            |
| Bonifica   | 68.374            | -             | -       | 100% | -          | -                | -              | 68.374        | -            |
| Scavo corpo stradale – Assi principali                 | 54.923            | 27%           | 73%     | -    | -          | 14.655           | 40.268         | -             | -            |
| Scavo corpo stradale – Svincoli e viabilità secondarie | 34.513            | 25%           | 75%     | -    | -          | 8.831            | 25.982         | -             | -            |
| Scavi in sotterraneo                                   | 134.507           | 20%           | 80%     | -    | -          | 26.901           | 107.605        | -             | -            |
| Scavi imbocchi e gallerie artificiali (mc)             | 26.020            | 23%           | 77%     | -    | -          | 5.916            | 20.104         | -             | -            |
| Scavi fondazioni viadotti                              | 4.857             | 24%           | 76%     | -    | -          | 1.161            | 3.696          | -             | -            |
| Scavi opere minori                                     | 14.222            | 25%           | 75%     | -    | -          | 3.555            | 10.666         | -             | -            |
| Perforazioni   | 3.218             | -             | -       | -    | 100%       | -                | -              | -             | 3.218        |
| <b>Totale</b>  | <b>348.536</b>    |               |         |      |            | <b>61.020</b>    | <b>208.321</b> | <b>85.468</b> | <b>3.218</b> |

## 15.2. FABBISOGNI

I fabbisogno di materiali e la sintesi del bilancio terre sono riassunti nella tabella seguente:

|               |  | Volume fabbisogno (mc) | Da scavi (mc) | Fornitura (mc) |
|---------------|--|------------------------|---------------|----------------|
| RILEVATI T.Q. | Materiali per preparazione piano di posa dei rilevati stradali (riempimento scotico) | 17.094                 | -             | 17.094         |
|               | Materiali per rilevati stradali (bonifica + rilevati)                                | 347.595                | 61.020        | 286.575        |
|               | Materiali per rilevati stradali (riempimento A.R.)                                   | 8.307                  | -             | 8.307          |
| RITOMB.       | Materiali per riempimenti e ritombamenti   | 16.640                 | 16.640        | -              |
| VEG.          | Terreno vegetale (scarpate stradali e sist.ambientali)                               | 16.564                 | 16.564        | -              |
| <b>Totale</b> |  | <b>406.199</b>         | <b>94.224</b> | <b>311.975</b> |

### 15.3. BILANCIO DELLE MATERIE

In sintesi il materiale proveniente dagli scavi sarà riutilizzato in cantiere per un volume complessivo di 94.2000 mc circa, costituito da 61.000 mc circa riutilizzati per la formazione dei rilevati, 16.600 mc circa per riempimenti e ritombamenti e circa 16.600 mc di terreno vegetale.

Il volume di materiale da rilevato da fornire da cava di prestito è pari a circa 312.000 mc, da utilizzare per le operazioni di preparazione del piano di posa e per la formazione di una parte del rilevato stradale.

Per i volumi di esubero si riporta nella tabella seguente il dettaglio:

|  | <b>Volume disponibile (mc)</b> | <b>Volumi riutilizzati in cantiere (mc)</b> | <b>Esuero (mc geom.)</b> |
|--|--------------------------------|---|--------------------------|
| Idoneo per rilevati                      | 61.020                         | 61.020                                      | -                        |
| Idoneo per ritombamenti e rimodellamenti | 208.321                        | 16.640                                      | 191.682                  |
| Terreno vegetale                         | 85.468                         | 16.564                                      | 68.903                   |
| Perforazioni                             | 3.218                          | -   | 3.218                    |
| <b>Totali</b>                            | <b>358.027</b>                 | <b>94.224</b>                               | <b>263.803</b>           |

Il volume complessivo di materiali in esubero da smaltire presso impianti di recupero e/o siti di smaltimento definitivo è pari a circa 265.000 mc (volume geometrico), che corrisponde a circa ad un volume smosso di circa 530.000 t.

