



AUTOSTRADA A1 MILANO–NAPOLI - LOTTI 6-7: OPERE PREVAM

Progetto Esecutivo

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

**SPEA ENGINEERING S.p.A.**

## **AUTOSTRADA A1: MILANO – NAPOLI**

**ADEGUAMENTO DEL TRATTO DI ATTRAVERSAMENTO APPENNINICO  
TRA SASSO MARCONI E BARBERINO DI MUGELLO**

**LOTTI 6-7: OPERE PREVAM**

**TRATTA: LA QUERCIA – BADIA NUOVA**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA**

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>7</b>
1.1 ITER APPROVATIVO	7
1.2 IL TAVOLO TECNICO E LA RIDEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI	8
1.3 IL PROGETTO ESECUTIVO	11
<b>2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE</b>	<b>13</b>
<b>3. GEOLOGIA</b>	<b>14</b>
3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	14
3.2 STRATIGRAFIA	17
3.2.1 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO –VS 19	17
3.2.2 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO - VS8	21
3.2.3 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO - MF4	22
3.2.4 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO - MF5	24
3.2.5 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO - MF6	27
<b>4. SISMICITÀ</b>	<b>31</b>
4.1 INQUADRAMENTO SISMICO	31
4.2 STRATEGIA PROGETTUALE	31
4.3 ACCELERAZIONI ORIZZONTALI DA NORMATIVA	31
4.4 DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO	33
4.5 STABILITÀ DEL SITO NEI CONFRONTI DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE	34
<b>5. GEOTECNICA</b>	<b>35</b>
5.1 VIABILITÀ VS8	35
5.2 VIABILITÀ VS19	36
5.3 MOVIMENTI FRANOSI	37
<b>6. IDROLOGIA E IDRAULICA</b>	<b>40</b>
6.1 GENERALITÀ	40
6.2 AUTORITÀ DI BACINO	40
6.3 IDROGRAFIA	40
6.4 IDROLOGIA	41
6.5 INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA	44

6.6	DRENAGGIO DELLE VIABILITÀ	44
-----	---------------------------	----

<b>7.</b>	<b>OPERE TECNOLOGICHE</b>	<b>45</b>
-----------	---------------------------	-----------

7.1	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA	45
-----	-----------------------------------	----

7.2	DISTRIBUZIONE ELETTRICA	46
-----	-------------------------	----

<b>8.</b>	<b>ARCHEOLOGIA</b>	<b>48</b>
-----------	--------------------	-----------

<b>9.</b>	<b>L'INFRASTRUTTURA IN PROGETTO</b>	<b>49</b>
-----------	-------------------------------------	-----------

9.1	VS19 COLLEGAMENTO BADIA NUOVA - SPARVO	49
-----	--	----

9.1.1	IL PROGETTO STRADALE	49
-------	----------------------	----

9.1.2	OPERE COMPLEMENTARI	54
-------	---------------------	----

9.1.3	OPERE D'ARTE MINORI	64
-------	---------------------	----

9.1.4	INTERFERENZE IDROGRAFICHE	72
-------	---------------------------	----

9.2	VS08 CA'NOVA-SERRUCCE	73
-----	-----------------------	----

9.2.1	IL PROGETTO STRADALE	73
-------	----------------------	----

9.2.2	OPERE COMPLEMENTARI	79
-------	---------------------	----

9.2.3	DEMOLIZIONE VIADOTTO BANZOLE – A1 DISMESSA	92
-------	--	----

9.2.4	PONTE SU CONTRAFFORTI	97
-------	-----------------------	----

9.2.5	OPERE D'ARTE MINORI	98
-------	---------------------	----

9.3	VS08: CA'NOVA-CA'BRUSORI	111
-----	--------------------------	-----

9.3.1	IL PROGETTO STRADALE	111
-------	----------------------	-----

9.3.2	OPERE COMPLEMENTARI	117
-------	---------------------	-----

9.3.3	OPERE D'ARTE MINORI	130
-------	---------------------	-----

9.3.4	OPERE IDRAULICHE	131
-------	------------------	-----

9.3.5	OPERE DI DRENAGGIO	133
-------	--------------------	-----

9.3.6	DEMOLIZIONE FABBRICATI	133
-------	------------------------	-----

9.4	MOVIMENTO FRANOSO M4	137
-----	----------------------	-----

9.4.1	INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO	137
-------	-----------------------------------	-----

9.4.2	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	138
-------	--	-----

9.4.3	MONITORAGGIO GEOTECNICO	141
-------	-------------------------	-----

9.5	MOVIMENTO FRANOSO M5	142
-----	----------------------	-----

9.5.1	INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO	142
-------	-----------------------------------	-----

9.5.2	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	143
-------	--	-----

9.5.3	MONITORAGGIO GEOTECNICO	146
-------	-------------------------	-----

9.6	MOVIMENTO FRANOSO M6	147
-----	----------------------	-----

9.6.1	INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO	147
-------	-----------------------------------	-----

9.6.2	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO	149
9.6.3	MONITORAGGIO GEOTECNICO	152
9.7	AREA PARCHEGGIO BADIA NUOVA	152
9.8	REALIZZAZIONE MARCIAPIEDI LOCALITA' PIAN DEL VOGLIO	155
9.9	AREA PARCHEGGIO LOCALITÀ MONTEFREDENTE	159
9.10	AREA PARCO LOCALITÀ MONTEFREDENTE	161
9.11	INTERVENTI PUNTUALI SULLA S.C. PREDIERA-SPARVO	164
9.11.1	INTERVENTO N°1	165
9.11.2	INTERVENTO N°2	172
9.11.3	BARRIERE DI SICUREZZA	176
9.12	RECUPERO AMBIENTALE OPERE DI CANTIERIZZAZIONE VARIANTE DI VALICO LOTTI 6/7	179
9.12.1	PERCORSO PEDONALE P1 E RINATURALIZZAZIONI (VS19 e VS6)	179
9.12.2	PERCORSO PEDONALE P2 E RINATURALIZZAZIONI (VS8)	189
9.12.3	RIPRISTINO AREA DI CANTIERE CA' NOVA, MOLINO DI SETTA e SPARVO195	
9.12.4	DEMOLIZIONE E RINVERDIMENTO VIABILITA' DI CANTIERE VS6-PISTA198	
<b>10.</b>	<b>CANTIERIZZAZIONE</b>	<b>200</b>
10.1	AREE DI CANTIERE	201
10.2	DURATA DEI LAVORI	204
<b>11.</b>	<b>GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO E DEI RIFIUTI</b>	<b>205</b>
11.1	Caratterizzazione e classificazione	206
11.1.1	Sintesi degli esiti analitici di laboratorio	208
11.2	Caratterizzazione di verifica in corso d'opera o finale	210
11.3	Bilancio delle terre	210
11.4	Deposito delle terre	213
11.4.1	Aree di deposito in attesa di riutilizzo	213
11.4.2	Prescrizioni per il deposito del terreno vegetale	214
11.5	Produzione di rifiuti	215
11.5.1	Disposizioni generali per la gestione dei materiali da smaltire a scarica od ad impianti di recupero	216
<b>12.</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE</b>	<b>218</b>
12.1	ESPROPRI	218
12.2	INTERFERENZE	218
12.3	BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI	218

12.4	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	219
12.5	IMPERVISTI, ACCORDI BONARI, PROVE E SPESE GENERALI	219
<b>13.</b>	<b>APPENDICE:</b>	<b>222</b>
13.1	BARRIERE DI SICUREZZA	222
13.1.1	CALCOLO DELLA PROFONDITÀ DI INFISSIONE DEI PALETTI DELLE BARRIERE BORDO LATERALE	222
13.1.2	VERIFICA DI STABILITÀ TRASVERSALE DEL MEZZO IN SVIO	226

## **1. PREMESSA**

Oggetto della presente relazione è la progettazione esecutiva delle opere integrative PREVAM (Progetto di Restauro e valorizzazione Ambientale), afferenti alla tratta "La Quercia-Badia Nuova" della Variante di Valico, denominata Lotti 6-7, inserita nel più ampio progetto di potenziamento dell'autostrada A1 tra Bologna e Firenze (Variante di Valico).

I lotti summenzionati ricadono in Regione Emilia Romagna, in Provincia di Bologna, nei Comuni di Castiglione dei Pepoli e San Benedetto Val di Sambro.

### **1.1 ITER APPROVATIVO**

Gli interventi afferenti alle opere PREVAM relative ai lotti 6/7 della Variante di Valico, già assentiti con provvedimento del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 1395 del 19.11.2001, sono stati confermati dalla Delibera della Regione Emilia Romagna n.1222/2005 (che recepisce le prescrizioni indicate nella Delibera del Consiglio Comunale di San Benedetto Val di Sambro n.66 del 21.07.05 e nella Delibera del Consiglio Comunale di Castiglione dei Pepoli n. 49 del 18.07.05) assunta agli atti della CdS dei Lotti 6-7, conclusasi con provvedimento finale DICOTER n.1123 del 19.09.05.

Gli interventi individuati dalle delibere sopra menzionate furono oggetto di una progettazione definitiva nel corso degli anni 2006-2007.

Allungatisi i tempi dei lavori autostradali ed essendo nel corso del tempo intervenute importanti modifiche nelle condizioni al contorno e nel territorio interessato dalle opere, Autostrade per l'Italia SpA ha aggiornato la progettazione nel 2015/2016 e con nota n.3190/EU dell'11/02/2016 ha chiesto al Ministero delle infrastrutture e dei trasporti l'espletamento delle procedure previste dal DPR n. 383 18/04/1994, precisando inoltre di aver provveduto alla comunicazione di avvio del procedimento preordinato all'esproprio a partire dal 27/01/2016.

La Direzione generale per la vigilanza sulle concessionarie autostradali (DGVCA) ha rilasciato con prot.3377 del 02/03/2016 la Validazione tecnica con prescrizioni da recepirsi nel progetto esecutivo.

Il MIT con nota prot. 4677 del 16/05/2016 ha chiesto alla Regione ER di pronunciarsi in merito all'acceratmento della conformità urbanistica, ma non essendo intervenuta nei tempi l'Intesa Stato-Regione , con nota prot. 7138 del 22/07/2016 ha convocato la Conferenza di Servizi, svoltasi nelle sedute del 14/09/2016, 04/11/2016 e 19/04/2017.

Nel corso della Conferenza l'Autorità di Bacino del fiume Reno ha chiesto ad ASPI di predisporre della documentazione integrativa sugli interventi VS8 e VS19, con specifiche analisi volte a

dimostrare che la realizzazione delle infrastrutture in parola non avrebbero introdotto un aumento significativo delle condizioni generali di rischio dei versanti attraversati, e a seguito degli approfondimenti di ASPI ha espresso parere non favorevole con nota 1235/2016 del 3/11/2016.

La Regione ER ha formulato la proposta di individuare tracciati alternativi per la viabilità VS19 e il Comune di Castiglione dei Pepoli ha richiesto approfondimenti in merito ad un diverso utilizzo delle risorse previste per il medesimo intervento.

A seguito della seconda seduta è stato costituito un Tavolo tecnico, incaricato di operare gli approfondimenti ritenuti necessari e in particolare l'Analisi di rischio richiesta dall'Autorità di Bacino del Reno, e contemporaneamente il MIBACT, con nota 9188 del 4/11/2016, ha comunicato di subordinare l'espressione del proprio parere all'esito della verifica preventiva dell'interesse archeologico e all'acquisizione della Relazione paesaggistica redatta da ASPI.

Sulla base delle risultanze dell'attività del Tavolo tecnico, per le quali si rimanda al paragrafo successivo, e a seguito di una specifica Analisi di Rischio, il Distretto idrografico del fiume Po (subentrato all'Autorità di Bacino) con nota prot.1769/11 del 28/03/2017 esprime parere favorevole in merito all'intervento VS19, dichiarando l'opera compatibile con la pianificazione di bacino, fermo restando il rispetto delle specifiche condizioni emerse dai lavori del Tavolo.

Con nota 7689 del 3/04/2017 il MIBACT ha dichiarato di non rilevare elementi ostativi alla realizzazione delle opere, confermando tuttavia il rischio archeologico e riportando in sintesi il complesso di sondaggi da eseguire e, in riferimento agli aspetti paesaggistici, sulla base della relazione redatta da ASPI, riservandosi di effettuare verifiche più approfondite nell'ambito delle procedure autorizzative da parte dei Comuni interessati, propedeutiche all'emissione della Delibera di Giunta Regionale.

A seguito del rilascio da parte dei Comuni delle necessarie autorizzazioni paesaggistiche ai sensi dell'art. 146 del D.lgs 42/2004, la Giunta Regionale con Delibera n.1590 del 23/10/2017 ha espresso l'assenso all'intesa di cui al DPR n.383/1994.

In definitiva con nota prot.14383 del 28/12/2017 Il MIT ha decretato il perfezionamento dell'intesa Stato-Regione.

## **1.2 IL TAVOLO TECNICO E LA RIDEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI**

Essendo nel corso del tempo intervenute importanti modifiche nelle condizioni al contorno e nel territorio interessato dalle opere, oltre a nuove e differenti richieste da parte degli Enti territoriali, lo scopo del Tavolo Tecnico è stato di addivenire ad un accordo condiviso circa la

soluzione finale degli interventi da realizzare, ricalibrandoli sulle attuali e reali esigenze del territorio.

Si segnala innanzitutto che l'intervento di stabilizzazione del versante interessato dal Movimento Franoso MF7, in comune di Castiglione dei Pepoli, è stato stralciato dal presente progetto: infatti esso è stato ridefinito nell'intervento di ricostruzione di un tratto di circa 200 m della S.C. Prediera-Sparvo, che all'inizio del 2014 ha subito un importante movimento nell'area interessata da fenomeni di instabilità di versante. Per tale intervento è stata attivata direttamente la progettazione esecutiva, seguendo un iter separato, con la finalità di abbreviare le tempistiche di approvazione del progetto (in quanto intervento di somma urgenza) e di realizzazione delle opere.

Per tutti gli altri interventi, a causa dell'evoluzione naturale rilevata sui versanti interessati dalle opere si è optato per una attualizzazione delle progettazioni, ridefinendone le filosofie di approccio.

Per quanto riguarda gli interventi sui versanti interessati dai movimenti franosi si è operata la scelta di proporre interventi volti alla riduzione della fragilità del territorio nei confronti del rischio frana e al presidio di punti sensibili preesistenti sul territorio (edifici, strade, ecc.). Nel corso degli incontri del Tavolo Tecnico e di sopralluoghi sulle aree interessate, sono state condivise le soluzioni proposte nel loro complesso e concordati i dettagli esecutivi di concerto con gli Enti che avrebbero dovuto esprimere parere sulle progettazioni.

In linea di principio generale, è stata condivisa la impossibilità tecnica di rendere stabili in via definitiva versanti interessati dalla presenza di frane con spessori di diverse decine di metri. In tali situazioni si è quindi optato per la sostituzione di interventi profondi con interventi di profondità media o superficiali da un lato, ed interventi di prevenzione dei fenomeni erosivi dall'altro. Per questi versanti sono stati quindi studiati interventi che combinano la presenza di edicole drenanti e di trincee drenanti, con lo scopo di captare acque nel sottosuolo e di ridurre le pressioni interstiziali, con interventi di rimodellamento morfologico superficiale, nelle zone caratterizzate dalla presenza di contropendenze nel terreno, finalizzate ad evitare il ristagno di acque meteoriche, e con la realizzazione di un reticolo idrografico superficiale in grado di convogliare le acque in direzione di corsi d'acqua minori, fino al torrente Setta, sito al piede dei versanti. In prossimità delle sponde del torrente Setta è inoltre prevista la realizzazione di tratti di scogliera in massi, laddove sono stati rilevati importanti fenomeni erosivi.

Per quanto riguarda gli interventi relativi alle viabilità, sono state condotti studi preliminari di alternative progettuali sia per accogliere le richieste degli Enti Locali sia per minimizzare l'impatto delle opere sul territorio.

I tracciati delle viabilità in progetto insistono su versanti caratterizzati dalla presenza di numerosi fenomeni di dissesto, rappresentati nelle cartografie geologiche-geomorfologiche come frane attive e quiescenti, generalmente note e riportate anche nelle cartografie ufficiali. La realizzazione delle campagne di studio e di monitoraggio effettuate per lo scavo delle gallerie Sparvo e Val di Sambro della Variante di Valico anche in tempi recenti, hanno consentito l'acquisizione di una conoscenza approfondita dei materiali in sito e delle caratteristiche dei versanti. La filosofia di base nello studio progettuale delle viabilità è stato quello di ridurre il più possibile l'impatto delle viabilità sui versanti, calibrando la larghezza della sezione stradale sulle effettive necessità, e cercando di minimizzare la realizzazione di opere, privilegiando nel caso di necessità opere flessibili o comunque dimensionate per poter assecondare i movimenti di versante, nel tentativo di ridurre, per quanto possibile, interventi di manutenzione del sedime stradale. Nei tratti in cui i tracciati stradali intersecano aree cartografate come frana attiva si è inoltre optato per inserire interventi di presidio attivo o passivo delle viabilità stesse.

Nel territorio del Comune di Castiglione dei Pepoli, in accoglimento della richiesta del Comune e della Regione di utilizzare come viabilità definitiva parte della viabilità di cantiere realizzata nell'ambito dei lavori di appalto dei lotti 6/7, e prevista in dismissione alla fine dei lavori, è stata studiata la realizzazione di un collegamento viabilistico tra gli abitati di Badia Nuova (in prossimità dello svincolo autostradale di nuova realizzazione) e di Castagno di Sparvo, trasformando in viabilità definitiva un tratto della viabilità di servizio VS19 e realizzando nuovi idonei tratti di raccordo.

Nel territorio del Comune di San Benedetto Val di Sambro, per la viabilità Ca' Nova – Lama del Fabbro – Serrucce, sono state fatte valutazioni finalizzate alla riduzione dell'impatto realizzativo delle opere sui versanti esistenti, a causa della presenza di numerose aree cartografate come frane attive e/o quiescenti e della interferenza del tracciato di progetto con una importante corpo di frana in prossimità della galleria Banzole, della A1.

Per la viabilità di collegamento Ca' Nova – Ca' Brusori, considerato che risulta essere la viabilità di accesso a un nucleo abitativo di ridottissime dimensioni, è stata ricalibrata la soluzione progettuale in rapporto alla funzionalità del collegamento, garantendo il più possibile il mantenimento delle opere d'arte esistenti e minimizzando l'impatto sui versanti, mediante una riduzione della sezione trasversale dell'intervento. In accoglimento della richiesta del Comune, l'intervento di riqualifica della viabilità è stato esteso anche al tratto tra la SP61 e l'abitato di Ca' Nova, aumentandone di 800 m lo sviluppo, per una estesa complessiva di intervento di 2'000 m circa.

Per quanto riguarda gli interventi di arredo urbano sono stati confermati la realizzazione di un parcheggio in località Badia Nuova e la realizzazione di marciapiedi in località Pian del Voglio. In sostituzione della realizzazione di un'area di sosta in corrispondenza della prevista Area di Deposito AD8, dal momento che tale deposito non è stato utilizzato nell'ambito della realizzazione dei lavori autostradali, sono state concordate con il Comune la realizzazione di un'area di sosta e di un'area parco in località Montefredente.

Sono invece stati stralciati, in quanto saranno oggetto di procedure separate, la sistemazione del Movimento Franoso MF8 e gli interventi di sistemazione idraulica dei rii affluenti in destra e in sinistra al Torrente Setta.

### **1.3 IL PROGETTO ESECUTIVO**

Il presente progetto sviluppa a livello della progettazione esecutiva gli interventi, così come ridefiniti negli studi preliminari condivisi e concordati con gli Enti Locali nell'ambito dei lavori del Tavolo Tecnico organizzato dalla Regione Emilia-Romagna.

Gli interventi previsti a progetto sono di seguito elencati:

- VS19 - COLLEGAMENTO BADIA NUOVA - SPARVO
- VS8 - CA'NOVA (SP.61) - SERRUCCE (SP.60)
- VS8 - CA'NOVA (SP.61) - CA' BRUSORI
- MOVIMENTO FRANOSO MF4
- MOVIMENTO FRANOSO MF5
- MOVIMENTO FRANOSO MF6
- AREA DI PARCHEGGIO LOCALITA' BADIA NUOVA
- REALIZZAZIONE MARCIAPEDI LOCALITA' PIAN DEL VOGLIO
- AREA DI PARCHEGGIO LOCALITA' MONTEFREDENTE
- AREA A PARCO LOCALITA' MONTEFREDENTE
- 2 INTERVENTI PUNTUALI S.C. PREDIERA – SPARVO
- RECUPERO AMBIENTALI OPERE DI CANTIERIZZAZIONE VARIANTE DI VALICO.

A seguito della Conferenza di Servizi, il progetto è stato aggiornato per recepire le prescrizioni ricevute ed è stato integrato, secondo le modalità concordate con gli Enti, con l'inserimento degli interventi di recupero ambientale delle opere di cantierizzazione afferenti i lotti 6/7 della Variante di Valico (viabilità di servizio e campi/cantiere), riutilizzate come cantierizzazioni per la realizzazione delle opere facenti parte del presente progetto.

Sono quindi previsti interventi di dismissione e trasformazione in percorsi pedonali delle viabilità di cantiere VS19 - VS6E - VS6P - VS6S, VS8A e VS8B per uno sviluppo, rispettivamente pari a 2120m (percorso pedonale P1) e 280m (percorso pedonale P2). Nell'ambito di tali interventi è prevista la rimozione degli strati superficiali della pavimentazione, della segnaletica, delle barriere di sicurezza ed il mantenimento di un percorso in misto granulare stabilizzato di larghezza pari a 3.00 m con risagomatura e rinaturalizzazione delle porzioni laterali e delle scarpate (inerbimento, messa a dimora di macchia arbustiva e filari di ginestre).

Al fine di ripristinare le sezioni idrauliche del torrente Setta ed il naturale deflusso delle acque e garantire il ripristino delle condizioni ante operam, verranno, inoltre, rimossi i ponti provvisori presenti ed il guado, con successiva realizzazione di opere di difesa spondale, riprofilatura delle sponde in destra e sinistra orografica del T. Setta e rinaturalizzazione delle stesse.

Sono previsti, inoltre, la dismissione dei campi di cantiere (Sparvo e Molino di Setta) e il loro successivo ripristino superficiale a misto stabilizzato granulare previa demolizione degli strati superficiali di usura, binder e base, eventuali massetti in cls, marciapiedi ed ogni tipo di opera in cls presente.

Scopo della relazione tecnico-illustrativa è descrivere gli aspetti generali degli interventi, rimandando alle relazioni specialistiche per gli approfondimenti tecnici.

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

L'intervento in oggetto si colloca, dal punto di vista geografico, sull'Appennino Tosco-Romagnolo all'altezza dello svincolo autostradale di Pian del Voglio, sui due versanti separati dal Torrente Setta.

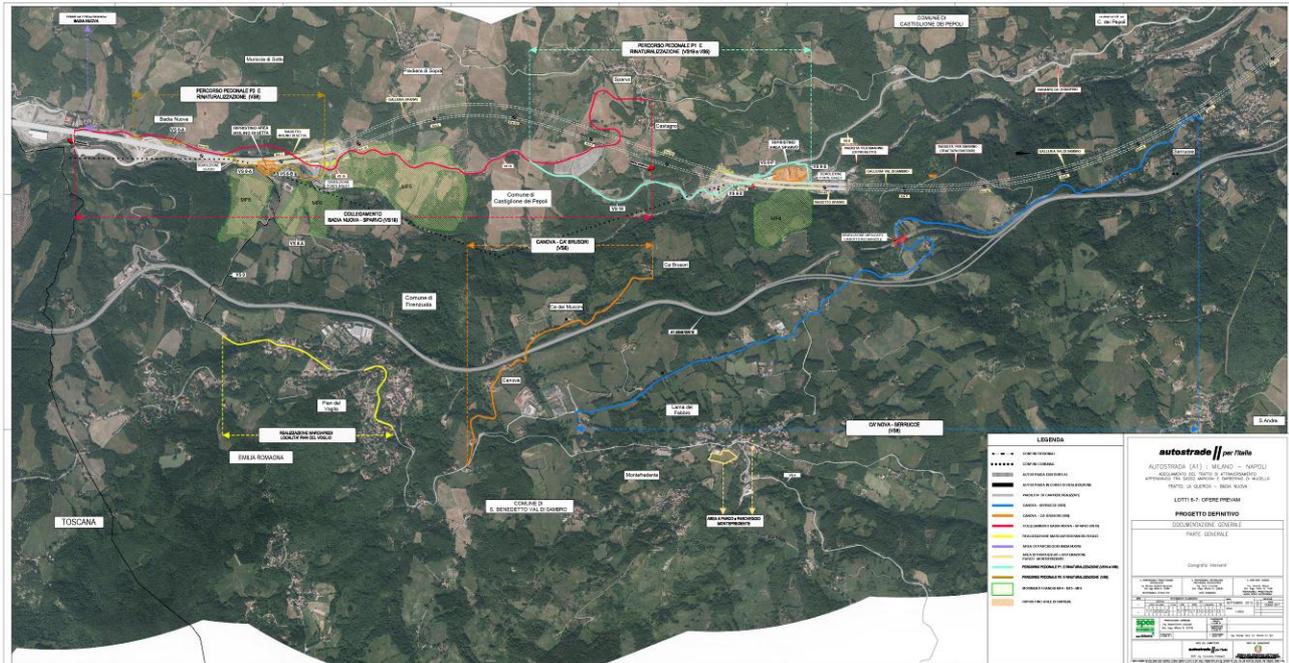


Figura 1 - Corografia dell'intervento

Gli interventi in oggetto si collocano nell'area già interessata dai lavori di adeguamento della A1- Milano-Napoli nel tratto di attraversamento appenninico, ed in particolare del tratto La Quercia –Badia Nuova (lotti 6/7).

I versanti interessati dalle opere in progetto si caratterizzano per la presenza di numerose frane di dimensioni variabili e numerosi coronamenti di frana a cui talora è risultato difficile associare una forma definita dato che i dissesti sono spesso tra loro coalescenti. I corpi franosi di maggiori dimensioni sono riferibili alla tipologia di frana complessa mentre le frane di scivolamento e colamento sono arealmente più limitate.

Si è quindi reso necessario un accurato studio di dettaglio del territorio e al fine di definire gli interventi specifici adatti al contenimento delle problematiche di versante e per garantire un adeguato livello di sicurezza delle opere.

### **3. GEOLOGIA**

#### **3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE**

L'area di studio si situa nella Valle del T. Setta che costituisce un esteso spaccato della parte centrale dell'Appennino emiliano - romagnolo.

L'Appennino settentrionale, in cui si inserisce il settore emiliano - romagnolo, è costituito da una catena a falde caratterizzata dalla sovrapposizione di elementi paleogeografici più interni su elementi più esterni (i termini interno ed esterno si riferiscono alla polarità della deformazione orogenetica). Questo settore di catena è costituito da unità tettoniche riferibili ai domini ligure e toscano.

I movimenti tettonici che hanno portato alla formazione dell'orogene, benché continui nel tempo, possono essere distinti in alcuni periodi (fasi tettoniche), che hanno lasciato una impronta strutturale riconoscibile. Per questa porzione della catena le unità riconosciute si sono strutturate a partire dalla fase orogenetica mesoalpina (Eocene medio).

Le unità tettoniche sono definibili come corpi rocciosi delimitati da contatti meccanici che le separano le une dalle altre, inoltre ad unità diverse corrispondono anche differenti successioni stratigrafiche. Ripetizioni tettoniche della stessa successione stratigrafica danno invece origine a sotto-unità tettoniche.

Le unità tettoniche riconosciute nell'area indagata (fig. 1) sono riferibili ad elementi di importanza regionale, sui quali esiste un generale accordo tra i ricercatori. In particolare, considerando l'orogene dall'alto verso il basso, sono state riconosciute:

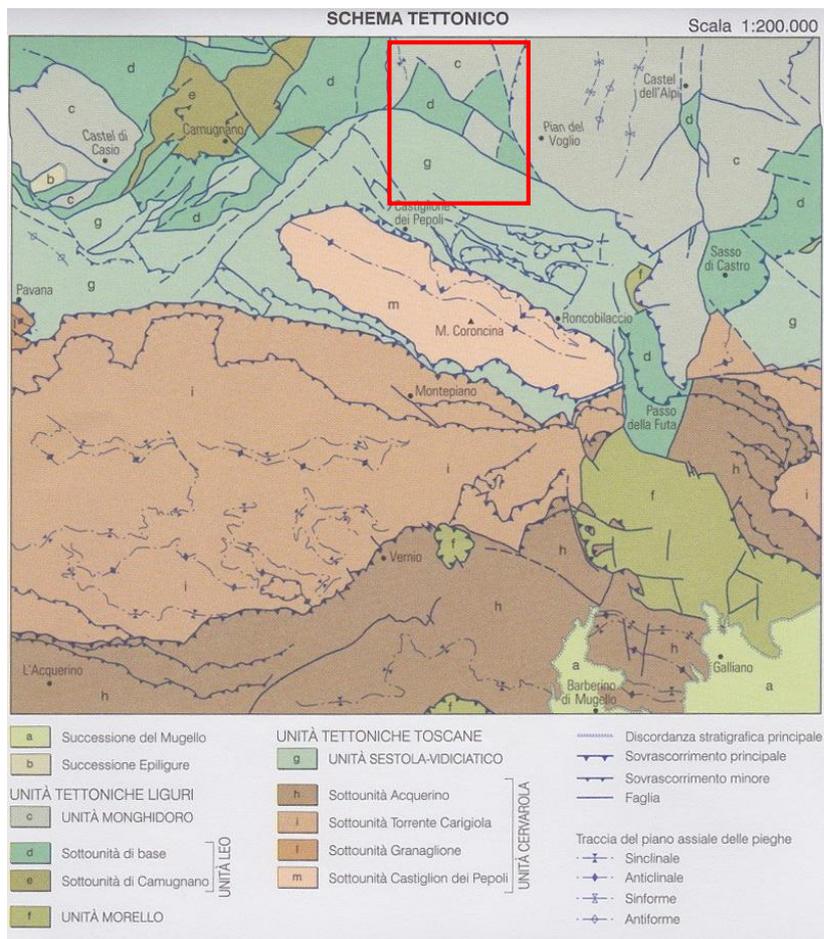


Figura 2 – Schema strutturale del Foglio 252 Barberino di Mugello (Carta Geologica d'Italia – Servizio Geologico d'Italia - 2002) con indicazione del settore di studio

- Unità Tettonica Monghidoro, costituita dalle formazioni di Monte Venere e Monghidoro; si tratta di flysch del dominio ligure di età compresa tra il Campaniano superiore e il Paleocene; questa Unità corrisponde a parte della Successione della Val Rossenna Auctt. e generalmente costituisce l'Unità ligure più alta;
- Unità Tettonica Leo, costituita dai "complessi di base" liguridi Auctt., in particolare dalle Argille a Palombini, a cui sono strettamente associati lembi ofiolitici, e da argille varicolori (Argille Varicolori di Grizzana Morandi); questa successione, ad eccezione dei corpi ofiolitici di età giurassica medio-superiore, copre un intervallo temporale compreso tra l'Aptiano e il Campaniano inferiore;

- Unità Tettonica Sestola-Vidiciatico, costituita da una base ad affinità ligure e subligure di età cretaceo-paleocenica (Unità Argilloso-Calcareo e Flysch dell'Abetina Reale) e da una parte superiore ad affinità epiligure o toscana (Brecce Argillose Poligeniche e Marne di Marmoreto) di età compresa tra l'Eocene medio e il Miocene inferiore; sulla base delle litologie e delle età dei terreni più recenti e di correlazioni e considerazioni a scala regionale, questa Unità è interpretata come la più interna del dominio toscano; in quest'area non affiora la base geometrica; ove affiorante, questa Unità è in contatto tettonico sulle Arenarie del Monte Cervarola (alto Appennino Bolognese) e sulla Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola (alta valle del Santerno).

Queste Unità sono regionalmente delimitate da superfici tettoniche con giacitura a basso angolo e si presentano sempre intensamente tettonizzate. In particolare gran parte dei termini argillosi affioranti, a causa dell'intensa deformazione e della foliazione pervasiva, sono stati descritti tradizionalmente come appartenenti alle "Argille Scagliose" Auctt. o al "Caotico indifferenziato". Inoltre, l'Unità ligure più alta, l'Unità Monghidoro, è caratterizzata da estesi affioramenti con giacitura della stratificazione rovesciata, dovuta ad un ripiegamento a scala regionale con geometria isoclinale e frequente lacerazione delle zone di cerniera.

Le fasi orogenetiche compressive responsabili dell'attuale impilamento delle falde sono iniziate, come accennato in precedenza, nell'Eocene medio (fase mesoalpina) e sono terminate nella parte alta del Pliocene inferiore. Successivamente, dal Pliocene medio, la deformazione è continuata con compressioni e distensioni responsabili del sollevamento della catena, fino ad almeno gran parte del Pleistocene medio.

L'attuale "frequente" attività sismica indica inoltre che le deformazioni orogenetiche sono tuttora in corso.

Le fasi orogenetiche più recenti hanno prodotto riattivazioni dei sovrascorrimenti, anche fuori sequenza, generando strutture prevalentemente fragili contraddistinte da piani subverticali, che talora si concentrano originando zone di faglia. L'orientamento delle strutture è sia parallelo all'asse della catena (direzione appenninica) che trasversale (direzione antiappenninica, variabile tra N-S e NE-SW); lungo tali lineamenti si osservano componenti di movimento sia verticali che orizzontali.

Agli allineamenti subverticali orientati NE-SW appartiene la struttura che separa l'Unità Tettonica Sestola-Vidiciatico (Unità Toscane) dalle Unità Liguri denominata in letteratura Sistema di Pian del Voglio e variamente interpretata in letteratura.

Alle strutture con andamento N-S si associa la "Linea del Setta" ben riconoscibile immediatamente a nord delle aree esaminate. Allineamenti N-S sono presenti sotto le coltri di

detrito e di frana anche nel settore meridionale come suggerito dalle indagini sismiche effettuate a supporto della progettazione del tracciato della Variante di Valico (Autostrada A1 Milano-Napoli).

## **3.2 STRATIGRAFIA**

Nell'ambito del quadro strutturale esposto precedentemente, nelle area in esame è stata riconosciuta la seguente successione stratigrafica, descritta per unità tettoniche dall'alto verso il basso dell'orogene. La descrizione segue i normali criteri geologici e fa riferimento a caratteristiche meccaniche dei materiali solamente nei casi in cui la matrice abbia mostrato caratteristiche utili alla ricostruzione del modello. Si rimanda invece alla specifica relazione geotecnica ed alle risultanze delle prove di laboratorio per quanto concerne la puntuale caratterizzazione dei materiali.

### **3.2.1 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO –VS 19**

#### **Unità Tettoniche Liguri**

##### Unità Tettonica Monghidoro

#### **Formazione di Monghidoro – MOH**

Torbiditi arenaceo - pelitiche in strati da sottili a molto spessi, generalmente spessi, costituite da una base arenacea media o fine, a luoghi grossolana o microconglomeratica, grigia o bruna, che passa a pelite, spesso siltosa, grigio-scura; il rapporto A/P è generalmente  $> 1$ . Localmente, all'interno della formazione sono presenti orizzonti plurimetri siltitico-argillitici (rapporto A/P  $< 1$ ). Nell'area in esame MOH si presenta spesso estremamente fratturato, con spessori variabili da pochi metri alle decine di metri. La cementazione della parte basale degli strati è localmente scarsa. Nella porzione inferiore della formazione aumenta la frazione carbonatica. Spessore generalmente di alcune centinaia di metri. Il limite inferiore è con MOV. Età: Maastrichtiano superiore – Paleocene



*Figura 3- Affioramento di arenarie della Formazione di Monghidoro – MOH nell'area ad ovest del Cantiere della Galleria Sparvo (VS19)*

### **Arenarie di Monteverene – MOV**

Alternanza di torbiditi calcareo-marnose in strati da medi a molto spessi (banchi), di colore grigio-chiaro, con a tetto sottili intervalli argillosi grigio-scuro o nerastri, e pacchi di torbiditi arenaceo-pelitiche fini o medie grigio-brunastre con rapporto A/P generalmente > di 1. Caratteristica peculiare della formazione è rappresentata dalla ritmicità della successione sedimentaria, sottolineata dalla presenza di megatorbiditi calcareo-marnose, che si susseguono ad intervalli più o meno regolari, separate fra loro da pacchi di torbiditi arenaceo-pelitiche e carbonatiche di minore spessore. Nella porzione inferiore dell'unità aumenta la frazione carbonatica. Lo spessore generalmente è di alcune centinaia di metri. Limite superiore graduale con MOH. Età: Campaniano superiore-Maastrichtiano superiore.

### Unità tettonica Leo

### **Arenarie "tipo" Scabiazza - SCB**

Alternanze arenaceo-pelitiche, in strati per lo più sottili e medi, costituite da arenarie grigie passanti a siltiti, subordinate argilliti ed argille marnoso - siltose grigio scure. A questa tipologia formazionale vengono attribuiti i corpi arenitico - siltosi rinvenuti in sondaggio ed associati alle Argille a Palombini, la loro attribuzione stratigrafica alle Unità Tettoniche Liguri

risulta verosimile per caratteri e posizione anche se non certa. Età della formazione Turoniano superiore – Campaniano inferiore.

### **Argille a Palombini - APA**

Argille ed argilliti fissili di colore per lo più grigio-scuro, talora verde o rosso-scuro con intercalate calcilutiti grigie, biancastre se alterate, spesso silicee, talora con una base arenitica da fine a grossolana, in strati da medi a spessi. Il rapporto calcare/argillite è  $\ll 1$ . Subordinatamente sono presenti torbiditi arenaceo-pelitiche, in strati molto sottili o sottili, di colore grigio-scuro. La formazione si presenta quasi sempre intensamente deformata con boudinage degli strati più competenti e presenza di resti di pieghe isoclinali a testimoniare la totale trasposizione della stratificazione primaria. Potenza geometrica fino ad alcune centinaia di metri. Possibili intercalazioni di corpi ofiolitici. Limite inferiore non affiorante. Età: Aptiano – Turoniano.

### **Ofioliti e breccie ofiolitiche (OFI)**

Basalti rosso scuro, spesso in pillows brecciati, associati a breccie di basalto con clasti di varie dimensioni, frequentemente tettonizzati. Talora inclusi in APA ed AVC. Età: Giurassico

## **Unità Tettoniche Toscane**

### **Unità Tettonica Sestola-Vidiciatico**

L'unità Sestola – Vidiciatico, in accordo con le indicazioni delle pubblicazioni più recenti degli autori, viene inserita nell'ambito delle unità toscane, anche se tradizionalmente (Carta Geologica Foglio 98 "Vergato" scala 1:100.000) era mappata come "terreni caotici" (Argille Scagliose Auctt.). Nell'area esaminata vi affiora prevalentemente l'Unità Argilloso – calcarea (AVC) mentre le breccie argillose poligeniche (BAP) affiorano in un piccolo lembo lungo il corso del T. Setta.

### **Breccie argillose poligeniche BAP**

Breccie sedimentarie a matrice argillosa, grigie o nerastre su superficie fresca, con clasti da millimetrici fino a decimetrici (raramente metrici) costituiti da argilliti e calcilutiti grigie. A luoghi sono presenti anche clasti di siltiti, areniti e marne calcaree (di età oligo-miocenica) ed inclusi costituiti da grossi lembi di successioni stratigrafiche (metrici o decametrici) riferibili ad MMA. La stratificazione è assente, ma è presente una isorientazione dei clasti dovuta ad una riorientazione tettonica. La formazione che costituisce la fonte principale dei clasti che costituiscono queste breccie è AVC, cui spesso le breccie sono intimamente associate, generalmente sotto forma di corpi discontinui e di piccola estensione, con contatti tettonizzati.

Potenza molto variabile, da alcune decine fino a qualche centinaio di metri. Età: Eocene medio - Miocene inferiore. Si tratta di depositi di colata sottomarina di fango e detrito grossolano. Nell'area di studio non affiorano ma sono state riconosciute in sondaggio e sono rappresentate in profilo.

### **Unità Argilloso calcarea – AVC**

Alternanza di livelli argillitici e calcarei molto deformati. Le argilliti, talora marnose, sono fissili e di colore bluastro, verde, grigio o nerastro su superficie fresca, nocciola-giallastro se alterate. Ad esse si intercalano strati gradati da medi a spessi di calcilutiti grigie (biancastre su superficie alterata), talvolta marnose; e sottili letti gradati di siltiti ed areniti grigie o marroni. Il rapporto argillite/calcare è quasi ovunque  $\gg 1$ . La deformazione ha generato una marcata foliazione messa in evidenza dall'allineamento preferenziale dei frammenti di letti competenti (calcilutiti, siltiti, areniti) e da un clivaggio scaglioso penetrativo nelle peliti che sono spesso interessate da pieghe. Le calcilutiti sono spesso budinate e solo raramente la stratificazione primaria è conservata. L'unità contiene degli inclusi ofiolitici. Potenza molto variabile, da alcune decine fino a qualche centinaio di metri. Limite inferiore non affiorante. Età: Albiano – Eocene. Si ritiene opportuno sottolineare l'estrema sensibilità all'acqua del materiale roccioso ascrivibile all'unità argilloso calcarea; infatti si è notato che le caratteristiche meccaniche delle argilliti sono soggette ad un rapido decadimento connesso al contatto con l'acqua.

### **Depositi superficiali**

Si tratta di depositi continentali quaternari che ricoprono il substrato roccioso in maniera discontinua, i depositi superficiali rilevabili all'interno dell'area di studio sono suddivisibili in funzione delle loro caratteristiche morfologiche litologiche e tessiturali:

### **Depositi alluvionali in evoluzione - B e terrazzati - B2 (B3? in profilo)**

I depositi alluvionali sono sedimenti legati ai corsi d'acqua e pertanto sono contraddistinti da granulometria variabile e dipendente dall'energia del flusso idrico che ne ha determinato l'accumulo. I depositi alluvionali terrazzati si collocano a quote superiori all'attuale alveo del Torrente Setta che li ha generati. Granulometricamente i depositi sono costituiti da ghiaie e ciottoli poligenici di forma arrotondata, immersi in matrice sabbiosa debolmente limosa. I depositi alluvionali terrazzati sono indicati con numerazione progressiva dal più giovane al più vecchio. Questo sistema di numerazione è contrario alla prassi stratigrafica, ma agevola il rilevamento e limita le approssimazioni nelle correlazioni tra i vari terrazzi. Nell'area sono presenti depositi terrazzati di ordine B2. Si è deciso di mantenere questa dicitura "tradizionale" che sottolinea l'elemento morfologicamente caratterizzante (la posizione superiore rispetto

all'alveo attuale) anche se il livello di conoscenza stratigrafica presente nella cartografia geologica dell' Emilia-Romagna permette di correlare i diversi ordini di terrazzi alle unità quaternarie distinte in affioramento e nel sottosuolo della Pianura Padana (nel caso specifico ai depositi dell'Unità di Modena - AES8a del Sistema Emiliano Romagnolo Superiore). Gli spessori possono raggiungere i 15-20 metri. Sono riconoscibili in planimetria ed in sezione. Si nota che in alcuni sondaggi eseguiti nella parte medio bassa del versante sono stati intercettati dei depositi alluvionali sepolti sotto depositi di frana (sondaggi VS19-1, VS19-7, IS9, NS8) (v. sezioni geologiche 3-VS19 e 4-VS19). Per la quota a cui si situano sono tentativamente attribuiti ad un ordine B3. Età: Pleistocene – Olocene

### **Depositi di frana F\*, Fa e Fq**

Si tratta di accumuli eterogenei di materiali non elaborati e non classati, messi in posto ad opera di scorrimenti e scivolamenti o di colamenti in massa; dal punto di vista granulometrico si tratta di elementi lapidei di varie dimensioni immersi in abbondante matrice argilloso - limosa o limoso – sabbiosa.

## **3.2.2 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO - VS8**

### **Stratigrafia**

Nell'ambito del quadro strutturale esposto precedentemente, nell'area in esame è stata riconosciuta la seguente successione stratigrafica, descritta per unità tettoniche dall'alto verso il basso dell'orogene. La descrizione segue i normali criteri geologici e fa riferimento a caratteristiche meccaniche dei materiali solamente nei casi in cui la matrice abbia mostrato caratteristiche utili alla ricostruzione del modello. Si rimanda invece alla specifica relazione geotecnica ed alle risultanze delle prove di laboratorio per quanto concerne la puntuale caratterizzazione dei materiali.

### **Unità Tettoniche Liguri**

#### **Unità Tettonica Monghidoro**

#### **Formazione di Monghidoro – MOH**

Torbiditi arenaceo - pelitiche in strati da sottili a molto spessi, generalmente spessi, costituite da una base arenacea media o fine, a luoghi grossolana o microconglomeratica, grigia o bruna, che passa a pelite, spesso siltosa, grigio-scura; il rapporto A/P è generalmente  $> 1$ . Localmente, all'interno della formazione sono presenti orizzonti plurimetrici siltitico-argillitici (rapporto A/P  $< 1$ ). Nell'area in esame MOH si presenta spesso estremamente fratturato, con

spessori variabili da pochi metri alle decine di metri. La cementazione della parte basale degli strati è localmente scarsa. Nella porzione inferiore della formazione aumenta la frazione carbonatica. Spessore generalmente di alcune centinaia di metri. Il limite inferiore è con MOV. Età: Maastrichtiano superiore – Paleocene

### **Depositi superficiali**

Si tratta di depositi continentali quaternari che ricoprono il substrato roccioso in maniera discontinua, i depositi superficiali rilevabili all'interno dell'area di studio sono suddivisibili in funzione delle loro caratteristiche morfologiche litologiche e tessiturali:

#### **Depositi di frana - F\*, Fa e Fq**

Si tratta di accumuli eterogenei di materiali non elaborati e non classati, messi in posto ad opera di scorrimenti e scivolamenti o di colamenti in massa; dal punto di vista granulometrico si tratta di elementi lapidei di varie dimensioni immersi in abbondante matrice argilloso - limosa o limoso – sabbiosa.