## 16. MONITORAGGIO GEOTECNICO – STRUTTURALE

### 16.1. MONITORAGGIO GEOTECNICO

Il progetto comprende il piano di Monitoraggio geotecnico-strutturale, redatto in accordo alle “Linee Guida ANAS per il Monitoraggio Geotecnico” e del paragr. 6.2.6 del DM 17/01/2018, ha lo scopo di verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e i comportamenti osservati e di controllare la funzionalità dei manufatti nel tempo, mediante la misura di grandezze fisiche significative, prima durante e dopo la costruzione del manufatto.

Il sistema di monitoraggio è stato definito in modo da poter fornire gli elementi necessari ad una corretta valutazione in corso d’opera, al fine di poter intervenire con eventuali azioni correttive da adottare qualora ci si discosti dalle previsioni progettuali, in termini di comportamento delle nuove strutture.

Il monitoraggio comprende il controllo delle:

- Strutture: paratie, rivestimento provvisorio e definitivo delle gallerie, muri, viadotti;
- Terreno: piano campagna, corpi di frana, fronti di scavo.

Gli strumenti di monitoraggio dovranno essere installati:

- all’esterno, almeno tre mesi prima dell’inizio dei lavori, in modo da poter acquisire un numero di dati significativi ai fini della valutazione della situazione “ante-operam”;
- all’interno delle parti componenti l’opera, durante le fasi realizzative.

PROGETTAZIONE ATI:

Il piano di monitoraggio prevede l'installazione di strumenti topografici e geotecnici posizionati nelle posizioni ritenute significative, almeno tre mesi prima dell'inizio dei lavori, laddove significativo in funzione dell'opera.

## 16.2. SISTEMA DI MONITORAGGIO STRUTTURALE VIADOTTI

È previsto un sistema di monitoraggio al fine di caratterizzare lo stato tensionale e le deformazioni dei viadotti S. Antonio e Romito.

Il sistema di monitoraggio prevede una serie di sensori installati sull'impalcato, su pile e sulle sottostrutture. I sensori sono di diversi tipi e variano in funzione della grandezza e dell'elemento strutturale da monitorare.

Nello specifico vengono impiegati:

- Stazione meteo (SM) per valutazione delle caratteristiche di temperatura, umidità e vento;
- Sensore temperatura superficiale ( $\Delta S$ ) per la determinazione delle temperature superficiali degli elementi strutturali;
- Trasduttori di spostamento relativo per la valutazione di spostamenti degli elementi strutturali dovuti ad azioni di esercizio e azioni sismiche;
- Estensimetro per la valutazione deformazioni degli elementi strutturali dovuti ad azioni di esercizio e azioni sismiche;

Completano l'architettura del sistema di monitoraggio le seguenti apparecchiature:

- Pannello solare di alimentazione apparecchiature;
- Cablaggio rete.

I sensori sono disposti in numero e tipologia tale da garantire una dettagliata "visione" del comportamento strutturale delle opere.

Il posizionamento dei sensori segue i seguenti criteri:

- Sensori di deformazione: si posizionano in corrispondenza di zone maggiormente sollecitate e/o potenzialmente soggette a danneggiamento per fatica (Es. giunti saldati tra conci);
- Sensori di spostamento e temperatura: sono posizionati in prossimità di appoggi e giunti in modo da monitorare nel dettaglio la risposta alle variazioni termiche;

I sensori sono collegati via cavo a un sistema di acquisizione dati costituito da un *data logger* statico e i dati registrati vengono trasferiti in rete mediante piattaforma web di nuova generazione e processati mediante software che restituisce facili tabulati di lettura.

Il collegamento dei sensori alla struttura è effettuato mediante adesivi strutturali e le uniche operazioni di manutenzione (ridotta al minimo) consistono nel controllo periodico e nella sostituzione di componenti mal funzionanti oppure guasti.

Per i viadotti è prevista una sola lettura iniziale, ovvero la lettura di zero effettuata al momento dell'installazione. A seguito della lettura zero sono previste letture della strumentazione con cadenza prestabilita nelle seguenti fasi:

- Dal termine della singola opera fino alla conclusione dei lavori dell'intera infrastruttura;
- Per i 12 mesi successivi al termine di realizzazione dell'intera infrastruttura."