#### **Detrito di versante - a3**

Depositi di vario spessore costituiti dal disfacimento di un substrato prevalentemente arenaceo e quindi costituiti da ghiaie con ciottoli subordinati limi sabbiosi, sabbie e sabbie con limo, subordinatamente da limi argilloso-sabbiosi. Nell'area in esame sono presenti in ampi settori a monte dell'autostrada A1. Lo spessore, ove perforato (sondaggio VS8-CS2), è di circa 12,70 metri ma, dalle morfologie presenti, si stima possa risultare talora maggiore.

### **3.2.3 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO - MF4**

#### **4.4.1 Stratigrafia**

Nell'ambito del quadro strutturale esposto precedentemente, nell'area in esame è stata riconosciuta la seguente successione stratigrafica, descritta per unità tettoniche dall'alto verso il basso dell'orogene. La descrizione segue i normali criteri geologici e fa riferimento a caratteristiche meccaniche dei materiali solamente nei casi in cui la matrice abbia mostrato caratteristiche utili alla ricostruzione del modello o in cui i materiali abbiano manifestato comportamenti peculiari. Si rimanda invece alla specifica relazione geotecnica ed alle risultanze delle prove di laboratorio per quanto concerne la puntuale caratterizzazione dei materiali.

## **Unità Tettoniche Liguri**

### Unità Tettonica Monghidoro

#### **Formazione di Monghidoro – MOH**

Torbiditi arenaceo - pelitiche in strati da sottili a molto spessi, generalmente spessi, costituite da una base arenacea media o fine, a luoghi grossolana o microconglomeratica, grigia o bruna, che passa a pelite, spesso siltosa, grigio-scura; il rapporto A/P è generalmente  $> 1$ . Localmente, all'interno della formazione sono presenti orizzonti plurimetrici siltitico-argillitici (rapporto A/P  $< 1$ ). Nell'area in esame MOH si presenta spesso estremamente fratturato, con spessori variabili da pochi metri alle decine di metri.

#### **Depositi superficiali**

Si tratta di depositi continentali quaternari che ricoprono il substrato roccioso in maniera discontinua, i depositi superficiali rilevabili all'interno dell'area di studio sono così suddivisibili in funzione delle loro caratteristiche morfologiche litologiche e tessiturali:

#### **Detrito di versante (a3)**

Sono accumuli di vario spessore costituiti da frammenti lapidei derivanti dalla disgregazione meccanica degli ammassi rocciosi. La granulometria dei depositi è funzione della litologia del substrato, delle modalità di messa in posto e dell'intensità dell'alterazione. Questi depositi molto diffusi nella porzione medio alta del versante indagato. Sono costituiti da ghiaie e ciottoli eterometrici di prevalenti arenarie e da limi sabbiosi, sabbie con limo, limi e derivano dal disfacimento delle arenarie e siltiti costituenti la Formazione di Monghidoro. Lo spessore, ove perforato, è di circa 13 m ma dalle morfologie presenti si stima possa risultare maggiore in altri settori.

#### **Depositi alluvionali terrazzati (B2)**

I depositi alluvionali sono sedimenti legati ai corsi d'acqua e pertanto sono contraddistinti da granulometria variabile e dipendente dall'energia del flusso idrico che ne ha determinato l'accumulo. Nell'area sono presenti depositi alluvionali terrazzati che si collocano a quote superiori all'attuale alveo del Torrente Setta che li ha generati e sono costituiti da ghiaie e ciottoli poligenici di forma arrotondata, immersi in matrice sabbiosa debolmente limosa. I depositi alluvionali terrazzati sono indicati con numerazione progressiva dal più giovane al più vecchio. Questo sistema di numerazione è contrario alla prassi stratigrafica, ma agevola il rilevamento e limita le approssimazioni nelle correlazioni tra i vari terrazzi. Nell'area sono presenti depositi terrazzati di ordine B2. Si è deciso di mantenere questa dicitura "tradizionale" che sottolinea l'elemento morfologicamente caratterizzante (la posizione superiore rispetto all'alveo attuale) anche se il livello di conoscenza stratigrafica presente nella cartografia

geologica della Emilia-Romagna permette di correlare i diversi ordini di terrazzi alle unità quaternarie distinte in affioramento e nel sottosuolo della Pianura Padana (nel caso specifico ai depositi dell'Unità di Modena - AES8a del Sintema Emiliano Romagnolo Superiore). Gli spessori possono raggiungere i 15-20 metri. Talora possono essere parzialmente ricoperti da depositi di frana. Età: Pleistocene - Olocene.

### **Depositi di frana attiva – A e quiescente - Q**

Si tratta di accumuli eterogenei di materiali non elaborati e non classati, messi in posto ad opera di scorrimenti e scivolamenti o di colamenti in massa; dal punto di vista granulometrico si tratta di elementi lapidei di varie dimensioni immersi in abbondante matrice argilloso - limosa o limoso - sabbiosa. La tipologia, le estensioni e gli spessori di questi depositi, argomento precipuo di questo studio, sono illustrate in un capitolo apposito.

## **3.2.4 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO - MF5**

### **Unità Tettoniche Liguri**

#### Unità Tettonica Monghidoro

#### **Formazione di Monghidoro - MOH**

Torbiditi arenaceo - pelitiche in strati da sottili a molto spessi, generalmente spessi, costituite da una base arenacea media o fine, a luoghi grossolana o microconglomeratica, grigia o bruna, che passa a pelite, spesso siltosa, grigio-scura (fig. 6). Il rapporto A/P è generalmente  $> 1$ . Localmente la componente siltosa può essere prevalente per qualche decina di metri. La cementazione della parte basale degli strati è localmente scarsa. Nella porzione inferiore della formazione aumenta la frazione carbonatica. Spessore generalmente di alcune centinaia di metri. Il limite inferiore è tettonizzato e mette in contatto MOH con MOV. Età: Maastrichtiano superiore – Paleocene.

#### Unità tettonica Leo

#### **Arenarie tipo Scabiazza - SCB**

Alternanze arenaceo-pelitiche, in strati per lo più sottili e medi, costituite da arenarie grigie passanti a siltiti, subordinate argilliti ed argille marnoso - siltose grigio scure. A questa tipologia formazionale vengono attribuiti i corpi arenitico - siltosi rinvenuti in sondaggio ed associati alle Argille a Palombini, la loro attribuzione stratigrafica alle Unità Tettoniche Liguri risulta verosimile per caratteri e posizione anche se non certa. Età della formazione Turoniano superiore – Campaniano inferiore.

### **Argille a Palombini - APA**

Argille ed argilliti fissili di colore per lo più grigio-scuro, talora verde o rosso-scuro con intercalate calcilutiti grigie, biancastre se alterate, spesso silicee, talora con una base arenitica da fine a grossolana, in strati da medi a spessi. Il rapporto calcare/argillite è  $\ll 1$ . Subordinatamente sono presenti torbiditi arenaceo-pelitiche, in strati molto sottili o sottili, di colore grigio-scuro. La formazione si presenta quasi sempre intensamente deformata con boudinage degli strati più competenti e presenza di resti di pieghe isoclinali a testimoniare la totale trasposizione della stratificazione primaria. Potenza geometrica fino ad alcune centinaia di metri. Limite inferiore non affiorante. Età: Aptiano – Turoniano. Le risultanze geognostiche indicano che in quest'area le Argille a Palombini presentano frequentemente, anche al di sotto dei terreni detritici in frana, una fascia di terreno di scarsa qualità caratterizzato da materiale a prevalente componente argillitica tenera con struttura scagliosa solo parzialmente conservata e con presenza di livelli plastici. Questa zona, rappresentata in sezione con apposito sovrassetto, può essere dovuta alla presenza di materiale regolitico o ad una possibile zona di deformazione.

### **Unità Tettoniche Toscane**

#### Unità Tettonica Sestola-Vidiciatico

L'unità Sestola – Vidiciatico, in accordo con le indicazioni delle pubblicazioni più recenti degli autori, viene inserita nell'ambito delle unità toscane, anche se tradizionalmente (Carta Geologica Foglio 98 "Vergato" scala 1:100.000) era mappata come "terreni caotici" (Argille Scagliose Aucct.). Nell'area esaminata vi affiorano sia i terreni dell'Unità Argilloso Calcarea (AVC) che le Breccie argillose poligeniche (BAP).

### **Breccie argillose poligeniche - BAP**

Breccie sedimentarie a matrice argillosa, grigie o nerastre su superficie fresca, con clasti da millimetrici fino a decimetrici (raramente metrici) costituiti da argilliti e calcilutiti grigie. A luoghi sono presenti anche clasti e lembi di siltiti, areniti e marne calcaree (di età oligo-miocenica). La stratificazione è assente, ma è presente una isorientazione dei clasti dovuta ad una riorientazione tettonica. La formazione che costituisce la fonte principale dei clasti che costituiscono queste breccie è AVC, cui spesso le breccie sono intimamente associate, generalmente sotto forma di corpi discontinui e di piccola estensione, con contatti tettonizzati. Potenza molto variabile, da alcune decine fino a qualche centinaio di metri. Età: Eocene medio - Miocene inferiore. Si tratta di depositi di colata sottomarina di fango e detrito grossolano. Nell'area di studio affiorano in un lembo limitato lungo il corso del Torrente Setta (fig. 7) e sono state riconosciute in sondaggio.



*Figura 4– Affioramento di Breccie argillose Poligeniche (BAP) e particolare della struttura brecciata (clasto sub centimetrico)*

### **Unità Argilloso calcarea – AVC**

Alternanza di livelli argillitici e calcarei molto deformati. Le argilliti, talora marnose, sono fissili e di colore bluastro, verde, grigio o nerastro su superficie fresca, nocciola-giallastro se alterate. Ad esse si intercalano strati gradati da medi a spessi di calcilutiti grigie (biancastre su superficie alterata), talvolta marnose; e sottili letti gradati di siltiti ed areniti grigie o marroni. Il rapporto argillite/calcare è quasi ovunque  $\gg 1$ . La deformazione ha generato una marcata foliazione messa in evidenza dall'allineamento preferenziale dei frammenti di letti competenti (calcilutiti, siltiti, areniti) e da un clivaggio scaglioso penetrativo nelle peliti che sono spesso interessate da pieghe. Le calcilutiti sono spesso budinate e solo raramente la stratificazione primaria è conservata. L'unità contiene degli inclusi ofiolitici. Potenza molto variabile, da alcune decine fino a qualche centinaio di metri. Limite inferiore non affiorante. Età: Albiano – Eocene.

Si ritiene opportuno sottolineare l'estrema sensibilità all'acqua del materiale roccioso ascrivibile sia all'Unità argilloso calcarea che alle Breccie argillose poligeniche; infatti si è notato che le caratteristiche meccaniche delle argilliti sono soggette ad un rapido decadimento connesso al contatto con l'acqua.

### **Depositi superficiali**

Si tratta di depositi continentali quaternari che ricoprono il substrato roccioso in maniera discontinua, i depositi superficiali rilevabili all'interno dell'area di studio sono suddivisibili in funzione delle loro caratteristiche morfologiche litologiche e tessiturali:

### **Depositi alluvionali in evoluzione (B1) e terrazzati (B2)**

I depositi alluvionali sono sedimenti legati ai corsi d'acqua e pertanto sono contraddistinti da granulometria variabile e dipendente dall'energia del flusso idrico che ne ha determinato l'accumulo. Granulometricamente i depositi sono costituiti da ghiaie e ciottoli poligenici di forma arrotondata, immersi in matrice sabbiosa debolmente limosa. Nell'area sono presenti sia depositi alluvionali in evoluzione (all'interno del corso d'acqua) che depositi alluvionali terrazzati che si collocano a quote superiori all'attuale alveo del Torrente Setta che li ha generati. I depositi alluvionali terrazzati sono indicati con numerazione progressiva dal più giovane al più vecchio. Questo sistema di numerazione è contrario alla prassi stratigrafica, ma agevola il rilevamento e limita le approssimazioni nelle correlazioni tra i vari terrazzi. Nell'area sono presenti depositi terrazzati di ordine B2. Si è deciso di mantenere questa dicitura "tradizionale" che sottolinea l'elemento morfologicamente caratterizzante (la posizione superiore rispetto all'alveo attuale) anche se il livello di conoscenza stratigrafica presente nella cartografia geologica in Emilia-Romagna permette di correlare i diversi ordini di terrazzi alle unità quaternarie distinte in affioramento e nel sottosuolo della Pianura Padana (nel caso specifico ai depositi dell'Unità di Modena - AES8a del Sintema Emiliano Romagnolo Superiore). Gli spessori possono raggiungere i 15-20 metri. Sono riconoscibili in planimetria ed in sezione. Talora sono parzialmente ricoperti da depositi di frana. . In particolare il sondaggio VS19-7 (v. profilo geologico MF5-1) intercetta dei depositi alluvionali di spessore circa metrico al di sotto di una coltre di frana F\*. Per la quota a cui si situano sono tentativamente attribuiti ad un ordine B3. Età: Pleistocene - Olocene.

### **Depositi di frana (F\* ed Fq)**

Si tratta di accumuli eterogenei di materiali non elaborati e non classati, messi in posto ad opera di scorrimenti e scivolamenti o di colamenti in massa; dal punto di vista granulometrico si tratta di elementi lapidei di varie dimensioni immersi in abbondante matrice argilloso - limosa o limoso - sabbiosa.

## **3.2.5 GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO - MF6**

### **Unità Tettoniche Liguri**

#### Unità Tettonica Monghidoro

#### **Formazione di Monghidoro – MOH**

Torbiditi arenaceo - pelitiche in strati da sottili a molto spessi, generalmente spessi, costituite da una base arenacea media o fine, a luoghi grossolana o microconglomeratica, grigia o bruna, che passa a pelite, spesso siltosa, grigio-scura. Il rapporto A/P è generalmente > 1.

Localmente la componente siltosa può essere prevalente per qualche decina di metri. La cementazione della parte basale degli strati è localmente scarsa. Nella porzione inferiore della formazione aumenta la frazione carbonatica. Spessore generalmente di alcune centinaia di metri. Il limite inferiore è tettonizzato e mette in contatto MOH con MOV. Età: Maastrichtiano superiore – Paleocene

#### Unità tettonica Leo

##### **Arenarie "tipo" Scabiazza - SCB**

Alternanze arenaceo-pelitiche, in strati per lo più sottili e medi, costituite da arenarie grigie passanti a siltiti, subordinate argilliti ed argille marnoso - siltose grigio scure. A questa tipologia formazionale vengono attribuiti i corpi arenitico - siltosi rinvenuti in sondaggio ed associati alle Argille a Palombini, la loro attribuzione stratigrafica alle Unità Tettoniche Liguri risulta verosimile per caratteri e posizione anche se non certa. Età della formazione Turoniano superiore – Campaniano inferiore. Nell'area studiata non affiorano ma sono state riconosciute in sondaggio.

##### **Argille a Palombini - APA**

Argille ed argilliti fissili di colore per lo più grigio-scuro, talora verde o rosso-scuro con intercalate calcilutiti grigie, biancastre se alterate, spesso silicee, talora con una base arenitica da fine a grossolana, in strati da medi a spessi. Il rapporto calcare/argillite è  $\ll 1$ . Subordinatamente sono presenti torbiditi arenaceo-pelitiche, in strati molto sottili o sottili, di colore grigio-scuro. La formazione si presenta quasi sempre intensamente deformata con boudinage degli strati più competenti e presenza di resti di pieghe isoclinali a testimoniare la totale trasposizione della stratificazione primaria. Potenza geometrica fino ad alcune centinaia di metri. Limite inferiore non affiorante. Età: Aptiano – Turoniano.

#### **Unità Tettoniche Toscane**

##### Unità Tettonica Sestola-Vidiciatico

L'unità Sestola – Vidiciatico, in accordo con le indicazioni delle pubblicazioni più recenti degli autori, viene inserita nell'ambito delle unità toscane, anche se tradizionalmente (Carta Geologica Foglio 98 "Vergato" scala 1:100.000) era mappata come "terreni caotici" (Argille Scagliose Auctt.). Nell'area esaminata vi affiora la sola Unità Argilloso – calcarea mentre in sondaggio sono presenti anche le Breccie argillose poligeniche (BAP).

### **Brecce argillose poligeniche BAP**

Brecce sedimentarie a matrice argillosa, grigie o nerastre su superficie fresca, con clasti da millimetrici fino a decimetrici (raramente metrici) costituiti da argilliti e calcilutiti grigie. A luoghi sono presenti anche clasti di siltiti, areniti e marne calcaree (di età oligo-miocenica) ed inclusi costituiti da grossi lembi di successioni stratigrafiche (metrici o decametrici) riferibili ad MMA. La stratificazione è assente, ma è presente una isorientazione dei clasti dovuta ad una riorientazione tettonica. La formazione che costituisce la fonte principale dei clasti che costituiscono queste brecce è AVC, cui spesso le brecce sono intimamente associate, generalmente sotto forma di corpi discontinui e di piccola estensione, con contatti tettonizzati. Potenza molto variabile, da alcune decine fino a qualche centinaio di metri. Età: Eocene medio - Miocene inferiore. Si tratta di depositi di colata sottomarina di fango e detrito grossolano. Nell'area di studio non affiorano ma sono state riconosciute in sondaggio e sono rappresentate in profilo.

### **Unità Argilloso calcarea – AVC**

Alternanza di livelli argillitici e calcarei molto deformati. Le argilliti, talora marnose, sono fissili e di colore bluastro, verde, grigio o nerastro su superficie fresca, nocciola-giallastro se alterate. Ad esse si intercalano strati gradati da medi a spessi di calcilutiti grigie (biancastre su superficie alterata), talvolta marnose; e sottili letti gradati di siltiti ed areniti grigie o marroni. Il rapporto argillite/calcare è quasi ovunque  $\gg 1$ . La deformazione ha generato una marcata foliazione messa in evidenza dall'allineamento preferenziale dei frammenti di letti competenti (calcilutiti, siltiti, areniti) e da un clivaggio scaglioso penetrativo nelle peliti che sono spesso interessate da pieghe. Le calcilutiti sono spesso budinate e solo raramente la stratificazione primaria è conservata. L'unità contiene degli inclusi ofiolitici. Potenza molto variabile, da alcune decine fino a qualche centinaio di metri. Limite inferiore non affiorante. Età: Albiano – Eocene. Si ritiene opportuno sottolineare l'estrema sensibilità all'acqua del materiale roccioso ascrivibile all'unità argilloso calcarea; infatti si è notato che le caratteristiche meccaniche delle argilliti sono soggette ad un rapido decadimento connesso al contatto con l'acqua.

### **Depositi superficiali**

Si tratta di depositi continentali quaternari che ricoprono il substrato roccioso in maniera discontinua, i depositi superficiali rilevabili all'interno dell'area di studio sono suddivisibili in funzione delle loro caratteristiche morfologiche litologiche e tessiturali:

### **Depositi alluvionali terrazzati - B2**

I depositi alluvionali sono sedimenti legati ai corsi d'acqua e pertanto sono contraddistinti da granulometria variabile e dipendente dall'energia del flusso idrico che ne ha determinato

l'accumulo. I depositi alluvionali terrazzati si collocano a quote superiori all'attuale alveo del Torrente Setta che li ha generati. Granulometricamente i depositi sono costituiti da ghiaie e ciottoli poligenici di forma arrotondata, immersi in matrice sabbiosa debolmente limosa. I depositi alluvionali terrazzati sono indicati con numerazione progressiva dal più giovane al più vecchio. Questo sistema di numerazione è contrario alla prassi stratigrafica, ma agevola il rilevamento e limita le approssimazioni nelle correlazioni tra i vari terrazzi. Nell'area sono presenti depositi terrazzati di ordine B2. Si è deciso di mantenere questa dicitura "tradizionale" che sottolinea l'elemento morfologicamente caratterizzante (la posizione superiore rispetto all'alveo attuale) anche se il livello di conoscenza stratigrafica presente nella cartografia geologica dell' Emilia-Romagna permette di correlare i diversi ordini di terrazzi alle unità quaternarie distinte in affioramento e nel sottosuolo della Pianura Padana (nel caso specifico ai depositi dell'Unità di Modena - AES8a del Sistema Emiliano Romagnolo Superiore). Gli spessori possono raggiungere i 15-20 metri. Sono riconoscibili in planimetria ed in sezione. Talora sono parzialmente ricoperti da depositi di frana. Età: Pleistocene - Olocene.

#### **Depositi di frana attiva - A e quiescente - Q**

Si tratta di accumuli eterogenei di materiali non elaborati e non classati, messi in posto ad opera di scorrimenti e scivolamenti o di colamenti in massa; dal punto di vista granulometrico si tratta di elementi lapidei di varie dimensioni immersi in abbondante matrice argilloso - limosa o limoso - sabbiosa. La tipologia, le estensioni e gli spessori di questi depositi, argomento precipuo di questo studio, sono illustrate in un capitolo apposito.

#### **Detrito di versante – a3**

Depositi di vario spessore costituiti dal disfacimento di un substrato prevalentemente arenaceo e quindi costituiti da ghiaie con ciottoli subordinati limi sabbiosi, sabbie e sabbie con limo, subordinatamente da limi argilloso-sabbiosi. Nell'area in esame sono presenti a monte dell'autostrada A1.

## 4. SISMICITÀ

### 4.1 INQUADRAMENTO SISMICO

L'inquadramento sismico dell'area di interesse è stato redatto in accordo alle prescrizioni fornite dalle NTC2008. Nel seguito verrà descritto brevemente il quadro sismologico dell'area, definendo successivamente l'azione sismica di progetto. I comuni interessati dal presente progetto sono il comune di Castiglione dei Pepoli e San Benedetto Val di Sambro.

### 4.2 STRATEGIA PROGETTUALE

La strategia progettuale, d'intesa con la Committente è riportata nei paragrafi successivi.

Vita Nominale pari a  $VN = 50$  anni

Classe d'Uso III  $\Rightarrow$  coefficiente d'uso  $\Rightarrow CU = 1.5$ .

Vita utile di riferimento:  $VR = (VN) \cdot (CU) = 75$  anni

### 4.3 ACCELERAZIONI ORIZZONTALI DA NORMATIVA

Le accelerazioni orizzontali massime convenzionali su suolo di categoria A, riferite ai Comuni interessati dal presente progetto, sono riportate nelle tabelle contenute nel presente paragrafo, insieme ai principali parametri di interesse necessari per la definizione dell'azione sismica.

Nelle tabelle con  $T_R$  (in anni) e  $a_g$  (in g) si indica rispettivamente il tempo di ritorno e l'accelerazione di picco su suolo di categoria A.

In fase progettuale, fissato il periodo di riferimento  $V_R$  (vedi § 2.4 delle NTC DM 14 Gennaio 2008) e stabilita la probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  (funzione dello stato limite considerato, **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), è possibile stimare il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  attraverso l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Tabella 4-1 - Definizione degli stati limite secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni e relative probabilità di superamento PVR

Stati limite di esercizio (P <sub>VR</sub> )	Stati limite ultimi (P <sub>VR</sub> )
SLO - Stato limite di operatività (81%)	SLV- Stato limite di salvaguardia (10%)
SLD - Stato limite di danno (63%)	SLD - Stato limite di prevenzione del collasso (5%)

Qualora la pericolosità sismica su reticolo di riferimento (vedi Allegato B delle NTC DM 14 Gennaio 2008) non contempli il periodo di ritorno corrispondente al V<sub>R</sub> e alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P<sub>VR</sub> fissate in progetto, il valore del generico parametro p (a<sub>g</sub>, F<sub>o</sub>, T\*<sub>c</sub>) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai T<sub>R</sub> previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

nella quale:

- p è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno T<sub>R</sub> desiderato;
- T<sub>R1</sub>, T<sub>R2</sub> sono i periodi di ritorno più prossimi a T<sub>R</sub> per i quali si dispone dei valori p<sub>1</sub> e p<sub>2</sub> del generico parametro p.

I valori dei parametri a<sub>g</sub>, F<sub>o</sub>, T\*<sub>c</sub> relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'ALLEGATO B delle NTC.

Si riportano di seguito le tabelle con i valori dei parametri a<sub>g</sub>, F<sub>o</sub> e T\*<sub>c</sub>, in funzione del periodo di ritorno T<sub>R</sub>. I valori dei parametri a<sub>g</sub>, F<sub>o</sub>, T\*<sub>c</sub> sono stimati come media pesata dei valori assunti dai parametri nei 4 vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione e i 4 vertici sopraccitati.

SLU	$a_g$ (g)	$F_o$ (-)	$T^*_c$ (s)
SLO	0.075	2.451	0.263
SLD	0.094	2.434	0.270
SLV	0.217	2.417	0.297
SLC	0.271	2.431	0.308

Tabella 4-2 - Comune di Castiglione dei Pepoli (BO) - Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T^*_c$  al variare del tempo di ritorno TR

SLU	$a_g$ (g)	$F_o$ (-)	$T^*_c$ (s)
SLO	0.072	2.472	0.266
SLD	0.089	2.470	0.275
SLV	0.191	2.558	0.304
SLC	0.235	2.596	0.315

Tabella 4-3 - Comune di San Benedetto Val di Sambro (BO) - Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T^*_c$  al variare del tempo di ritorno TR

#### 4.4 DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO

Sulla base delle informazioni dedotte dalle campagne geognostiche eseguite è stato possibile individuare la categoria di suolo.

La determinazione della categoria di suolo, in accordo con le prescrizioni della Normativa (NTC 2008), è basata sulla stima dei valori di velocità media di propagazione delle onde di taglio  $V_{S,30}$  o alternativamente sui valori della resistenza penetrometrica dinamica equivalente  $N_{SPT,30}$  entro i primi 30 m di profondità (per terreni a grana grossa), o sulla resistenza non drenata equivalente media sempre entro i primi 30 m di profondità  $C_{u,30}$  (per terreni a grana fina).

Sulla base della definizione delle categorie di suolo di cui al par. 3.2.2 delle NTC 2008, l'area di intervento risulta caratterizzabile come sito di **categoria C** (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a*

*30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

#### **4.5 STABILITÀ DEL SITO NEI CONFRONTI DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE**

Data la natura principalmente coesiva dei materiali costituenti la stratigrafia del sito, sulla base dei dati disponibili, il sito si ritiene non suscettibile a liquefazione (Par.7.11.3.4.2 del NTC 2008).

## 5. GEOTECNICA

### 5.1 VIABILITÀ VS8

La viabilità VS8 si colloca in destra orografica del Torrente Setta, tra loc. Campana di Sopra (Montefredente) e Serrucce nel Comune di San Benedetto Val di Sambro. Essa comprende un ulteriore tratto, più breve, che dalla strada Provinciale n°61 (loc. La Fonte-Canova-Ca' dei Chierici) raggiunge Casa Brusori. Il tracciato VS8 come accennato si sviluppa lungo il versante orientale del Torrente Setta. Il suo tratto principale, lungo circa 5,2 km è situato più a nord sul versante e presenta uno sviluppo altimetrico compreso tra quota 597 a sud 440 m a nord. La viabilità corre parallelamente al tracciato autostradale esistente e lo interseca nel settore della galleria delle Banzole. Il tratto settentrionale del versante in cui si inserisce la VS8 è stato interessato dallo scavo della galleria Val di Sambro del nuovo tracciato dell'autostrada A1.

Il secondo tratto della VS8, tra Ca' dei Chierici, Canova e Casa Brusori, si sviluppa da quota 604 m a 478 m per circa 1,1 km percorre una viabilità esistente che interseca l'esistente tracciato autostradale A1 nella sua parte mediana.

L'area attraversata dalle viabilità in progetto è interessata da numerosi fenomeni franosi di varia ampiezza e grado di attività, la cui descrizione nel dettaglio è riportata nella relazione geologica allegata al progetto.

Alla luce de:

- il quadro generale del territorio in relazione alle problematiche connesse con la presenza di dissesti caratterizzati da differente spessore, estensione e grado di attività;
- dal fatto che il progetto per gran parte è una riqualifica della viabilità esistente;

la filosofia progettuale di intervento adottata prevede di contestualizzare gli interventi sul territorio, prevedendo opere che abbiano un impatto modesto dal punto di vista della stabilità dei versanti. In generale gli interventi previsti sono mirati alla stabilità locale del tracciato. La stabilità generale a scala di versante rimane invariata.

L'estensione planimetrica, gli spessori importanti e la presenza di differenti possibili piani di rottura renderebbe gli interventi di stabilizzazione di notevole impatto tecnico ed economico. Il progetto prevede generalmente opere di sostegno/controripa flessibili (gabbionate), raramente sono state previste berlinesi tirantate. Particolare attenzione è stata posta nella gestione delle acque, non solo di piattaforma, ma soprattutto in quelle di versante, possibili cause di innesco di riattivazione. Si sono previste, pertanto trincee drenanti trasversali e longitudinali aventi la finalità di drenare e gestire le acque di ruscellamento e quelle relative alle infiltrazioni più superficiali.

A monte del tratto in cui il tracciato della VS8 in progetto si sviluppa pressoché parallelamente al tracciato della galleria autostradale delle Banzole e del sotteso tratto di Autosole dismesso, si è evidenziato in occasione del rilievo geologico-geomorfologico del presente progetto, la presenza di un vasto fronte franoso che coinvolge anche le opere di contenimento di tale sedime non più in esercizio e che dovrà essere oggetto di un adeguato intervento di sistemazione di versante ad opera della manutenzione straordinaria della Concessionaria.

Qualora il suddetto intervento di sistemazione non trovi attuazione prima dell'avvio dei lavori per la riqualificazione della viabilità di cui trattasi, si renderà opportuna alla pk 3+400 del tracciato di progetto la realizzazione quanto meno di un intervento di protezione passiva della strada, a monte di essa e da attuarsi in corrispondenza del muro di sostegno della carreggiata sud del tratto autostradale esistente, in grado di mantenere in sicurezza l'esercizio della strada in questione laddove l'evoluzione del dissesto sovrastante lo richieda

## **5.2 VIABILITÀ VS19**

La viabilità VS19 si colloca in sinistra orografica del Torrente Setta tra l'area di Badia Nuova e la località Castagno, intersecando il tracciato autostradale sotto il viadotto Molino di Setta, in corrispondenza dell'imbocco sud della galleria Sparvo.

L'area attraversata dalle viabilità in progetto è interessata da numerosi fenomeni franosi di varia ampiezza e grado di attività, la cui descrizione nel dettaglio e' riportata nella relazione geologica allegata al progetto. In particolare, nell'area a nord dell'imbocco della Galleria Sparvo, il tracciato interessa l'area del movimento franoso MF5.

In generale sono previste opere flessibili e di drenaggio sia profondo che superficiale (trincee drenanti, edicole drenanti, regimazione idraulica...) riducendo la possibilità che possano eventualmente riattivarsi fenomeni franosi in corrispondenza della viabilità. Gli interventi in generale consentono di mitigare la probabilità di dissesti locali, incidendo però in maniera modesta sul rischio di frana dell'intero pendio.

Tenuto conto che l'erosione laterale di sponda, presente in alcuni tratti del Torrente Setta, accelera talora l'evoluzione dei fenomeni franosi presenti al piede del versante, per la zona in corrispondenza del viadotto Molino di Setta è prevista una protezione spondale con una scogliera in massi.

### 5.3 MOVIMENTI FRANOSI

I versanti in generale sono caratterizzato da una successione di accumuli eterogenei di antiche frane di dimensioni estese e che possono essere interessati da locali riattivazioni e fenomeni di soliflusso e di erosione superficiale.

Dal punto di vista cartografico, nello studio geologico, i fenomeni franosi attivi sono stati distinti da quelli quiescenti; questi ultimi potrebbero eventualmente essere riattivati da condizioni ambientali critiche derivanti, ad esempio, da un sensibile innalzamento della superficie di falda.

In generale sono previste opere di drenaggio e regimazione delle acque (trincee drenanti, edicole drenanti, canalette e rimodellamenti morfologici...) che consentono di controllare il regime locale delle pressioni dell'acqua nel terreno, riducendo la possibilità che possano eventualmente riattivarsi fenomeni franosi e opere strutturali a presidio di edifici o strutture sensibili (abitato di Ca' dei Berti), ai fini di garantire la stabilità locale delle strutture esistenti.

In corrispondenza delle zone di maggiore erosione del Torrente Setta sono previste difese spondali con scogliere in massi.

Si sottolinea come tali opere siano da intendersi come:

Opere di mitigazione del "rischio di frana", ovvero di riduzione e controllo della tendenza alla franosità sull'area più estesa del movimento franoso nel suo complesso. Gli interventi hanno la finalità di intercettare/regolamentare e smaltire le acque di ruscellamento e di infiltrazione contribuendo ad un miglioramento generale (a scala di versante) delle condizioni di stabilità.

Opere di stabilizzazione, ovvero risolutive dei fenomeni locali, nella porzione di frana su cui si interviene. In particolare nel movimento franoso MF4 è prevista la messa in sicurezza definitiva dell'abitato di Ca' dei Berti.

Nella zona in esame sono state eseguite diverse campagne di indagine geotecnica, negli anni dal 1985 al 2004, di seguito elencate:

anni 1985 ÷ 1988	sondaggi S;
anno 1991	sondaggi SV e B;
anni 1991, 1996, 1999	sondaggi SM, S e SV, I e PZ (campagne pregresse movimenti franosi);
anno 2002	sondaggi II (campagna integrativa);

anno 2002	sondaggi IV, VV, BB (campagna alternative di tracciato);
anno 2002	sondaggi A6 e A7 (campagna progetto esecutivo);
anno 2002	sondaggi M e VS (campagna "C" per movimenti franosi M4, M5 e viabilità di servizio);
anni 1985 ÷ 1999	sondaggi S, E, I (campagna Lotto 8)
anno 2004	sondaggi IS (campagna integrativa lotti 6-7)
anno 2007	sondaggi SI , NS, NSF.
anno 2015	Indagini di progetto viabilità di servizio 2015: VS19, VS8; Sondaggi attrezzati con inclinometro MF6
anno 2017	Indagini di progetto 2017: Tratto Banzolle e movimenti franosi viabilità di servizio;

Le campagne di indagine sono consistite nell'esecuzione di:

- sondaggi
- prove geotecniche in foro di sondaggio (prove penetrometriche dinamiche (SPT), dilatometriche e pressiometriche, nonché prove di permeabilità Lefranc e Lugeon)
- prove di laboratorio
- prove geofisiche

Ai fini delle problematiche geotecniche relative alla progettazione di opere all'aperto, le formazioni caratterizzate sono state così suddivise:

- Depositi superficiali: Accumuli di Frana/Depositi di Versante originati dalla Formazione di Monghidoro [**a-dt**]<sub>MOH</sub> e dalle Arenarie tipo Scabiazza [**a-dt**]<sub>SCB</sub>, Depositi alluvionali recenti e terrazzati [**B**];
- Formazioni intermedie: Strato di alterazione e coltri di frana/versante dell'Unità Argilloso-Calcareo [**AVC'**] (Unità Sestola-Vicidiatico); strato di alterazione delle Formazioni di Monteverene e di Monghidoro [**MOV'**], [**MOH'**] (Unità tettonica di Monghidoro); delle Arenarie tipo "Scabiazza" [**SCB'**] (Unità Tettonica Leo); strato di alterazione e coltri di frana/versante delle Argille a Palombini [**APA'**] (Unità Tettonica Leo).
- Formazioni di substrato: Unità Argilloso-Calcareo [**AVC**] (Unità Sestola-Vicidiatico), Formazioni di Monteverene e di Monghidoro [**MOV**], [**MOH**] (Unità tettonica di Monghidoro); Argille a Palombini [**APA**] (Unità Tettonica Leo).

La caratterizzazione dei terreni presenti lungo il tracciato autostradale è stata ottenuta mediante l'analisi delle informazioni deducibili da:

- raccolta e analisi delle stratigrafie dei sondaggi eseguiti nelle campagne di indagini geognostiche svolte;
- interpretazione delle indagini sismiche e delle prove eseguite in situ;
- interpretazione ed analisi delle prove di laboratorio eseguite su campioni di terreno, indisturbato e non, prelevati nei sondaggi a carotaggio continuo;
- confronto dei risultati ottenuti dalla caratterizzazioni di materiali simili presenti nei lotti adiacenti.

Sulla base delle informazioni e dei dati a disposizione, è stato possibile caratterizzare le formazioni incontrate lungo il tracciato autostradale, adottando i criteri di seguito riassunti:

- suddivisione dei campioni prelevati dalla coltre superficiale rispetto a quelli estratti dal substrato alterato; la suddivisione è stata condotta sulla base delle evidenze riscontrate nell'analisi delle stratigrafie e seguendo le indicazioni deducibili dall'interpretazione delle indagini sismiche;
- medesima suddivisione per le prove effettuate in situ;
- ove necessario, suddivisione granulometrica dei campioni a disposizione (in modo da distinguere differenti componenti in funzione del contenuto in fine nell'ambito della medesima formazione) e analisi delle caratteristiche fisiche e di plasticità;
- interpretazione dei risultati delle proprietà fisiche ottenute dalle prove di laboratorio e dei risultati delle prove (SPT) in funzione della profondità, mediante correlazioni di letteratura, in modo da ottenere valori caratteristici degli indici di resistenza e dei parametri di deformabilità dei materiali;
- interpretazione e confronto delle prove sperimentali a disposizione (risultati di prove di taglio diretto, residuo, TX-UU, edometriche, ecc.) con i valori ottenuti dall'interpretazione fatta mediante correlazioni presenti in letteratura (da  $N_{SPT}$ , caratteristiche di plasticità, ecc.);
- taratura e riscontro dei parametri caratteristici di resistenza ottenuti delle formazioni analizzate mediante opportune back-analyses eseguite su sezioni in prossimità delle opere maggiori presenti lungo il tracciato.

La caratterizzazione geotecnica è descritta nel dettaglio nella relazione geotecnica dedicata.

## **6. IDROLOGIA E IDRAULICA**

### **6.1 GENERALITÀ**

Nell'ambito del progetto PREVAM, è stata effettuata un'analisi sintetica volta all'individuazione degli elementi idrologici ed idraulici di partenza, sulla base dei quali è stato sviluppato il progetto esecutivo. Nel presente capitolo si individuano il reticolo idrografico interferente, le metodologie idrologiche e le tipologie d'intervento da applicare nella progettazione delle sistemazioni idrauliche e del sistema di drenaggio della piattaforma.

### **6.2 AUTORITÀ DI BACINO**

L'area di intervento ricade nell'area della ex Autorità di Bacino del Fiume Reno che, con l'entrata in vigore del D.M. del 25 Ottobre 2016, è confluita nell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po.

L'autorità di bacino competente per territorio è ora l'Autorità di Bacino del Fiume Po, istituita, come per altri bacini idrografici di rilievo nazionale, con la legge 183/89 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo", (art.12). La pubblicazione, sulla Gazzetta Ufficiale n. 183 dell'8 agosto 2001, del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 24 maggio 2001, ha sancito l'entrata in vigore del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico - brevemente denominato PAI - adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001.

I contenuti del PAI si articolano in interventi strutturali (opere), relativi all'assetto di progetto delle aste fluviali, dei nodi idraulici critici e dei versanti, ed interventi e misure non strutturali (norme di uso del suolo e regole di comportamento). In particolare, le misure non strutturali comprendono la definizione e la delimitazione cartografica delle fasce fluviali (Fascia A di deflusso della piena, Fascia B di esondazione, Fascia C di inondazione per piena catastrofica) ai cui vincoli si fa riferimento per la progettazione delle opere autostradali in argomento.

### **6.3 IDROGRAFIA**

Le tipologie di bacini interessate dagli interventi in progetto sono principalmente due:

- Il bacino del Torrente Setta
- I bacini appenninici minori

Per quanto riguarda il bacino del Torrente Setta, questo è interessato principalmente da interventi di sistemazione idraulica dell'alveo. Il Torrente Setta ha un bacino di circa 300Km<sup>2</sup> che si sviluppa a partire dall'Appennino tosco-emiliano fino alla confluenza nel fiume Reno presso Sasso Marconi. Essendo localizzato principalmente nell'Appennino, il bacino del Torrente

Setta risulta poco antropizzato. Il regime del fiume è principalmente a carattere torrentizio con piene che si verificano principalmente in autunno e in primavera. Per informazioni più dettagliate si rimanda ai documenti sviluppati dell'autorità di bacino.

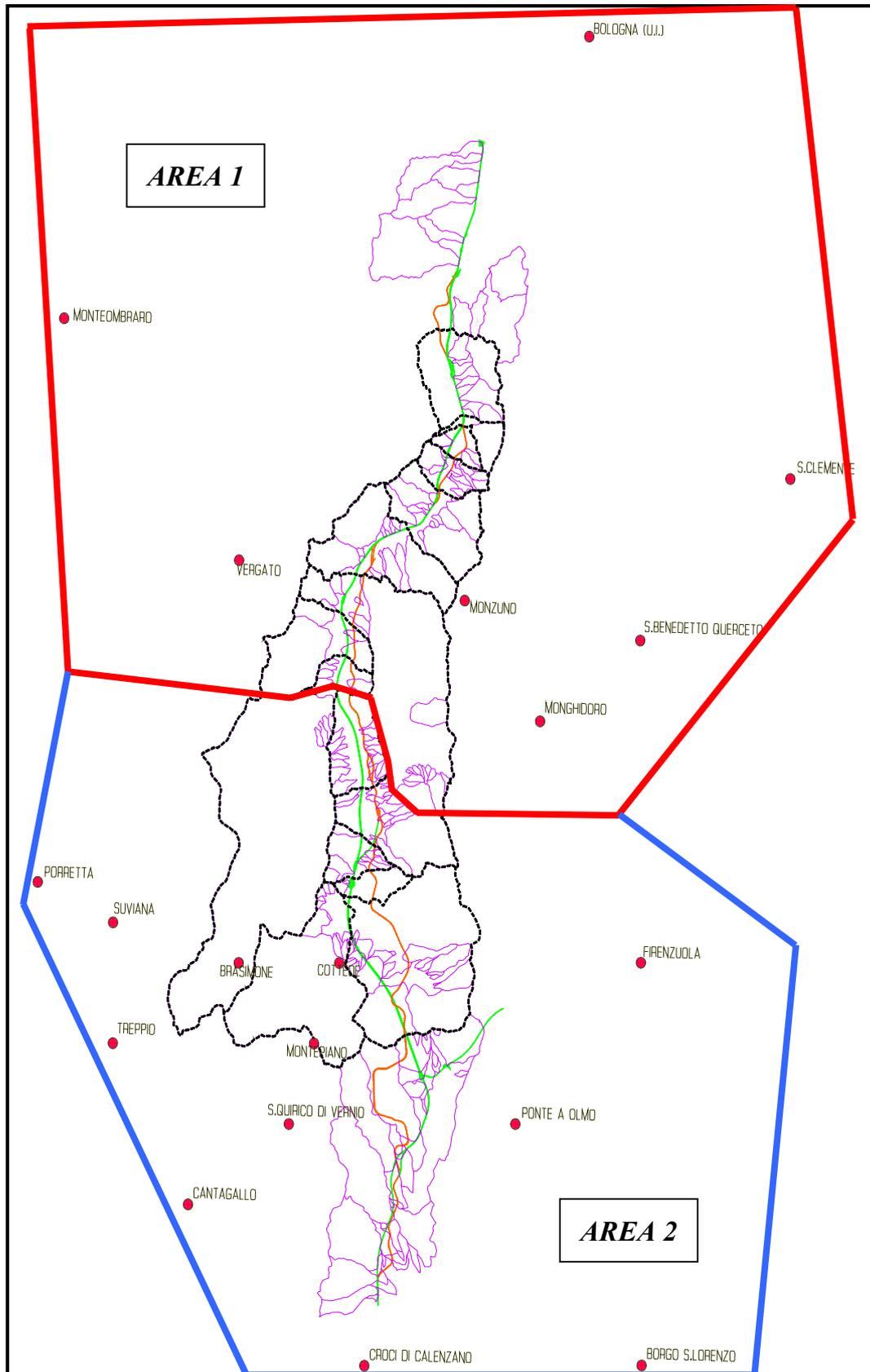
I bacini che insistono sulle viabilità in progetto invece, sono relativi alle zone appenniniche emiliane più alte e più interne ed hanno un'estensione piuttosto contenuta dell'ordine di qualche Km<sup>2</sup>. Sono caratterizzate da dislivelli elevati fra i crinali e gli impluvi adiacenti; presentano versanti piuttosto ripidi e talvolta irregolari, con quote variabili fra i 900 e i 2200 m s.m.; la vegetazione è prevalentemente forestale, caratterizzata dalla dominanza del faggio; oltre il limite superiore della vegetazione arborea predominano cespuglieti e praterie. L'uso attuale del suolo è prevalentemente forestale e a pascolo. Il regime dei corsi d'acqua ed impluvi relativi a questi bacini, è di carattere torrentizio.

#### **6.4 IDROLOGIA**

Al fine di calcolare le portate di progetto si è reso necessario determinare il regime pluviometrico intenso della zona. Quest'ultimo è stato sintetizzato nelle curve di possibilità climatica ottenute statisticamente a partire da registrazioni pluviografiche disponibili.

Nell'ambito dell'intero progetto "Adeguamento del tratto di attraversamento appenninico tra Sasso Marconi e Barberino di Mugello" è stato predisposto uno Studio Idrologico Generale (SPEA, 1999) finalizzato alla determinazione delle precipitazioni intense caratterizzanti la zona in oggetto e dei valori di portata al colmo per i corsi d'acqua interferenti con le infrastrutture in progetto.

Lo studio ha permesso di individuare due aree idrologicamente omogenee (Figura seguente).



Per rendere più agevole la ricerca delle portate dei bacini naturali minori, che rappresentano la totalità dei bacini per questi interventi, è stato condotto da SPEA un ulteriore studio (al quale si rimanda per ogni chiarimento) finalizzato a determinare formule pratiche per il calcolo delle portate di progetto con tempo di ritorno 100 anni.