### Monitoraggio Spalle

Il sistema di sensori installati in corrispondenza delle spalle ha come principale obiettivo la misura degli spostamenti relativi tra spalla e impalcato; le quantità misurate possono essere poi correlate con quanto rilevato dai sensori ubicati sull'impalcato e sulle altre sottostrutture per avere informazioni più dettagliate sul comportamento dell'opera.

Le misure di rotazione delle spalle ed il monitoraggio strutturale dei pali di fondazione sono già inclusi nel sistema di monitoraggio geotecnico dell'opera.

PROGETTAZIONE ATI:

Per ciascuna è previsto l'impiego dei seguenti sensori:

- Trasduttore spostamento relativo tra impalcato e spalla (in corrispondenza degli appoggi di impalcato) per direzione x e direzione y
- Pannello solare per alimentazione (solo su una spalla)

In corrispondenza di una delle due spalle sarà inoltre ubicato il sistema di acquisizione e trasmissione dati.

#### Monitoraggio Impalcato

Il monitoraggio dell'impalcato viene effettuato mediante le seguenti attività:

- Controllo dello stato tensionale negli elementi strutturali principali (travi);
- Misura delle deformazioni per effetto dei carichi di esercizio (carichi mobili, temperatura, ecc);

La principale finalità del monitoraggio dell'impalcato, oltre al controllo della rispondenza dell'as-built alle previsioni di progetto, è l'individuazione di eventuali fenomeni di danneggiamento (lesioni a fatica, corrosione, sovraccarico, ecc.) in atto e anche segnalare problematiche legate al mal funzionamento dei dispositivi di appoggio o dei giunti. Inoltre, un'analisi raffinata dei risultati ottenuti in termini di tensioni agenti nei materiali, potrebbe dare anche utili informazioni sullo sfruttamento delle opere per stimarne la vita utile a fatica o pianificare apposite ispezioni approfondite o interventi di manutenzione.

Per il monitoraggio dello stato tenso-deformativo dell'impalcato è prevista l'installazione di estensimetri e trasduttori di spostamento in modo tale da determinare tensioni e deformazioni nei principali elementi strutturali ed in corrispondenza degli apparecchi d'appoggio.

Per l'impalcato è previsto l'impiego dei seguenti sensori:

- Coppia di estensimetri: applicati alle travi principali (le 2 di bordo, nel caso di impalcato a più travi) e ubicati in mezzeria (piattabanda superiore e inferiore) ed in prossimità dell'appoggio (piattabanda superiore e inferiore) su tutte le campate;
- 1 Sensore di temperatura superficiale applicato alla travata metallica in zona ombreggiata.

#### Monitoraggio Pile

Il monitoraggio delle pile ha come obiettivo primario la misura degli spostamenti relativi tra pila e impalcato per segnalare eventuali anomalie dovute ad esempio a mal funzionamenti degli appoggi. Tali misure sono complementari a quelle previste nell'ambito del monitoraggio geotecnico delle sottostrutture.

Per le pile è prevista l'installazione dei seguenti sensori:

- Trasduttori di spostamento (solo per traslazioni trasversali rispetto all'asse ponte, y): sul pulvino di tutte le pile;
- Stazione meteo (solo su una pila)

### **17. IMPIANTI TECNOLOGICI**

Gli impianti considerati sono:

- Alimentazione elettrica di tutte le utenze;
- Illuminazione esterna degli svincoli;
- Impianto di illuminazione in tutte le gallerie;
- Impianto di illuminazione di riserva in tutte le gallerie;
- Impianto di illuminazione di evacuazione;
- Stazioni di emergenza (SOS);
- Erogazione idrica antincendio;
- Sistema di videosorveglianza;
- Sistema di rivelazione incendi;
- Dorsale in fibra ottica e predisposizione "Smart Road"