Dette portate risultano funzione della sola area del bacino e vengono espresse da formule monomie del tipo  $Q=as^b$  che variano secondo la zona omogenea nella quale ricade il bacino medesimo.

I parametri a e b, insieme ai coefficienti di correlazione relativi all'interpolazione delle portate considerate, sono riportati nelle tabelle seguenti.

### Emilia

	$S < 0.4 \text{ km}^2$			$0.4 < S < 2 \text{ km}^2$			$2 < S < 10 \text{ km}^2$			$S > 10 \text{ km}^2$		
	a	b	r	a	b	r	a	b	r	a	b	r
Emilia zona1	24.934	0.8030	0.9848	21.146	0.733	0.8796	23.378	0.626	0.8552	47.412	0.4692	0.983
Emilia zona2	31.845	0.8688	0.9319	26.853	0.799	0.9340	26.479	0.6647	0.9930	47.412	0.4692	0.983

### Toscana

	$S < 4 \text{ km}^2$			$4 < S < 16 \text{ km}^2$			$16 < S < 50 \text{ km}^2$		
	a	b	r	a	b	r	a	b	r
Toscana	30.00	1.00	1.00	45.903	0.708	0.995	56.680	0.619	0.993

Con riferimento alla precedente figura precedente, le aree omogenee 1 e 2 sono ulteriormente suddivise se si considera la zonizzazione richiesta dall'impiego delle formule monomie.

In tal senso, l'Area 1 corrisponde al comprensorio "Emilia zona 1", mentre l'Area 2 è divisa in "Emilia zona 2" e Toscana dalla direttrice Treppio – Brasimone - Cottede.

La formula monomia è stata utilizzata per il calcolo delle portate delle interferenze, ad esclusione del Torrente Setta, con riferimento ai parametri corrispondenti alla zona "Emilia zona 2" dove ricadono le opere in progetto.

Per quanto riguarda il Torrente Setta, invece, sempre facendo riferimento allo Studio Idrologico Generale (SPEA, 1999), è stata utilizzata la portata duecentennale lì calcolata per sviluppare i modelli idraulici in moto permanente e di conseguenza dimensionare le protezioni. Tale portata risulta comunque cautelativa in quanto superiore a quella definita dall'autorità di bacino del Reno.

## 6.5 INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

Le nuove viabilità in progetto interferiscono principalmente con rii appenninici e impluvi che, come detto in precedenza hanno un regime tipicamente torrentizio. Le opere di attraversamento di questi corsi d'acqua sono costituite principalmente da tombini circolari e scatolari di differenti dimensioni. A valle di questi sono previsti dei fossi di ricucitura al reticolo idrografico rivestiti in calcestruzzo per via delle forti pendenze dei versanti, con una parte finale in massi di modo creare delle macroscabrezze e limitare l'energia della corrente in arrivo. La lunghezza del tratto in massi è prevista pari a 5 volte la luce dell'attraversamento.

Per quanto riguarda il Torrente Setta, sono stati previsti alcuni interventi di stabilizzazione dell'alveo al fine di limitare i fenomeni erosivi. Questi interventi sono stati previsti in accoppiamento ad altri interventi geotecnici atti a stabilizzare alcuni corpi di frana presenti nella zona di intervento. Si tratta principalmente di scogliere in massi di cava opportunamente dimensionati al fine di resistere alla forza della corrente. La sommità della scogliera è stata posta 50cm al disopra del livello di piena duecentennale, mentre il piede è stato posto ad almeno 50 cm al disotto della quota minima di fondo alveo per garantire la stabilità dell'opera ed evitare fenomeni di scalzamento.

## 6.6 DRENAGGIO DELLE VIABILITÀ

Le viabilità in progetto prevedono, per i tratti in rilevato e mezzacosta, lo smaltimento diretto delle acque di piattaforma a valle senza elementi di raccolta in modo da limitare il più possibile lo scarico concentrato delle portate a valle e ridurre di conseguenza possibili fenomeni erosivi. Nei tratti in trincea invece è prevista la raccolta mediante elemento marginale costituito da cunetta triangolare tipo "CT1", di larghezza pari a 0,75 m; al termine del tratto in trincea, le acque raccolte dalla cunetta triangolare vengono recapitate al reticolo idrografico minore oppure al fosso di guardia della viabilità.

A maggior tutela della viabilità nei tratti in trincea, è previsto un fosso inerbito di dimensioni 50 x 50 x 50 cm sul lato di monte, mentre a valle è previsto solo in alcuni tratti funzionali allo smaltimento delle acque di piattaforma; la continuità idraulica tra fosso di monte e fosso di valle è garantita da una serie di tombini Ø800 mm.

In alcuni tratti dove il pendio di monte si presenta molto acclive, sono stati inseriti, in alternativa al fosso 50 x 50 x 50 cm, dei tratti con canalina cls rettangolare 50 x 50 x 50 cm al fine di ridurre lo scavo in pendio.

## 7. OPERE TECNOLOGICHE

Le opere previste nel progetto delle opere impiantistiche riguardano la realizzazione dei nuovi impianti d'illuminazione stradale per l'esercizio relativo alle opere compensative del tratto tra La Quercia e Badia Nuova, nello specifico:

- Collegamento Badia Nuova – Sparvo (VS19),
- Ca' Nova – Ca' Serrucce (VS8);
- Ca' Nova – Ca' Brusori (VS8);
- Area di parcheggio località Badia Nuova;
- Area di parcheggio località Montefredente;
- Interventi puntuali S.C. Prediera – Sparvo (percorso pedonale)
- Realizzazione marciapiedi località Pian del voglio

### 7.1 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

Con "impianti di illuminazione esterna" si intende il complesso formato dalle infrastrutture, dalle linee elettriche e dalle apparecchiature necessarie per illuminare la piattaforma stradale e relative pertinenze (marciapiedi, piste ciclabili, intersezioni a raso ed in rotatoria).

Lo standard adottato in progetto prevede la realizzazione di punte luce su palo con corpi illuminanti e lampade a matrici LED di adeguata potenza e curva illuminotecnica diffusiva.

L'altezza dal piano stradale dei corpi illuminanti è prevista a quota 10m, tranne in alcuni casi (come riportato nelle tavole di progetto) ove l'altezza è pari a 8, 6, 4 m. In funzione dell'altezza di posa dei suddetti corpi illuminanti le interdistanze sono state adeguate al mantenimento dei requisiti minimi di norma (L.R. 17/2008 s.m.i.) al fine di garantire il rispetto dei limiti previsti dalla UNI 11248 secondo la classe illuminotecnica stradale verificata nella relazione di calcolo di progetto

Le principali attività per la realizzazione degli impianti di illuminazione esterna riguardano:

- Fornitura e posa in opera dei quadri da esterno per gestione circuiti luce, comprensiva delle opere civili di relative alla predisposizione del basamento di supporto ed infrastrutture di distribuzione circuiti in cavo elettrico ai punti luce;
- Fornitura e posa in opera dei punti luce sopra menzionati comprensivi dei pali di supporto, degli sbracci orizzontali, dei basamenti prefabbricati in cls per sostegno degli stessi e dei pozzetti di sezionamento cavi elettrici completi di chiusino in ghisa carrabile; in alcuni casi, come evidenziato dagli elaborati grafici, i supporti dei pali di illuminazione previsti sono del tipo metallico reggipalo installati su opere civili (muri di controripa, ecc.);

- Fornitura e posa in opera dei cavi di alimentazione
- Fornitura e posa dei corpi illuminanti;

## 7.2 DISTRIBUZIONE ELETTRICA

L'alimentazione elettrica sarà predisposta a partire da punto di consegna primaria preventivamente definita con i seguenti enti preposti:

- Ente erogatore energia elettrica locale
- Ente locale addetto all'esercizio e manutenzione degli impianti di illuminazione esterna

La fornitura primaria è definita con le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione nominale: 230/400 V
- Distribuzione: 3F+N
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Sistema di distribuzione: TT
- Corrente di corto circuito presunta nel punto di consegna: 10 kA

La caduta di tensione ammessa alle singole utenze (punti luce) è fissata al 4% del valore nominale secondo norma CEI 64.8; la rete di distribuzione elettrica è stata dimensionata con l'intenzione di rispettare tale valore nominale.

Presso i punti di consegna elettrica primaria, che saranno concordati con gli enti preposti, verranno predisposte le strutture necessarie alla funzionalità operativa degli impianti di illuminazione e comprenderanno:

- Armadio stradale da esterno a doppio vano per il contenimento degli apparati di sezionamento e misura a cura dell'ente erogatore (vano 1), nonché l'interruttore lato utente (vano 2) per il sezionamento e protezione alle linee di alimentazione quadri secondari di distribuzione ai punti luce (come riportato nelle tavole grafiche di progetto).

La distribuzione elettrica ai punti luce verrà realizzata mediante opportuni armadi stradali attrezzati con gli interruttori magnetotermici di sezionamento e gli ausiliari di accensione realizzati mediante interruttori astronomici.

Il posizionamento di tali armadi è indicato nelle planimetrie sopra accennate con descrizione QD.PI e la relativa numerazione identificativa.

La distribuzione è prevista con metodo trifase (LLLN) a 400 Vca, mentre la connessione dei singoli punti luce è realizzata con connessione monofase (LN) mediante muffola di derivazione alla base del punto luce stesso da realizzarsi all'interno di apposito pozzetto.

Nel dimensionamento della distribuzione elettrica si è tenuto conto della opportuna rotazione delle singole fasi (R-S-T) al fine di ottenere un adeguato bilanciamento dei carichi sulle stesse. In alcuni casi, come riportato negli elaborati progettuali, l'intervento delle opere impiantistiche riguarda l'ampliamento di una rete esistente. In tali casi, valutando le diverse implementazioni e analizzando le differenti perdite di carico dettate da suddetto ampliamento, sono stati predisposti opportuni collegamenti alla linea esistente mediante muffola di giunzione entro pozzetto base palo di illuminazione esistente, incrementando la sezione del cavo di distribuzione per poter evitare un aggravio alla linea esistente.

## **8. ARCHEOLOGIA**

Nella nota n. 7689 del 3/04/2017, la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara, prende atto che le indagini preventive verranno postecipate al momento in cui le aree saranno disponibili, con l'impegno a completarle prima dell'inizio delle attività.

Sono state concordate le modalità dell'intervento con il funzionario responsabile, e comunicati i nominativi dei professionisti con l'incarico della realizzazione delle indagini, che inizieranno probabilmente entro il mese di aprile p.v.

## 9. L'INFRASTRUTTURA IN PROGETTO

### 9.1 VS19 COLLEGAMENTO BADIA NUOVA - SPARVO

#### 9.1.1 IL PROGETTO STRADALE

Il presente intervento denominato "Collegamento Badia Nuova - Sparvo (VS19)" è ubicato nel tratto appenninico Tosco-Emiliano e precisamente collocato nel comune di Castiglione dei Pepoli.

Il progetto consiste nella realizzazione di una viabilità di montagna, di sviluppo complessivo pari a circa 4,5 km e con una sezione pavimentata corrente di 5.50m, che collega la località Badia con l'abitato di Sparvo; tale itinerario è alternativo a quello attualmente in uso (di maggiore lunghezza) che corre più a monte lungo la via Sparvo.

Per gran parte del suo sviluppo il collegamento di progetto ripercorre le esistenti viabilità VS19 e VS8 realizzate nell'ambito dei lavori dei lotti 6 e 7 della cosiddetta Variante di Valico (adeguamento dell'Autostrada A1 del tratto di attraversamento Appenninico compreso tra Sasso Marconi e Barberino di Mugello).

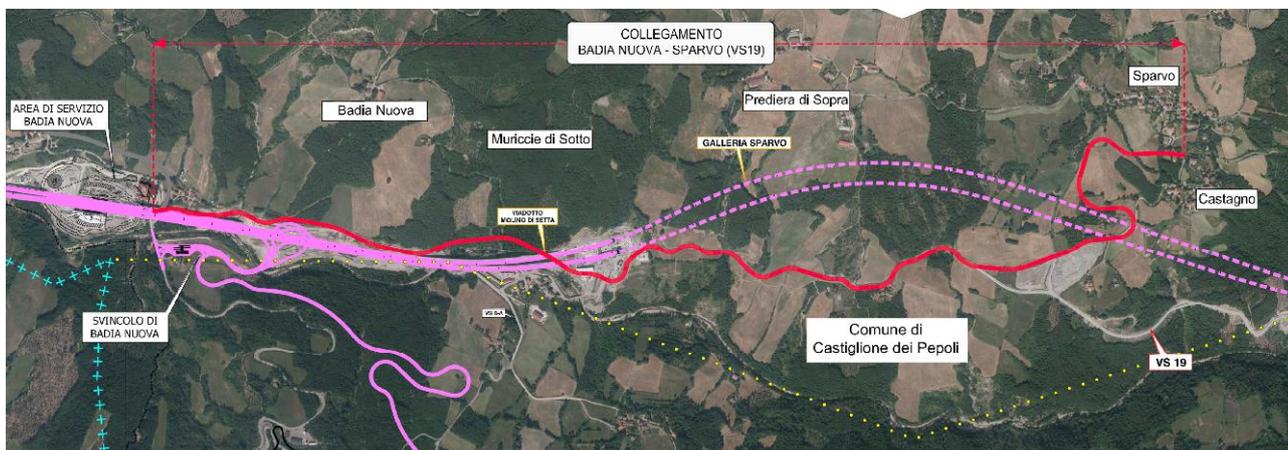


Figura 5 - Inquadramento

Il tracciato in esame si inserisce all'interno di una rete stradale caratterizzata da una maglia irregolare con elevata tortuosità plano-altimetrica poiché fortemente vincolata dalle caratteristiche geomorfologiche tipiche dell'ambito montuoso.

Il territorio risulta poco antropizzato, presenta centri abitati non contigui di piccole dimensioni ed aree residenziali frammentate che talvolta caratterizzate da edifici isolati.

Dal punto di vista geologico il collegamento si colloca in un'area sensibile caratterizzata da importanti fenomeni gravitativi di versante che hanno ulteriormente condizionato la geometria di progetto del tracciato.

#### 9.1.1.1 Descrizione

L'intervento di progetto, di sviluppo complessivo pari a circa 4,5 km, prevede la realizzazione di una strada di montagna con una sezione pavimentata di larghezza corrente pari a 5.50m.

Il progetto è principalmente caratterizzato da interventi di miglioramento delle sedi stradali della VS19 e VS8, inoltre, a nelle parti iniziale e finale dell'intervento, è prevista la realizzazione di due rispettivi tratti in nuova sede funzionali al collegamento con la viabilità esistente.

L'intervento inizia in corrispondenza della località Badia in prossimità dello svincolo Badia della Variante di Valico; il tracciato ripercorre per circa 300m la viabilità provvisoria VS8 afferente all'autostrada garantendo sul lato sinistro il ripristino degli accessi privati e prevedendo un nuovo innesto al parcheggio "Badia nuova" in progetto.

Nel tratto successivo si sviluppa prima in affiancamento all'autostrada e alle rampe dello svincolo di Badia; poi rimane in sinistra idrografica del Torrente Setta con quote di progetto superiori alla piena con tempo di ritorno  $T=200$  anni.

In corrispondenza della progressiva 1+450 la viabilità sottopassa i viadotti autostradali Molino di Setta e si ricollega al sedime della viabilità provvisoria VS19.

Per un tratto di 1,5 km circa l'asse ripercorre sostanzialmente la viabilità di servizio esistente rispetto alla quale sono previsti maggiorazioni di sezione per via degli allargamenti di visibilità per l'arresto.

Nell'ultimo tratto il tracciato ripercorre in parte un'attuale viabilità sterrata per poi proseguire in nuova sede con una curva in sinistra di circa  $180^\circ$  e due successive curve fino a ricollegarsi all'attuale via Sparvo.

Lungo tutto lo sviluppo è previsto il ripristino di numerosi accessi laterali quali innesti di strade secondarie e passi carrabili di accesso diretto ai fondi agricoli e di accesso agli edifici ed alle aree agricole/boscate adiacenti alla viabilità in esame.

### 9.1.1.2 Caratteristiche stradali

In relazione al contesto territoriale, l'intervento in progetto, ai sensi del Decreto Ministero del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 05/11/2001, prot. 6792 - "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", si configura come strada di montagna.

#### Velocità di progetto

Si assume un intervallo di velocità di progetto pari a  $V_p=25-40$  km/h.

#### Sezione stradale

La sezione stradale corrente è composta da una banchina in sinistra da 0.25 m, da due corsie da 2.50 m e da un banchina in destra da 0.25 m, per una larghezza complessiva della sezione pavimentata corrente di 5.50 m.

Si assume in rettilineo una configurazione della piattaforma a falda unica con pendenza 2.5% in relazione alla convenienza del lato di smaltimento delle acque di piattaforma. In curva la pendenza trasversale massima è pari al 6% (strade a frequente innevamento).

Nei tratti di inizio e fine intervento è previsto il raccordo alle pendenze della pavimentazione esistente.

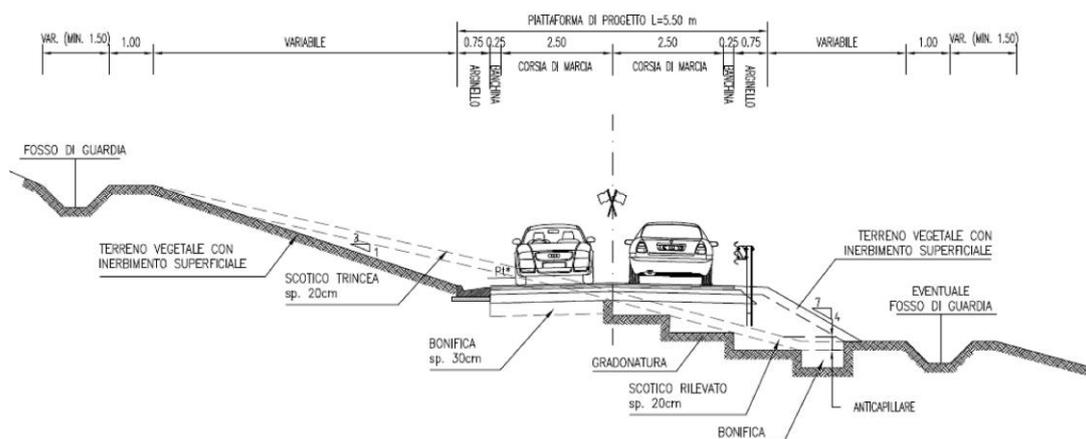


Figura 6 – Sezione tipo viabilità in mezzacosta

### Margini esterni

Lungo i margini esterni in rilevato sono previsti arginelli inerbiti da 0.75m (l'eventuale barriera di sicurezza metallica sarà installata mediante paletti ad infissione maggiorata), mentre nei tratti in trincea è prevista l'installazione di cunette alla francese sempre di larghezza 0.75m.

In relazione alla contenuta larghezza della sezione pavimentata e al fine di evitare scarichi concentrati, si è previsto di realizzare l'arginello a raso in modo da assicurare una dispersione uniforme dell'acqua di piattaforma

Le scarpate di progetto in rilevato sono previste con una pendenza massima 7/4 mentre in trincea le scarpate sono previste con una pendenza massima 3/1. Nei tratti in trincea allo scopo di contenere, ove possibile, l'estensione delle scarpate di progetto in sovrappeso all'esistente, si è adottata, in alcuni tratti una cunetta alla francese con profilo di altezza 0.80m.

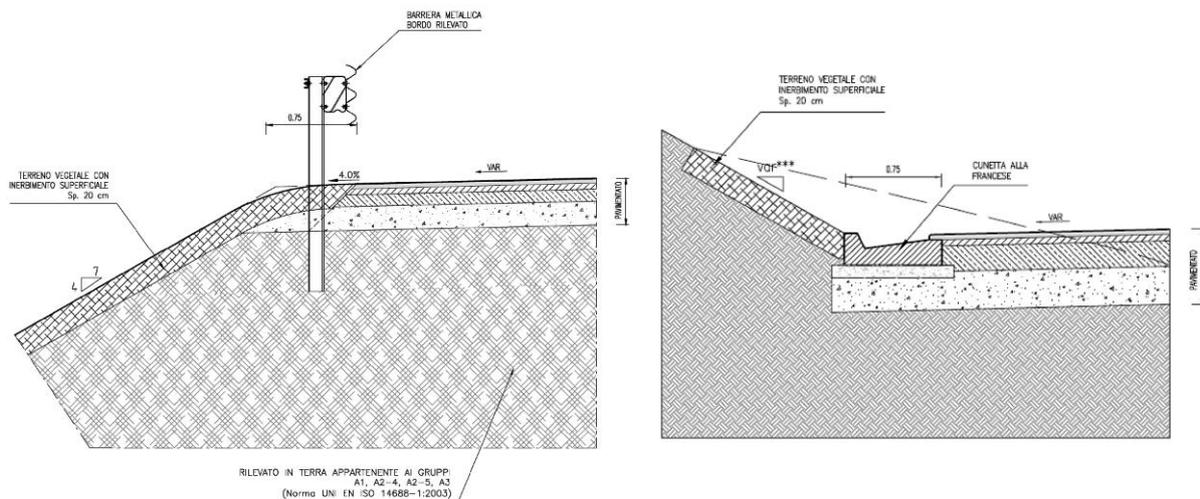


Figura 7 - Sezione tipo margine esterno in rilevato e in trincea

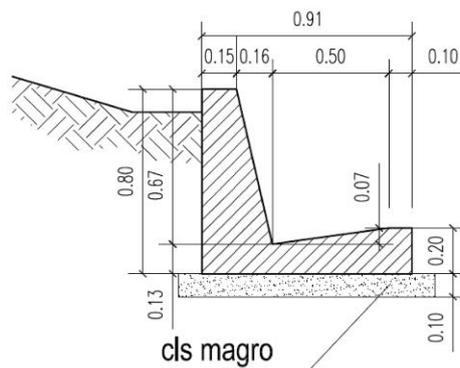


Figura 6 - Sezione tipo cunetta triangolare con profilo alto

### Caratteristiche planimetriche

Il tracciato planimetrico in variante sono caratterizzati da rettifili e curve circolari che assicurano un raggio minimo di 45 m per verificare la velocità di 40 km/h, ad eccezione del caposaldo iniziale in corrispondenza dell'attestamento su via Badia.

### Caratteristiche altimetriche

Nei tratti di intervento in nuova sede la pendenza longitudinale massima è limitata al valore massimo del 10%; puntualmente e per brevi estensioni si è ammesso in accordo alla normativa vigente di incrementare tale valore all'11%. Nei tratti ricadenti su strada esistente vengono sostanzialmente mantenute le attuali pendenze longitudinali.