PROGETTAZIONE ATI:

- Segnaletica stradale luminosa;
- Sistema di telecontrollo, automazione e supervisione
- Pannelli a messaggio variabile

L'allestimento impiantistico delle gallerie della tratta stradale in oggetto è stato selezionato in base all'esigenza prioritaria di dotarle di sistemi che permettano di raggiungere uno standard di sicurezza soddisfacente; per questo motivo, il presente progetto prevede la realizzazione di opere finalizzate a:

- assicurare un'elevata affidabilità degli impianti, con impiego di apparecchiature elettriche ed elettroniche tecnologicamente all'avanguardia;
- standardizzare quanto più possibile la tipologia delle apparecchiature previste, al fine di ottimizzare l'esercizio e la manutenzione;
- indicare la possibilità di fuga agli utenti in caso di incendio in galleria;
- assicurare un importante livello di disponibilità della distribuzione di energia elettrica, garantendo il funzionamento degli impianti essenziali anche in caso di interruzione della rete di alimentazione pubblica;
- rendere sicure ed affidabili le comunicazioni tra gli utenti in panne, rifugiati nei luoghi sicuri temporanei e la Centrale di Supervisione di tratta;
- garantire un buon livello di comfort di guida agli utenti stradali;
- limitare, compatibilmente con i punti su richiamati, l'onere economico di primo impianto, di manutenzione e di esercizio.

L'alimentazione degli impianti delle gallerie sarà gestita all'interno di locali tecnici costituiti da edifici prefabbricati. Le gallerie sono alimentate tramite la rete pubblica di media tensione; le relative cabine elettriche MT/bt saranno costituiti da locali separati destinati a: locale distributore (Enel), locale misure, locale quadri MT e trasformatori, locale quadri BT e gruppi statici di continuità (UPS), locale per il gruppo elettrogeno, locale apparecchiature per il telecontrollo.

La trasformazione in BT sarà effettuata con impiego di trasformatori 400V trifase con neutro. I trasformatori MT/BT avranno potenza nominale di 400 kVA e saranno isolati in resina, con collegamento primario a  $\Delta$  e secondario a Y; il centro-stella dei trasformatori sarà collegato francamente a terra per una distribuzione con sistema TN-S

I gruppi elettrogeni, destinati all'alimentazione della rete di emergenza, saranno della potenza nominale di 400 kVA ed installati all'interno delle cabine elettriche in appositi locali di ricovero, compartimentati REI120.

All'interno dei locali tecnici sono previsti gli UPS necessari a garantire una continuità di servizio alle utenze sottese alla rete di sicurezza; per loro costruzione, avranno la qualifica di soccorritori. Gli UPS saranno dotati di batterie sufficienti a garantire un'autonomia minima di 30 minuti. Considerata l'entità dei carichi sottesi alla rete di sicurezza, la grandezza dell' UPS sarà di 60 kVA nella cabina a servizio delle gallerie 1 e 2

I cavi elettrici d'alimentazione e distribuzione dell'energia in bassa tensione ai diversi impianti avranno differenti caratteristiche di isolamento e di comportamento al fuoco, in base alle condizioni di posa e all'utilizzo.

Di principio, saranno impiegati i seguenti tipi di cavi elettrici:

- FG16(O)R16 per posa in tubi interrati e nei cunicoli delle cabine elettriche;
- FS17 per i collegamenti di terra all'esterno;

PROGETTAZIONE ATI:



- FG18(O)M16 per posa all'interno dei fornicci per circuiti non di sicurezza o emergenza;
- FTG18(O)M16 per le dorsali d'alimentazione delle utenze di emergenza e sicurezza in galleria;
- FG18(O)M16 e FG17 per le derivazioni alle utenze in galleria; quest'ultimo è adottato anche per i collegamenti di terra in galleria;
- FG16OH2M16 per la trasmissione di segnali.
- ARG16R16 Per la distribuzione dell'alimentazione elettrica dello svincolo dal quadro illuminazione alle utenze

Le vie cavi previste all'interno del presente progetto saranno le seguenti:

- tubi in PeAD interrati all'esterno delle gallerie;
- tubi in PeAD protetti in banchine nello spazio tra il new-jersey e la parete delle gallerie;
- passerelle in acciaio inox AISI 304 con coperchio esternamente ai fornicci;
- passerelle in acciaio inox AISI 304 asolate internamente ai fornicci;
- tritubo interrati lungo tutta la tratta per i cavi a fibra ottica.