### Visibilità e allargamenti planimetrici

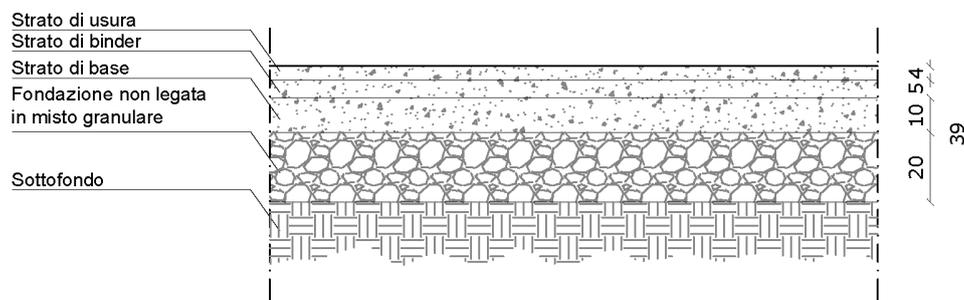
Ad eccezione di eventuali tratti puntuali poiché in presenza di vincoli inamovibili, gli allargamenti planimetrici sono stati previsti al fine di assicurare visibilità per le distanze di arresto calcolate in funzione dall'andamento della velocità.

## 9.1.2 OPERE COMPLEMENTARI

### 9.1.2.1 PAVIMENTAZIONE

Lungo le tratte di intervento, sia nei tratti in nuova sede che in corrispondenza della strada esistente, è previsto un pacchetto di pavimentazione di 39 cm così composto:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi normali di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi normali di 5 cm;
- Base in CB con bitumi normali di 10 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.



*Figura 7 – Sovrastuttura di progetto*

E' inoltre previsto il rifacimento superficiale degli esistenti innesti pavimentati, con un intervento caratterizzato da una fresatura di spessore 4 cm e stesa di uno strato di binder di 5cm e di usura di 4 cm, previa eventuale imbottitura di binder funzionale all'attacco dei piani pavimentati.

In corrispondenza degli innesti esistenti sterrati e degli innesti in nuova sede è prevista l'applicazione del pacchetto di pavimentazione di spessore completo di 39 cm.

### 9.1.2.2 BARRIERE DI SICUREZZA

Lungo il tracciato stradale sarà prevista la posa di dispositivi di contenimento rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione" (D.M. n° 223 del 18/2/1992 e successive modificazioni ed integrazioni).

Per definire le soluzioni tecniche alla base del presente progetto, il Progettista ha preso a riferimento le principali tipologie di barriere, installabili secondo normativa vigente, presenti sul mercato. Quanto rappresentato negli elaborati del progetto delle barriere di sicurezza rappresenta pertanto una esemplificazione atta a definire compiutamente il progetto.

L'Appaltatore dovrà, presentando ai sensi di legge il relativo progetto, individuare ed utilizzare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, barriere installabili secondo quanto previsto dalla normativa vigente (ai sensi del D.M. 28.06.2011 (Gun. 233 del 06.10.2011), dovranno essere installate barriere marcate CE) che possano garantire prestazioni analoghe secondo i criteri definiti nel presente progetto. In conseguenza, tutti i disegni e i dettagli costruttivi dovranno, in fase costruttiva, essere adeguati alle caratteristiche delle barriere effettivamente utilizzate. La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21/06/2004, con riferimento alla classe funzionale a cui appartiene la strada, alla classe di traffico e alla destinazione delle protezioni.

Il tracciato di progetto è vincolato dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio e dalle caratteristiche geometriche della viabilità esistente che presenta un elevato grado di tortuosità piano-altimetrica e si configura ai sensi del DM 67-S del 22.04.04 come "riqualifica e adeguamento di viabilità esistente"; inoltre in relazione al contesto territoriale e alle caratteristiche geometriche di tracciato, la viabilità in esame ricade nel caso delle strade di montagna così come riportato nel D.M. 2001 al "Cap. 1 - definizioni e riferimenti normativi".

L'intervento in esame è pertanto assimilabile a strada locale in ambito extraurbano (tipo F) con velocità di progetto inferiori ai 70km/h, di conseguenza in termini di inquadramento normativo ai sensi dell'art.2 del D.M. n°223 del 18.02.1992, la stessa non ricade nel campo di applicazione della norma.

Infatti, la Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali", al riguardo ha chiarito che:

*"Il campo di applicazione della normativa in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali è definito dall'art. 2 comma 1 del D.M. 223/1992 e riguarda i progetti esecutivi relativi alle strade ad uso pubblico extraurbane ed urbane che hanno velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h. Sono espressamente escluse dal campo di applicazione della norma in argomento le progettazioni inerenti le strade extraurbane ed urbane con velocità di progetto inferiore a 70 km/h".*

In progetto, laddove ritenuto opportuno, si è comunque prevista l'installazione di dispositivi di ritenuta in linea con quanto indicato dalla Circolare stessa:

*"Nei progetti relativi a strade ad uso pubblico che non rientrano invece nel campo di applicazione delle norme richiamate, tenuto conto delle specifiche condizioni locali in termini di configurazione dello stato dei luoghi e di circolazione, qualora sia previsto anche un intervento sui margini o sui dispositivi di ritenuta, il progettista dovrà comunque valutare le situazioni ove si rendono necessarie protezioni in relazione alla presenza od all'insorgenza di condizioni di potenziale pericolo".*

In particolare:

- sono state previste barriere di sicurezza a protezione dei rilevati alti (altezza superiore a 3m) e per tutti gli ambiti in presenza di ostacoli (ad es. pali di illuminazione);
- non sono state invece previste barriere di sicurezza nelle sezioni in trincea con sistemazione del margine laterale con cunetta triangolare con profilo alto.
- Riguardo alle classi minime da adottare per le barriere di sicurezza nelle diverse destinazioni (bordo laterale e bordo ponte), in assenza di dati di traffico a favore di sicurezza, si è fatto riferimento a quanto indicato dal D.M. 21/06/2004 all'art. 6 per strade locali (F) e condizioni di traffico di tipo III, come riportato nel terzo rigo della tabella seguente.

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico a	Barriere bordo laterale b	Barriere bordo ponte c
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	<b>III</b>	<b>H1</b>	<b>H1</b>	<b>H2</b>

*Tabella 4: classi minime di barriere per strade urbane di quartiere*

Di conseguenza, per la protezione del bordo laterale sono previsti in progetto dispositivi di classe H1 in linea con i criteri della tabella sopra riportata.

La tipologia delle barriere per bordo laterale è quella di barriere metalliche a nastri e a paletti infissi, caratterizzate da un livello di severità di classe A.

I dispositivi metallici a paletti infissi dovranno avere una larghezza non inferiore 30cm per consentirne la corretta installazione in relazione alla presenza sul margine di cordolature ed altri elementi facenti parte del sistema di smaltimento idraulico delle acque di piattaforma. Inoltre, considerando che gli arginelli hanno larghezza minima di 75cm le barriere dovranno

avere una larghezza totale del dispositivo non superiore a 50cm, in modo da consentire l'installazione del palo nel tratto sub-orizzontale dell'arginello stesso.

Tutti i dispositivi impiegati dovranno avere caratteristiche di deformazione compatibili con il posizionamento degli elementi di arredo funzionale (ad es. pali di illuminazione).

Le barriere di progetto sono state previste cercando di garantire in progetto sviluppi di barriera pari alla lunghezza minima di funzionamento dei dispositivi ( $L_f=90$  m ca.), questo compatibilmente con la presenza di vincoli inamovibili quali accessi esistenti, che in alcuni casi hanno vincolato l'estensione massima della protezione effettivamente installabile ad una lunghezza inferiore.

Tale soluzione progettuale è stata ritenuta percorribile in ragione anzitutto delle basse velocità di percorrenza che caratterizzano la viabilità in oggetto, viabilità con velocità di progetto sempre inferiore ai 70km/h e quindi, ai sensi dell'art. 2 del D.M. n°223 del 18.02.1992, ricadente fuori dal campo di applicazione della norma. In progetto, è stata comunque prevista un'adeguata protezione dei margini laterali compatibilmente con i vincoli esistenti e in relazione alle basse velocità di progetto che caratterizzano i tratti di strada in esame. In particolare, sulla base delle informazioni disponibili al progettista in merito alle performance dei dispositivi attualmente presenti sul mercato, è stata prestata particolare attenzione affinché gli sviluppi minimi ( $L \geq 36$ m) dei dispositivi previsti in progetto risultassero in genere superiori, a quanto desumibile dai crash test con il mezzo pesante, relativamente alle grandezze lunghezza di contatto e lunghezza del tratto di barriera effettivamente deformata.

Per quanto riguarda l'installazione delle barriere da bordo laterale con paletti infissi si è fatto riferimento a quanto indicato nell'art. 6 del DM 21.06.04, che prescrive di adattare il supporto dei dispositivi di ritenuta alle caratteristiche della sede stradale ove questi sono installati.

Lo studio per definire le modalità di installazione nelle diverse condizioni ha riguardato due aspetti distinti:

- una verifica di natura geotecnica mirata a definire la profondità di infissione necessaria affinché il terreno risultasse in grado di offrire un resistenza almeno pari a quella delle condizioni di riferimento;
- una verifica di natura geometrica per valutare le condizioni di rollio potenzialmente associabili ad un mezzo in svio per una data configurazione geometrica dell'arginello.

In appendice è riportato il calcolo della profondità d'infissione necessaria ad assicurare il corretto funzionamento della barriera nel caso di arginello di larghezza minima 75 cm. Il calcolo della profondità di infissione è stato effettuato con riferimento alle caratteristiche

costruttive delle barriere riportate nell'appendice alla presente relazione; qualora al momento dell'effettiva realizzazione delle opere, l'impresa Appaltatrice intendesse utilizzare barriere aventi requisiti prestazionali e dimensionali non rientranti nel campo assunto a riferimento, sarà sua cura ed onere dimostrare l'idoneità del prodotto in fornitura.

L'infissione maggiorata dei paletti è da considerarsi una modifica di prodotto ai sensi dell'Allegato ZA della UNI EN 1317-5. Il dispositivo di sicurezza adottato discenderà pertanto da un prodotto esistente dotato di marcatura CE per il quale un ente certificatore regolarmente accreditato abbia rilasciato l'estensione del marchio CE anche per la modifica introdotta (pali di lunghezza maggiorata). Tale procedura investe quindi il produttore del dispositivo e l'ente certificatore.

### 9.1.2.3 SEGNALETICA

Il progetto prevede la costituzione di un sistema segnaletico armonico integrato ed efficace, in grado di garantire, un elevato livello di sicurezza e fluidità della circolazione veicolare. Si ritiene, infatti, che dotare la viabilità di una segnaletica che tenga in debito conto la prestazione percettiva dell'utente, e dunque avente idonee caratteristiche di visibilità, cospicuità e leggibilità possa evitare confusione e incertezza nella valutazione dell'utente, riducendo il rischio di manovre errate o effettuate in tempi inadeguati.

La segnaletica stradale – orizzontale e verticale – viene impostata secondo le prescrizioni della Normativa Vigente:

- **D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i..** "Nuovo codice della Strada"
- **D.P.R. n. 495/92 e s.m.i..** "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada".
- **DIRETTIVA 24.10.2000** "Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione" (G.U. 28 dicembre 2000, n. 301)
- **D.M. 10.07.2002** "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo" (G.U. N. 226 del 26.09.2002)
- **Norme UNI**
  - UNI EN 1463-1: 2004
  - Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catarifrangenti - Requisiti delle prestazioni iniziali;

- UNI EN 1423: 2012
  - Materiali per segnaletica orizzontale - Materiali da postspruzzare - Microsfere di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele
- UNI TR 11670: 2017
  - Linea guida per la definizione dei requisiti tecnico-funzionali della segnaletica orizzontale
- UNI EN 1436: 2008
  - Materiali per segnaletica orizzontale – Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada;
- UNI EN 12899:2008 Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale:
  - Parte 1: Segnali permanenti
  - Parte 2: Delineatori di ostacolo transilluminati
  - Parte 3: Delineatori di margine e dispositivi rifrangenti
  - Parte 4: Controllo di produzione in fabbrica
  - Parte 5: Prove iniziali di tipo

## SEGNALETICA VERTICALE

In particolare l'art. 77 del "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada" (D.P.R. n. 495/92) in attuazione all'art 39 del "Nuovo codice della Strada" (D. Lg.vo n. 285/92) stabilisce le informazioni che deve contenere il progetto e in particolare deve:

- fornire le *informazioni agli utenti della strada* al fine di ottenere un sistema armonico, integrato e efficace a garanzia della *sicurezza* e della *fluidità della circolazione*;
- tener conto delle *caratteristiche delle strade* e della loro *classificazione tecnico-funzionale*, delle velocità praticate e dei *prevalenti spettri di traffico* a cui la segnaletica è rivolta;
- comunicare con sufficiente anticipo agli utenti della strada la presenza di *pericoli, prescrizioni, indicazioni* ed altre informazioni utili al fine di scongiurare comportamenti scorretti, andamenti incerti e pericolosi spesso causa di sinistri;
- Inoltre nello stesso articolo si stabilisce che le informazioni da fornire agli utenti della strada per mezzo dei segnali stradali devono essere stabilite dagli enti proprietari secondo uno specifico progetto, di concerto con gli enti proprietari delle strade limitrofe e vieta l'uso di segnali diversi da quelli previsti nel Regolamento.

Per quanto non espressamente di seguito previsto si rimanda al "Capitolato Speciale D'appalto – Parte II".

### Marchatura CE per la segnaletica verticale

Il **1° gennaio 2013** è entrata in vigore, dopo gli anni previsti di coesistenza con le varie norme nazionali, la norma europea EN 12899-1:2007, con la pubblicazione in lingua italiana della UNI EN 12899-1:2008, che impone la marchiatura CE obbligatoria su tutti i segnali verticali permanenti per il traffico stradale prodotti e commercializzati nei paesi dell'Unione Europea.

La norma in Italia è entrata automaticamente in vigore il 1° gennaio 2013, senza necessità di ulteriori Decreti attuativi, in quanto ha lo status di norma nazionale, con la conseguenza che la sua applicazione è obbligatoria e cogente e pertanto da tale data, fermo restando la validità dei segnali verticali permanenti già installati precedentemente, non possono più essere prodotti, commercializzati e quindi posati sul territorio nazionale ed europeo segnali verticali permanenti senza marchiatura CE.

Inoltre in conformità alla norma UNI EN 12899-1, la certificazione di conformità CE dovrà riguardare il segnale completo, compresi i sostegni.

### Pellicole e Garanzie

Per il tratto stradale in oggetto, dovranno essere posati impianti segnaletici esclusivamente costituiti da segnali aventi pellicole di classe 2 ad alta risposta luminosa e di classe 2 microprismatica per le targhe di indicazione.

Le caratteristiche colorimetriche ed il fattore di luminanza  $\beta$  dovranno essere conformi ai valori contenuti nei prospetto 1 (classe 1) e 2 (classe 2) della EN12899-1 e alla tabella 2 della ETA-12/0328 per le pellicole a microprismi.

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa, misurata strumentalmente con un angolo di divergenza di 20' e un angolo di illuminazione di 5°, non deve essere inferiore ai valori (ridotti del 70% per i colori serigrafati ad eccezione del bianco) riportati nelle tabelle della EN12899-1 per la classe 1 (prospetto 3) e per la classe 2 (prospetto 4) e della tabella 2 della ETA-12/0328 per le pellicole ai microprismi.

### Strutture di sostegno

I sostegni per cartelli e targhe di superficie inferiore a 6 m<sup>2</sup> saranno in ferro tubolare Ø 60mm, in configurazione a palo singolo, multipalo o multipalo con controvento, zincati a caldo per immersione. Le dimensioni di ogni sostegno vengono riportate nelle planimetrie di progetto.

I sostegni saranno muniti di un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno. La chiusura superiore avverrà mediante apposizione di cappello in plastica.

Le dimensioni delle fondazioni per ciascun tubolare è prevista che non sia inferiori a 50 x 50 cm di base e 70 cm di altezza.

### Staffe per fissaggio ai sostegni

Tutte le staffe di qualsiasi tipo utilizzate per il fissaggio dei segnali ai sostegni, devono essere in lega di alluminio estruso e la relativa bulloneria in acciaio inox.

Per quanto riguarda impianti bifacciali il fissaggio dei segnali ai relativi sostegni dovrà essere effettuato utilizzando solo ed esclusivamente le apposite staffe bifacciali.

### SEGNALETICA ORIZZONTALE

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137÷155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. L'art.137 del Regolamento infatti recita che: "Tutti i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari".

In particolare, "i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione". Di seguito si da una breve descrizione delle "caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di antiscivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, nonché dei metodi di misura di dette caratteristiche". Per quanto non riportato si rimanda al "Capitolato Speciale D'appalto – Parte II".

### Requisiti e livelli prestazionali

Al momento della posa dovrà essere verificato che siano garantite le seguenti prestazioni.

Retroriflettanza: coefficiente di luminanza retro riflessa per visibilità notturna in condizioni d'illuminazione artificiale del segnale asciutto, **RL  $\geq$  150 mcdxm2xlx-1** (classe R3 da prospetto 3 della UNI EN 1436/08).

Colore: le coordinate cromatiche x, y per segnaletica orizzontale asciutta devono trovarsi all'interno delle regioni definite dai vertici forniti nel prospetto 6 della UNI EN 1436/08.

prospetto 6 Vertici delle regioni delle coordinate cromatiche per segnaletica orizzontale bianca e gialla

Vertici N°		1	2	3	4
Segnaletica orizzontale bianca	x	0,355	0,305	0,285	0,335
	y	0,355	0,305	0,325	0,375

Resistenza al derapaggio:  $SRT \geq 50$  ( classe S2 da prospetto 7 UNI EN 1436/08).

### Dimensioni e materiali da impiegare per segnaletica orizzontale

Per quanto concerne le dimensioni, è stato previsto quanto di seguito:

- strisce continue di margine di larghezza pari a 12 cm;
- strisce di separazione dei sensi di marcia continua di larghezza pari a 10 cm;
- strisce per delimitare delle corsie piazzole di sosta, tipo "f" di larghezza pari a 12 cm
- Zebrature di presegnalamento di isole di traffico o di ostacoli lungo la carreggiata di larghezza pari a 40 cm con intervalli di 80 cm;
- Frece direzionali e simboli sulla pavimentazione secondo le dimensioni indicate dal regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati in base ai seguenti tipi:

#### • **Pitture:**

Si suddividono in due famiglie:

1 - idropitture con microsfere di vetro postspruzzate(\*);

L'idropittura è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.

2 - pitture a freddo con microsfere di vetro postspruzzate(\*);

La pittura a freddo è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei.

(\* Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate "CE" come definito dalla norma UNI EN1423:2004.

- **Termoplastico con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate(\*):**

Il materiale termoplastico è un prodotto verniciante costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di

vetro premiscelate, privo di solvente e fornito in uno o più componenti applicati con attrezzature

appropriate.

(\*) Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate "CE" come definito dalla norma UNI EN1423:2004.

- **Laminati elastoplastici (nastro stradale elastoplastico preformato)**

Si suddividono in tre classi di applicazione:

1 - per applicazioni provvisorie;

2 - per applicazioni poco sollecitate;

- per applicazioni altamente sollecitate

**d) Colato plastico bicomponente a freddo, a base resine metacriliche esente da solventi**

Questo pitture è costituita da due tipi di prodotto:

- il primo ha al suo interno una miscela di cariche (calcari, dolomite e quarzite) che forniscono resistenza al materiale, un legante (costituito da resine acriliche), dei pigmenti (con la funzione di donare colore al prodotto), e delle microsfere di vetro che, immerse al 60% nel materiale, generano la retroriflettenza. Il prodotto non contiene solventi volatili.

- il secondo è un attivatore costituito da perossidi organici: ha lo scopo di solidificare il materiale

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137÷155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. L'art.137 del Regolamento infatti recita che: "Tutti i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di

notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari”.

In particolare, “i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione”.

### 9.1.3 OPERE D'ARTE MINORI

Le opere minori previste nell'ambito dell'intervento sono costituite principalmente da opere di controripa/sostegno e da opere di attraversamento idraulico, oltre a eventuali opere provvisionali o di presidio.

#### 9.1.3.1 OPERE DI SOSTEGNO/CONTRORIPA

Nel caso specifico è prevista un'unica opera di controripa posta a monte della viabilità di progetto e tra questa e il piazzale di imbocco della Galleria Sparvo (facente parte del realizzando tracciato della A1bis - Variante di Valico) per uno sviluppo complessivo di 164 m. Il muro di controripa MC101 in gabbioni ha altezza 3m (L=132 m) e 2m (L=32 m).

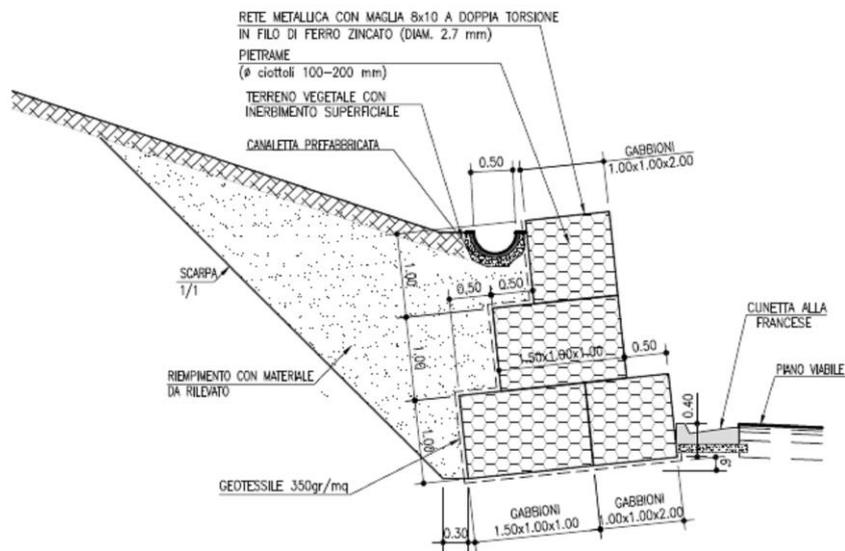


Figura 8 - Sezione trasversale muro in gabbioni H = 3m

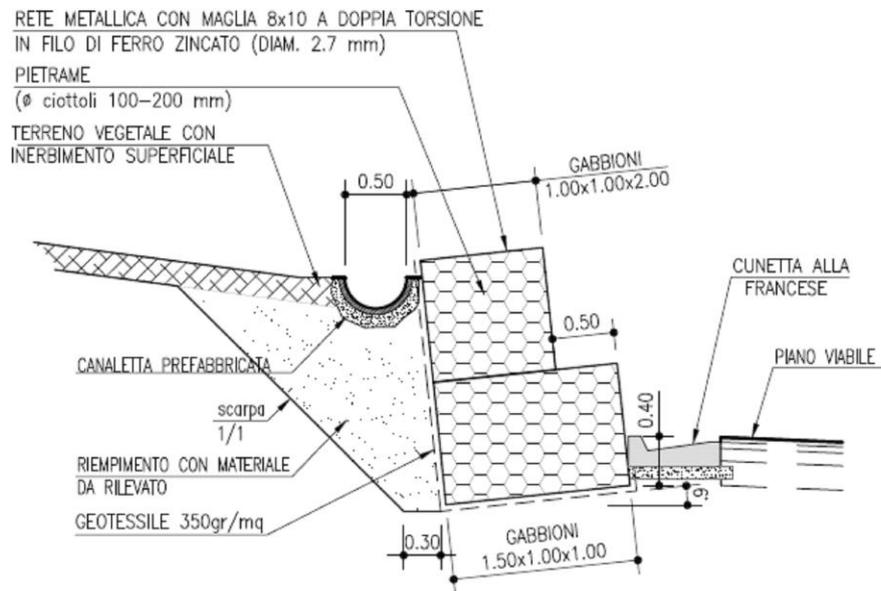


Figura 9 - Sezione trasversale muro in gabbioni H = 2m

Tra le progressive 1+240 e 1+420 (SC101) è prevista la realizzazione di setti in cls con la funzione di:

- ridurre le deformazioni indotte sulla viabilità dai movimenti di versante;
- migliorare le caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione della sede stradale.

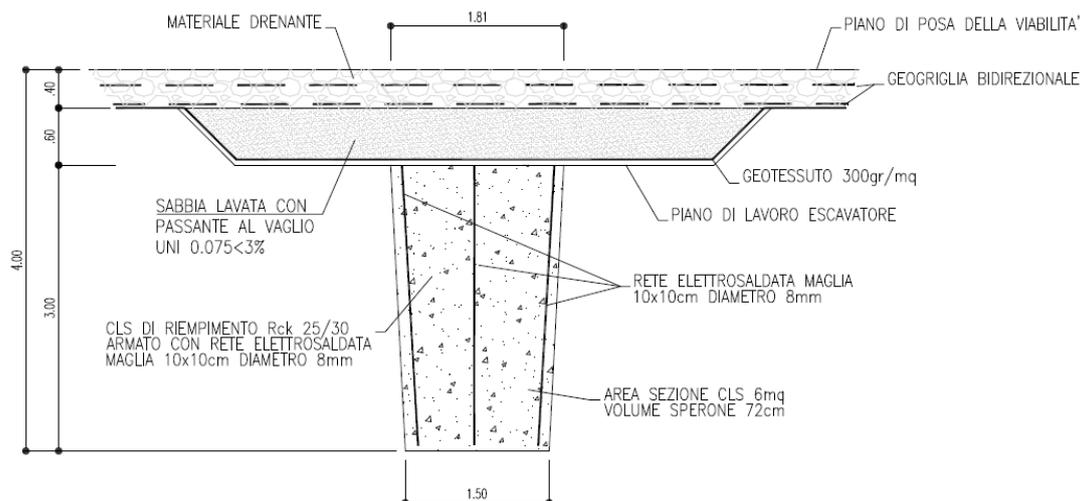


Figura 10 - Sezione trasversale tipo intervento setti in cls

Tra le progressive 2+160 e 2+280 è previsto un intervento di sistemazione della sede stradale schematicamente articolato come segue.

1. Realizzazione di una paratia di pali di grande diametro ( $\varnothing = 1000\text{mm}$ ,  $L = 20.00\text{m}$ ), disposti a interasse  $i = 1.40\text{m}$ , collegati in testa da un cordolo in c.a. (larghezza  $1.40\text{m}$  e altezza  $1.50\text{m}$ ) e tirantati con 1 ordine di tiranti a 5 trefoli ( $L_{\text{bulbo}} = 16.00\text{m}$ ,  $L_{\text{libera}} = 14.00\text{m}$ ) posti a interasse  $i = 2.80\text{m}$ . La paratia si estenderà tra la pk 2+160 e la pk 2+280 della viabilità VS19, a monte e valle del tombino esistente.
2. Realizzazione del fosso di guardia.
3. Rifacimento della pavimentazione stradale per tutto il tratto interessato dalla realizzazione della paratia di pali.

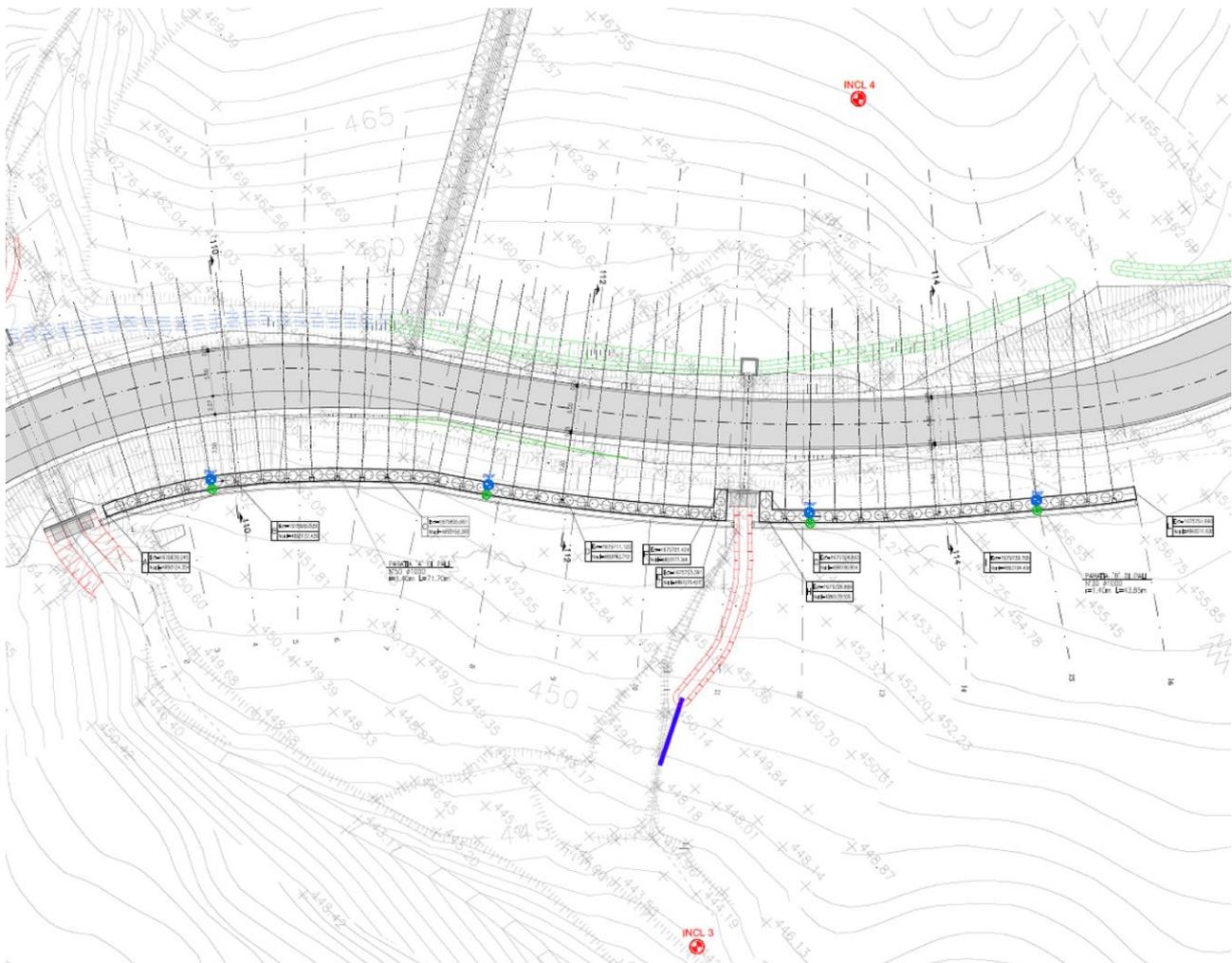


Figura 11 – Stralcio planimetrico paratia

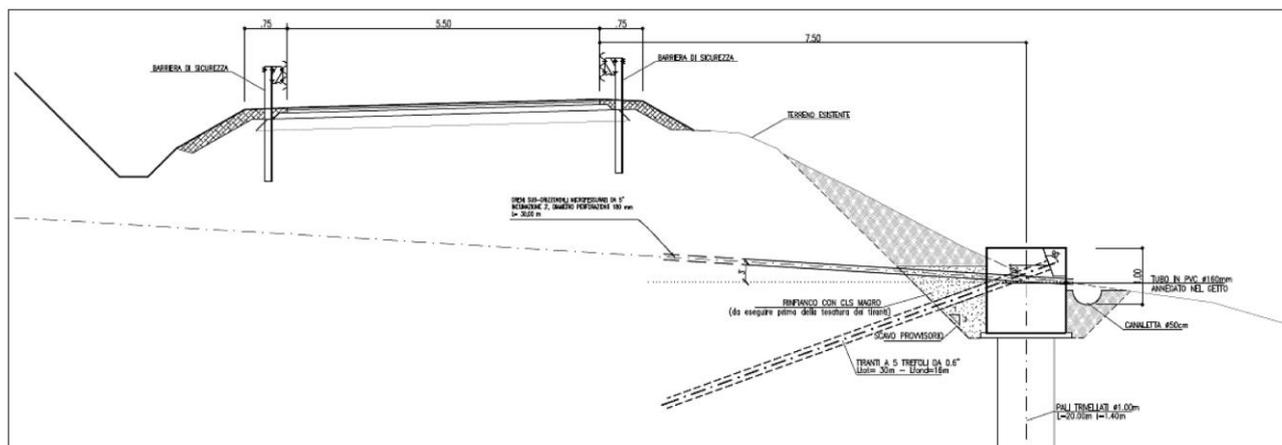


Figura 12 – Sezione trasversale tipo intervento paratia

È previsto, inoltre, in corrispondenza delle progressive 1+230 e 1+260 (MS01 nelle planimetrie di progetto) e tra le progressive 1+380 e 1+430 (MS02 nelle planimetrie di progetto) la realizzazione di muri di sostegno in gabbioni di altezza pari a 2 m; si riporta, di seguito, la sezione trasversale tipo.

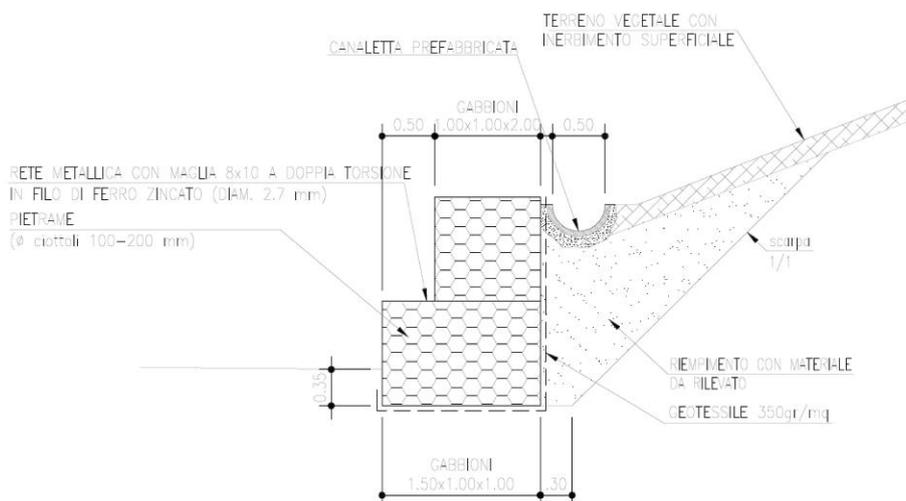


Figura 13 – Muro di sostegno (MS101-MS102) in gabbioni H = 2m

È previsto, inoltre, in corrispondenza del tratto compreso tra le progressive 1+520 e 1+600 un intervento di rimodellamento del versante a valle della strada, volto a ridurre fenomeni puntuali di intabilità dovuti all'anadamento irregolare del versante caratterizzato in quel tratto dalla presenza di terreno di riporto.

### 9.1.3.2 OPERE IDRAULICHE

Come descritto in precedenza, un aspetto fondamentale è stato l'analisi dei tombini esistenti e delle sistemazioni idrauliche, per garantire un adeguato deflusso delle acque meteoriche, in un territorio soggetto a numerosi frane e dissesti.

In particolare lungo l'intero tracciato, compatibilmente con le caratteristiche orografiche del territorio, è stato sempre previsto a monte del tracciato stradale, un fosso trapezoidale 50x50x50 cm inerbito e tale da poter accogliere le acque di versante. In tratti sporadici è previsto un fosso rivestito per permettere il convogliamento delle acque di piattaforma al più vicino recapito

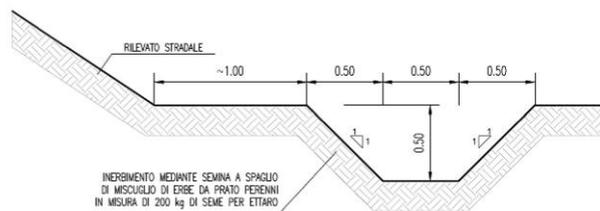


Figura 14 – Esempio fosso di guardia non rivestito

Congruentemente con i principi di progettazione dell'idraulica non è stata prevista la raccolta delle acque lato valle lasciando la stessa superare l'arginello erboso, appositamente realizzato a raso, per defluire nella campagna circostante. Lato monte, nonché in trincea, è stata sempre prevista la canaletta CT1 in grado di raccogliere le acque di piattaforma e recapitarle verso i tombini esistenti e/o previsti a progetto.

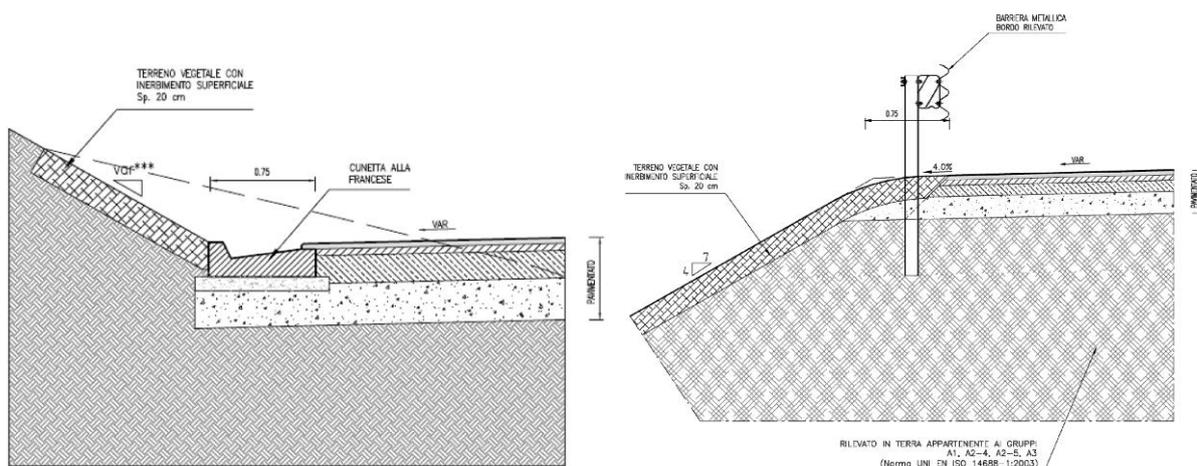


Figura 15 – Scolo delle acque a raso lato valle e con cunetta CT1 a monte

Per quanto riguarda invece le opere idrauliche di attraversamento del solido stradale, sono stati inseriti tombini circolari di diametro variabile da 800 mm a 2000 mm e scatoleari di dimensioni variabili a seconda delle necessità, costituiti da elementi prefabbricati e con testate di monte e di valle in calcestruzzo.

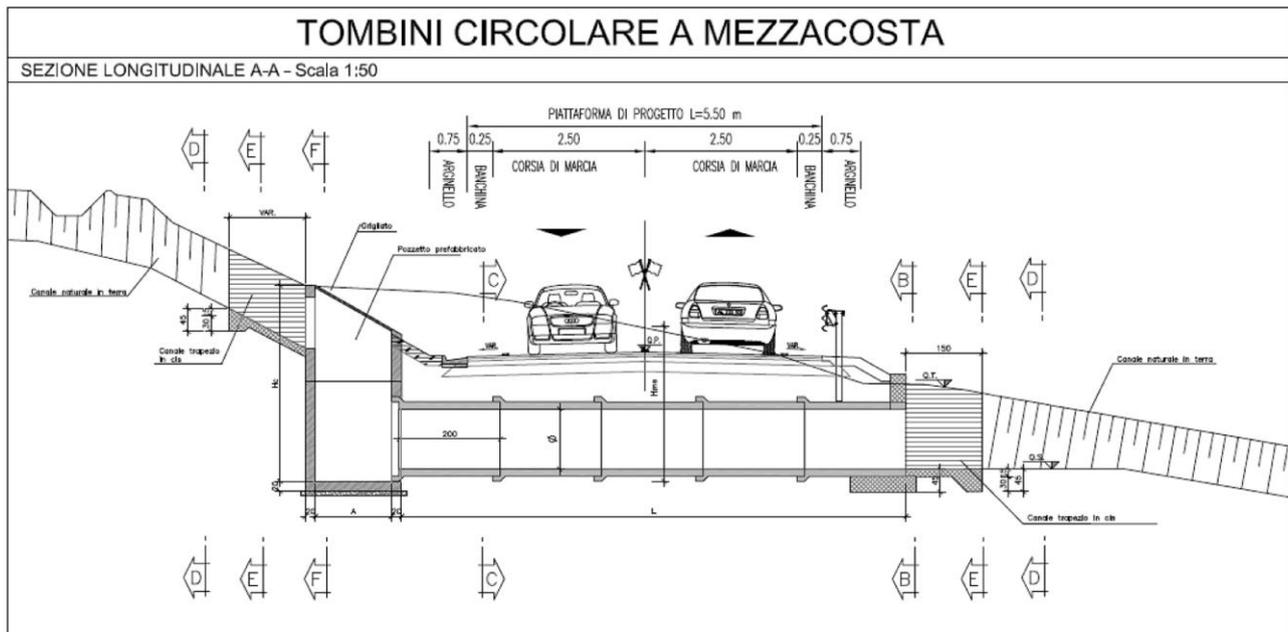
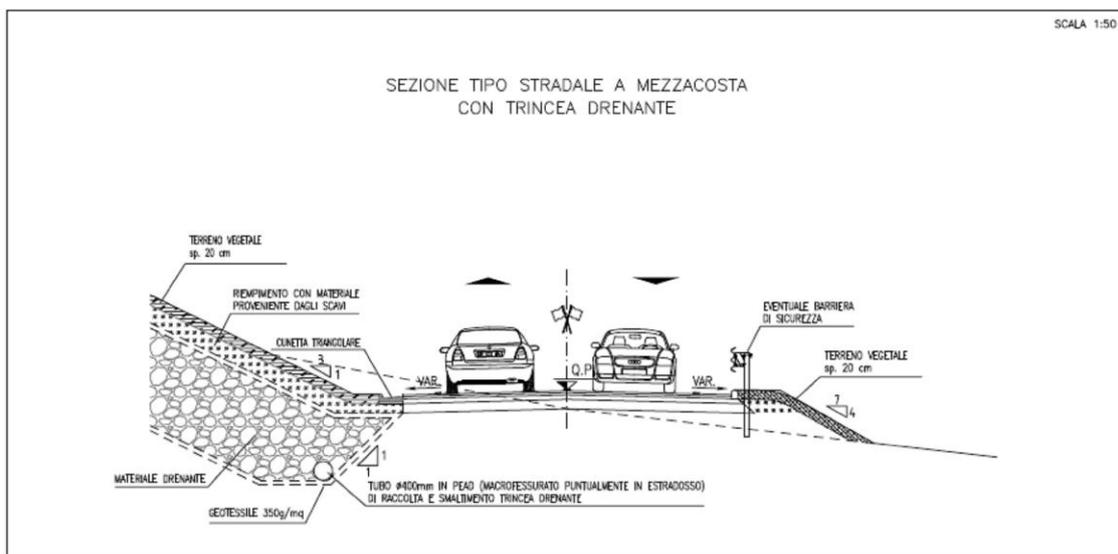


Figura 16 – Tombini idraulici

9.1.3.3 OPERE DI DRENAGGIO

Al fine di garantire adeguati livelli di sicurezza alcune situazioni di attraversamento a mezza costa e/o in rilevato, in particolare all'interno dei tratti in frana attiva, hanno richiesto la stabilizzazione del versante di monte mediante l'abbattimento del livello di falda del terreno in sito. Tali interventi sono stati previsti sia mediante trincee drenanti sia mediante edicole drenanti.