Il calcolo elettrico di dimensionamento e le caratteristiche specifiche degli elementi dell'impianto saranno poi sviluppati nell'apposita relazione tecnica e nel disciplinare.

Per l'illuminazione stradale, essa deve permettere agli automobilisti di circolare di notte con la massima sicurezza ed il comfort più elevato possibile; In base al codice della strada possiamo classificare, la strada oggetto di intervento, da cui si dipartono le rotatorie come una C: strada extraurbana principale; Per tale tipologia si può individuare come categoria illuminotecnica di riferimento la M2. Relativamente alle zone di conflitto presenti sulla E78 che necessitano di illuminazione, come le rotatorie, nel caso di strade non illuminate, la norma indica come categoria di progetto la stessa categoria di riferimento utilizzata per la strada con la categoria più elevata. L'analisi di progetti ANAS, relativi a situazione del genere, denota comunque la tendenza a diminuire la classe di riferimento di un livello, in base all'analisi dei rischi. Per tale motivo la categoria di progetto adottata risulterà essere la M3. E' bene sottolineare che la categoria di progetto M3 fa riferimento ad un calcolo in luminanza. Non essendo però possibile per le zone di conflitto, oggetto di intervento, effettuare un calcolo in luminanza, la norma fornisce una tabella comparativa tra luminanze ed illuminamenti, per cui il calcolo verrà effettuato considerando una categoria di progetto C3.

I requisiti di quantità e qualità dell'illuminazione stradale sono indicati dalla Norma UNI EN 13201-2; essi sono espressi in termini di livello ed uniformità di luminanza/illuminamento del manto stradale, illuminazione dei bordi della carreggiata, limitazione dell'abbagliamento, uniformità. Le prescrizioni ivi formulate sono quelle minime per manti asciutti; tuttavia, se l'impianto soddisfa tali condizioni, la sicurezza della circolazione risulta ragionevolmente soddisfacente anche in condizioni di pioggia. Le prestazioni richieste per ciascuna categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio sono riassunte nella seguente tabella:

| Area di calcolo  | Categoria illuminotecnica | Illuminamento | Uniformità generale |
|------------------|---------------------------|---------------|---------------------|
| rampa di accesso | C3                        | 15 lux        | 0,4                 |

La categoria equivalente in luminanza per il calcolo di riferimento è riportata nella seguente tabella.

| Area di calcolo  | Categoria illuminotecnica | Luminanza              | Uniformità longitudinale | Uniformità generale | Abbagliamento |
|------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|---------------|
| Rampa di accesso | M3                        | 1,00 cd/m <sup>2</sup> | 0,6                      | 0,4                 | 10 %          |

Il progetto, per ridurre il flusso disperso, prevede l'adozione di apparecchi di illuminazione con emissione massima a 90° non superiore a 0 cd/klm

L'impianto di illuminazione della rotatoria sarà del tipo laterale con apparecchi di illuminazione a LED con potenza pari a 41 W, delle caratteristiche indicate negli elaborati grafici e nelle relazioni di calcolo, disposti ad interdistanza variabile. Tutti gli apparecchi di illuminazione, dotati di driver DALI con ingresso di alimentazione 230V.

Per quanto riguarda l'illuminazione delle gallerie, sarà di due tipi, ordinaria e di riserva. L'illuminazione permanente è realizzata mediante una fila di proiettori LED, in classe II ad ottica simmetrica, installati sotto la passerella portacavi mediante staffa con aggancio rapido a clip ad altezza di 7.00 m dal piano stradale. Questi apparecchi, della potenza di 50 W, flusso luminoso emesso di 7.100 lm e temperatura di colore 4.000 K, sono disposti a interdistanza di 9 m. Il concetto di illuminazione di rinforzo in controflusso si basa sull'impiego di apparecchi illuminanti con ottica controflusso; nel caso specifico, saranno utilizzati proiettori a LED in classe II con temperatura di colore 4.000 K. L'illuminazione di emergenza (o di riserva) deve consentire un regolare deflusso dei veicoli presenti all'interno della galleria in caso di fuori servizio dell'alimentazione elettrica ordinaria. Le caratteristiche tecniche dei corpi illuminanti dell'illuminazione di riserva sono le stesse della illuminazione ordinaria.

Infine deve essere prevista l'illuminazione di EVACUAZIONE che deve consentire la messa in sicurezza degli utenti attraverso le vie di fuga, ovvero l'individuazione da parte degli utenti e degli addetti al soccorso delle dotazioni per la sicurezza antincendio e le stazioni di emergenza. All'interno della galleria deve essere previsto, sul solo lato dove sono presenti le uscite di sicurezza verso l'esterno, una illuminazione tale da garantire un livello di illuminamento minimo su un piano orizzontale ad 1 m di altezza dal piano di calpestio pari a:

- 5 lux in corrispondenza degli accessi alle vie di fuga,
- 2 lux nei rimanenti tratti delle vie di esodo.

Il calcolo illuminotecnico di dimensionamento e le caratteristiche specifiche degli elementi dell'impianto saranno poi sviluppati nell'apposita relazione tecnica e nel disciplinare.

In merito alla dotazione antincendio, al fine di combattere efficacemente l'eventuale insorgere di incendi all'interno delle gallerie di lunghezza superiore a 500 m, sarà realizzato per la galleria di 800 metri un impianto di spegnimento incendi fisso ad acqua costituito da idranti UNI 45 e UNI 70, alimentati mediante una rete di distribuzione idrica ad unico anello, realizzata mediante tubazioni in polietilene PE 100 PFA 16.

L'impianto è composto da:

- vasca di riserva idrica con capacità pari ad almeno 100 m<sup>3</sup>, dimensionata al fine di garantire un'autonomia per più di 2 ore di erogazione;
- gruppo di pressurizzazione composto da una elettropompa principale di spinta e da una motopompa secondaria;
- elettropompa pilota;

PROGETTAZIONE ATI:

- rete di distribuzione a maglia costituita da una tubazione PeAD, con giunti a manicotto, alloggiata al di sotto dei marciapiedi della carreggiata;
- idranti UNI45 in galleria e UNI 70 agli imbocchi e in coincidenza delle piazzole di sosta interne alle gallerie;
- attacchi autopompa VVF;
- saracinesche di intercettazione.

L'impianto è stato dimensionato considerando una contemporaneità di n° 4 idranti UNI 45 e un idrante UNI 70, per una portata complessiva di 780 l/min, in ottemperanza a quanto indicato nelle Linee guida di ANAS per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali.

Il calcolo idrico di dimensionamento e le caratteristiche specifiche degli elementi dell'impianto sono sviluppati nell'apposita relazione tecnica e nel disciplinare.

Per quanto riguarda le caratteristiche degli altri impianti (sistema di videocontrollo, impianto di segnaletica luminosa, sistema di rilevazione incendi, controllo automazione e supervisione), esse saranno esplicitate nel dettaglio nella relazione tecnica, nel disciplinare e nelle tavole relative.

#### **18. COSTI DI REALIZZAZIONE DELL'OPERA**

In accordo con gli standard e le procedure vigenti in ANAS per la definizione dei costi sono stati sviluppati i computi utilizzando l'Elenco Prezzi ANAS 2022 rev.2. Lo stesso elenco prezzi è stato utilizzato anche per la Stima dei Costi della Sicurezza. Per i dettagli si rinvia al Computo Metrico Estimativo (T00CM00CMSEC01) ed alla Stima dei Costi della Sicurezza (T00SI00SICRE02).