TRINCEE DRENANTI

da p.k.	a p.k.	Lungh. Trincea	Interasse trincee	n. trincee	Altezza trincea
0+402,5	5+500	20,0 m	i=12,5 m	n.16	h=3,50 m
1+110	1+300	35,0 m	i=20,0 m	n.11	h=3,00 m
1+315	1+405	45,0 m	i=15,0 m	n.7	h=3,50 m
3+800	3+850	35,0 m	i=10,0 m	n.11	h=3,50 m
4+095	4+155	30,0 m	i=20,0 m	n.6	h=3,50 m

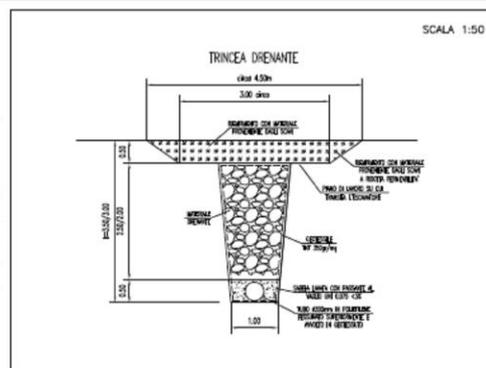


Figura 17 – Sezione tipo trincee drenanti

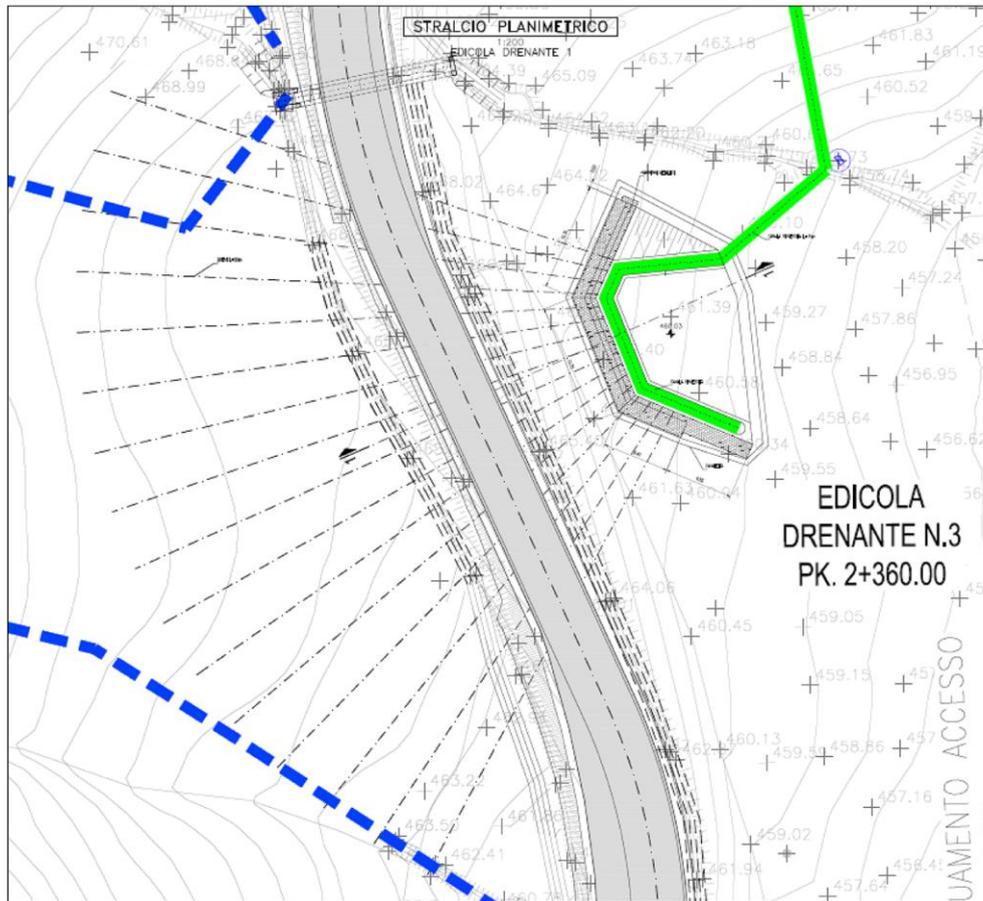


Figura 18 – Pianta edicola drenante

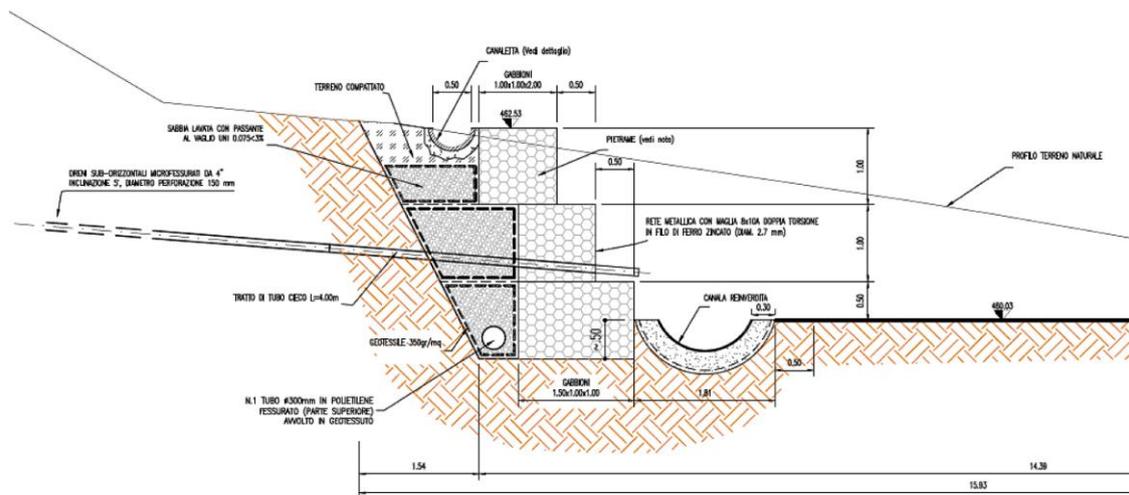


Figura 19 – Sezione edicola drenante

### 9.1.4 INTERFERENZE IDROGRAFICHE

Tra la pk 1+100 e la pk 1+600 il tracciato stradale si trova poco a monte della sponda del Torrente Setta che in questa zona presenta una curvatura piuttosto accentuata. Considerata la posizione del rilevato stradale rispetto all'alveo del torrente, unitamente alla presenza delle pile del viadotto Molino di Setta, facente parte della realizzanda A1bis – Variante di Valico, al fine di prevenire fenomeni di erosione al piede del rilevato stradale, è stata prevista una scogliera in massi la cui altezza è tale da contenere la piena duecentennale.

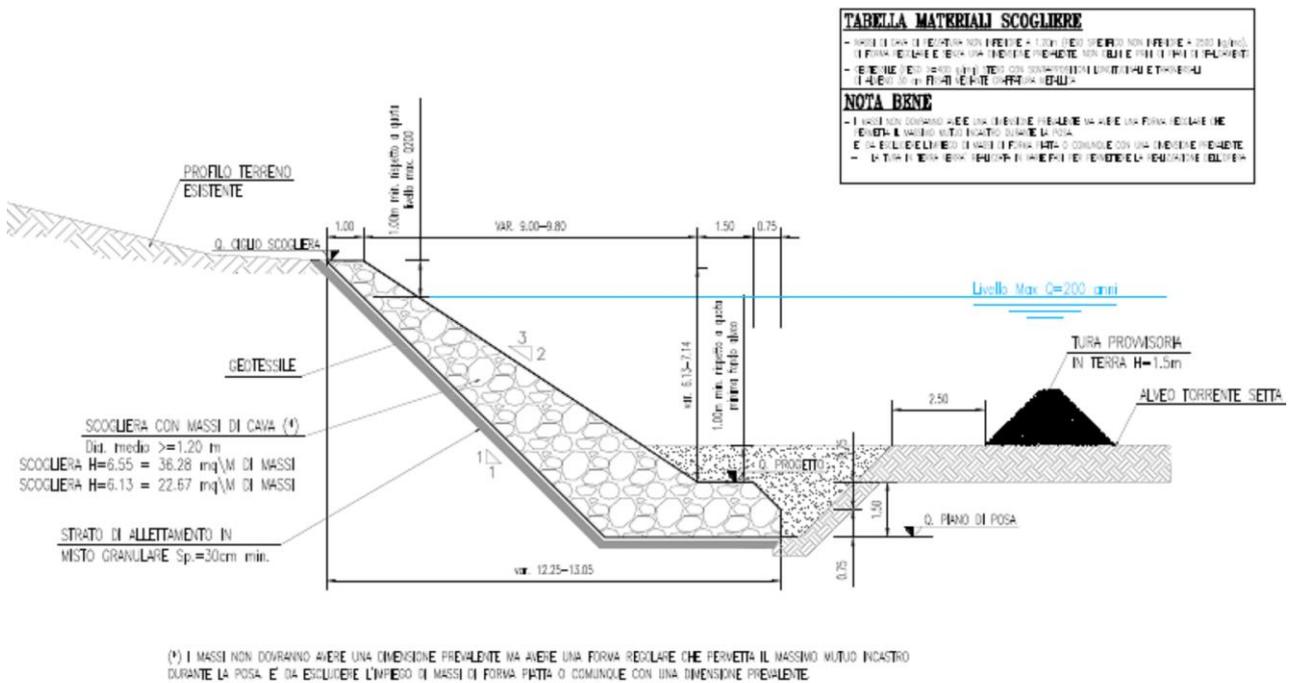


Figura 20 – Scogliera Torrente Setta

## 9.2 VS08 CA'NOVA-SERRUCCE

### 9.2.1 IL PROGETTO STRADALE

Il presente intervento denominato "Collegamento VS8 - Ca' Nova (SP.61) - Serrucce (SP.60)" è ubicato nel tratto appenninico Tosco-Emiliano precisamente collocato nel comune di San Benedetto Val di Sambro in Provincia di Bologna.

Il progetto consiste nella realizzazione di una viabilità di montagna, di sviluppo complessivo pari a circa 5,3 km e con una sezione pavimentata di larghezza corrente pari a 5.50m, che collega l'abitato di Pian del Voglio con l'abitato di Santa Maria Maddalena; tale itinerario è alternativo a quello attualmente in uso (di maggiore lunghezza) che corre lungo le strade provinciali SP.61 e SP.60.

Per gran parte del suo sviluppo il collegamento di progetto ripercorre le strade comunali esistenti di via della Stazione, via Banzole e via Selva, inoltre sono previsti due tratti significativi in nuova sede, uno a inizio intervento di collegamento con via Campana e l'altro a circa metà tracciato quale variante plano-altimetrica in località Banzole.

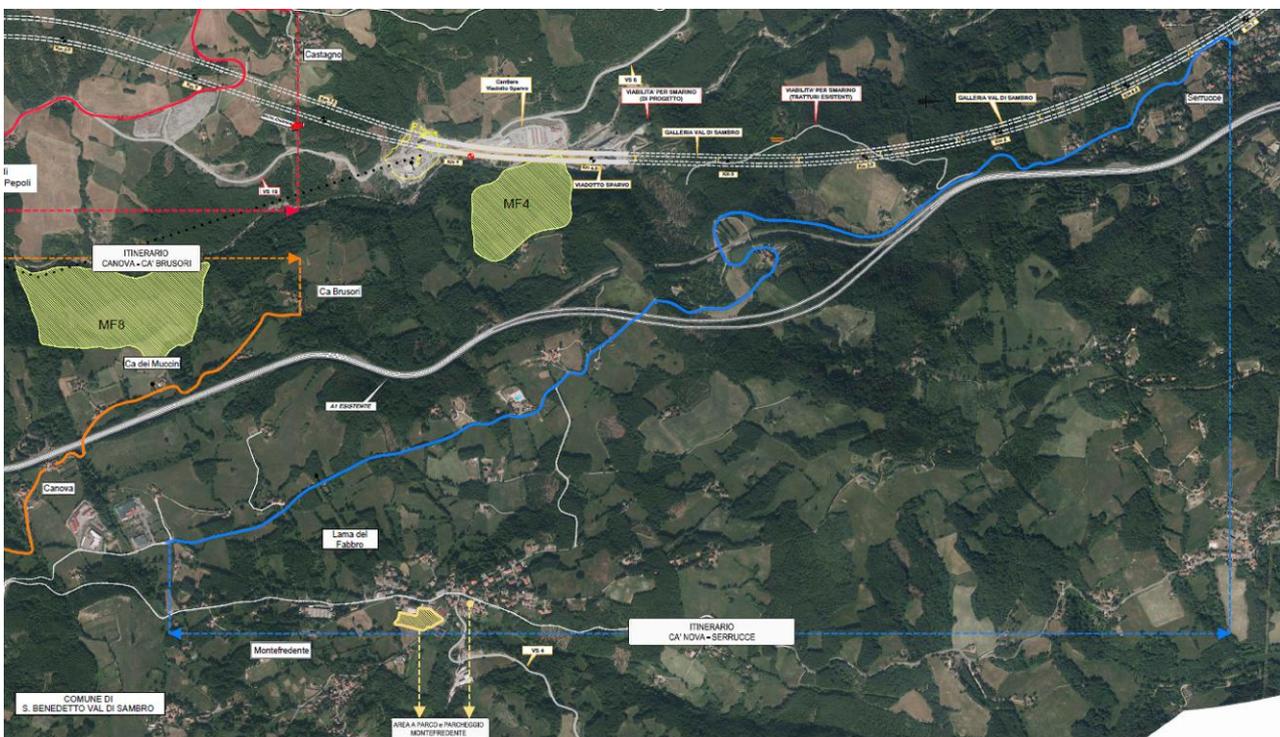


Figura 21 - Inquadramento

Il tracciato in esame si inserisce all'interno di una rete stradale caratterizzata da una maglia irregolare con elevata tortuosità plano-altimetrica poiché fortemente vincolata dalle caratteristiche geomorfologiche tipiche dell'ambito montuoso.

Il territorio risulta poco antropizzato, presenta centri abitati non contigui di piccole dimensioni ed aree residenziali frammentate che talvolta caratterizzate da edifici isolati.

Dal punto di vista geologico il collegamento si colloca in un'area sensibile caratterizzata da importanti fenomeni gravitativi di versante che hanno ulteriormente condizionato la geometria di progetto del tracciato.

#### 9.2.1.1 Descrizione

L'intervento di progetto, di sviluppo complessivo pari a circa 5,3 km, prevede la realizzazione di una strada di montagna con una sezione pavimentata di larghezza corrente pari a 5.50m.

Il progetto è principalmente caratterizzato da interventi di miglioramento delle sedi stradali delle esistenti viabilità comunali che vengono ripercorse, inoltre è prevista la realizzazione di due rispettivi tratti in nuova sede, uno a inizio intervento di collegamento con via Campana e l'altro a circa metà tracciato quale variante plano-altimetrica in località Banzole.

Dato il grave stato di ammaloramento della pavimentazione esistente il progetto prevede il rifacimento dell'intero pacchetto di pavimentazione stradale.

È inoltre previsto l'adeguamento degli elementi marginali alla piattaforma (arginello o cunetta), l'installazione dei dispositivi di ritenuta, il rifacimento della segnaletica, orizzontale e verticale. In corrispondenza di tratti della viabilità che hanno risentito della presenza di movimenti gravitativi di versante l'intervento prevede inoltre la realizzazione di opportune ed idonee opere di presidio del rilevato stradale.

Nel primo tratto per 1,5 km circa l'intervento si sviluppa sostanzialmente in nuova sede, fatta eccezione per un piccolo tratto in prossimità dell'innesto di via stazione proveniente da Montefredente. Successivamente l'intervento ripercorre la strada esistente con l'adeguamento alla sezione di progetto di 5.50 m. Il tracciato si sviluppa ancora su nuova sede per sottopassare il ponte autostradale esistente (A1 dismessa), dopodiché fino a fine intervento ripercorre l'andamento della strada esistente con adeguamento alla sezione di progetto di 5.50 m.

La sezione trasversale è sempre pari a 5,50 m ad eccezione di due tratti intermedi dove in ragione dei vincoli inamovibili esistenti è previsto il restringimento della sezione stradale.

La geometria del tracciato è fortemente influenzata dalle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del territorio, inoltre è vincolata dalla tortuosità plano-altimetrica delle sedi stradali esistenti che parzialmente vengono ripercorse.

#### 9.2.1.2 Caratteristiche stradali

In relazione al contesto territoriale, l'intervento in progetto, ai sensi del Decreto Ministero del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 05/11/2001, prot. 6792 - "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", si configura come strada di montagna.

#### Velocità di progetto

Si assume un intervallo di velocità di progetto pari a  $V_p=25-40$  km/h.

#### Sezione stradale

La sezione stradale è composta da una banchina in sinistra da 0.25 m, da due corsie da 2.50 m e da una banchina in destra da 0.25 m, per una larghezza complessiva della sezione pavimentata corrente di 5.50 m.

Nel tratto da compreso fra le progressive 2+990 e 3+350, per uno sviluppo di 370m circa, in relazione alla presenza di fenomeni gravitativi di versante ed in relazione dei rilevati esistenti fortemente acclivi, sia a valle che a monte, è prevista una sezione di progetto di larghezza complessiva 5.00m, composta da una banchina in sinistra da 0.25 m, da due corsie da 2.25 m e da una banchina in destra da 0.25 m

Nel tratto successivo compreso fra le progressive 3+940 e 4+010, per uno sviluppo di 70m circa, ricadente in corrispondenza del viadotto su contrafforti, del quale è previsto un intervento sostanzialmente conservativo dell'opera d'arte con rifacimento delle barriere di sicurezza, è prevista una sezione di progetto di larghezza 4.00m, composta da una banchina in sinistra da 0.25 m, da una corsia da 3.50 m e da una banchina in destra da 0.25 m. L'incrocio dei veicoli è previsto gestito mediante senso unico alternato.

Tale geometria assicura un adeguato distanziamento della barriera di sicurezza di monte rispetto al muro di controripa esistente (presenza di contrafforti) al fine di garantire il corretto funzionamento dell'elemento di ritenuta.

Si assume in rettilineo una configurazione della piattaforma a falda unica con pendenza 2.5% in relazione alla convenienza del lato di smaltimento delle acque di piattaforma. In curva la pendenza trasversale massima è pari al 6% (strade a frequente innevamento).

Nei tratti di inizio e fine intervento è previsto il raccordo alle pendenze della pavimentazione esistente; inoltre nel tratto in corrispondenza del viadotto su contrafforti (da pk 3+940 a pk 4+010) è previsto il sostanziale mantenimento dell'opera esistente e del relativo piano stradale che quindi hanno vincolato il sostanziale mantenimento delle pendenze trasversali attuali.

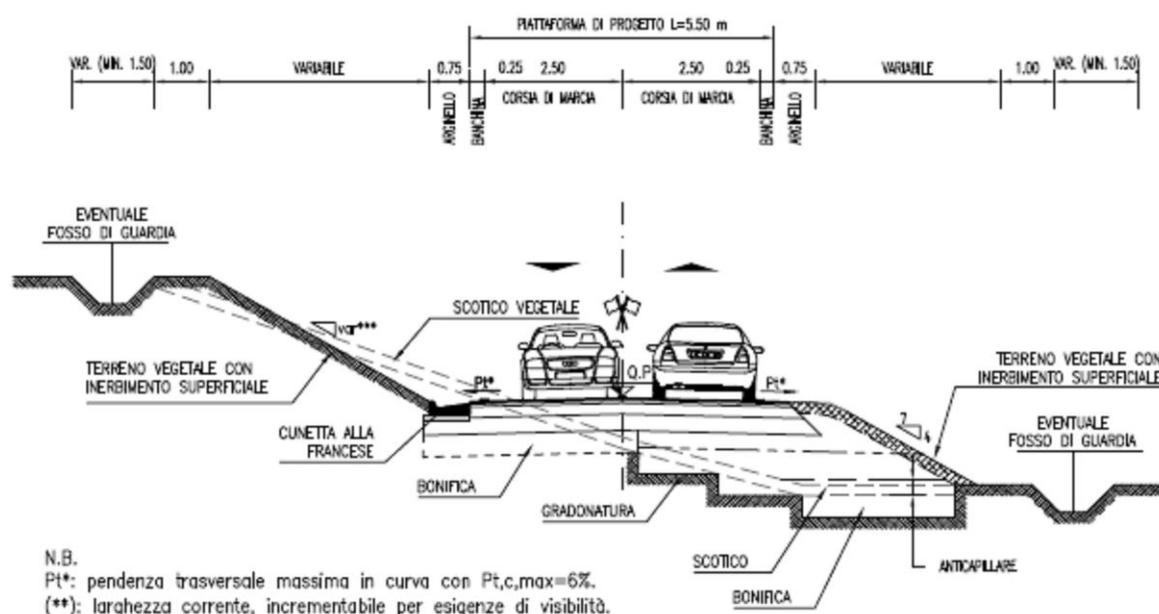


Figura 22 – Sezione tipo corrente a mezzacosta

### Margini esterni

Lungo i margini esterni sono previsti nei tratti in rilevato arginelli inerbiti da 0.75m (l'eventuale barriera di sicurezza metallica sarà installata mediante paletti ad infissione maggiorata), mentre nei tratti in trincea è prevista l'installazione di cunette alla francese di larghezza 0.75m.

In relazione alla contenuta larghezza della sezione pavimentata e al fine di evitare scarichi concentrati, si è previsto di realizzare l'arginello a raso in modo da assicurare una dispersione uniforme dell'acqua.

Le scarpate di progetto in rilevato sono previste con una pendenza massima 7/4, mentre in trincea, in relazione delle caratteristiche dei terreni attraversati, sono previste tratte con scarpate con pendenza massima pari a 7/4 o 3/1. Si riporta di seguito la tabella con l'applicazione per tratta delle pendenze 7/4 e 3/1.

Pk inizio	Pk fine	Pendenza trincea		Pk inizio	Pk fine	Pendenza trincea
0	75	7/4		2095	2140	7/4
75	370	3/1		2140	2250	2/3
370	450	7/4		2250	2880	3/1
450	485	3/1		2880	3130	7/4
485	1185	7/4		3130	3245	2/3
1185	1245	3/1		3245	4140	3/1
1245	1375	7/4		4140	4315	3/2
1375	2095	3/1		4315	5277,91	1/3

Nei tratti in trincea allo scopo di contenere, ove possibile, l'estensione delle scarpate, si è adottata, in alcuni tratti evidenziati negli elaborati specifici, una cunetta alla francese con profilo alto 0.80m.

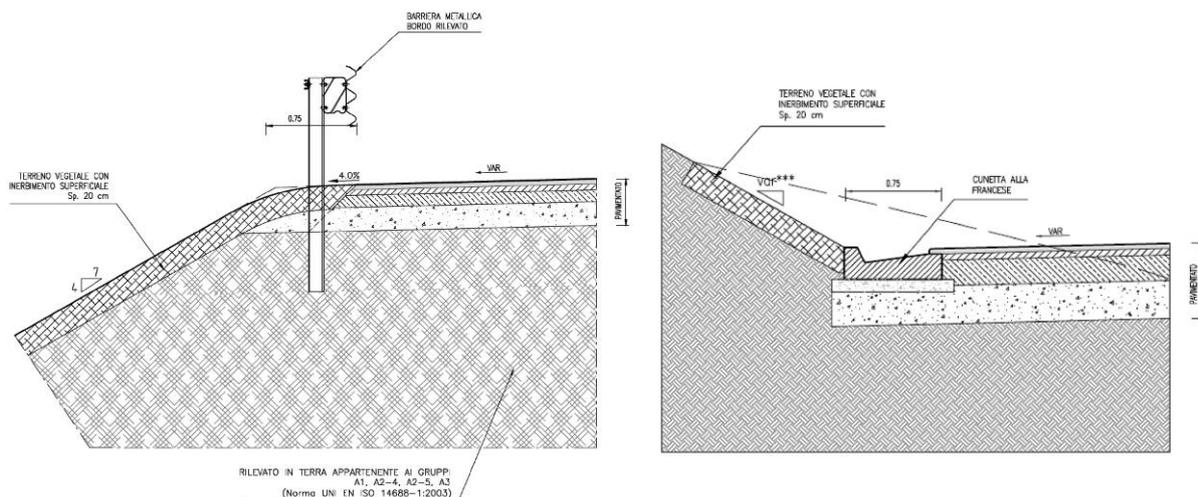


Figura 23 – Sezione tipo margine esterno in rilevato e in trincea

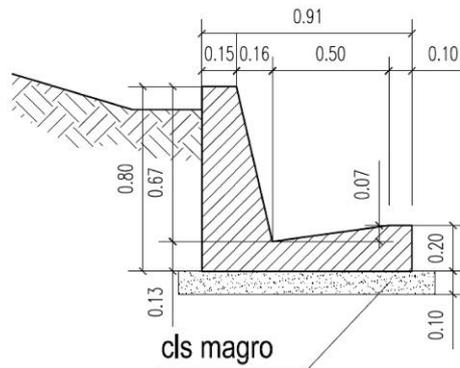


Figura 6 - Sezione tipo cunetta triangolare con profilo alto

### Curve planimetriche

Lungo il tracciato planimetrici sono generalmente previste curve circolari di raggio superiore o uguale a 45 m, valore tale da assicurare la percorrenza con la velocità massima di progetto pari a 40km/h. Fanno eccezione solo alcune curve particolari, ovvero in corrispondenza dei punti di attestamento iniziale o finale, oppure ricadenti nel tratto di intervento in sede, nonché in presenza di vincoli inamovibili, per le quali sono stati eventualmente adottati raggi di minore valore. Nel tratto principale tratto in nuova sede a inizio intervento sono previste curve di ampio raggio (valori fino a  $R=300$  m)

### Caratteristiche almetriche

Nei tratti in nuova sede in coerenza a quanto definito dal DM 2001 per strade locali Tipo F, la pendenza longitudinale è limitata al valore massimo del 10%; per brevi estensioni, in accordo alla normativa vigente, si è ammesso di incrementare tale valore all'11%.

Nei tratti ricadenti su strada esistente vengono invece sostanzialmente mantenute le attuali pendenze longitudinali che raggiungo localmente il valore massimo del 14,2%.

I raccordi verticali sono dimensionati in modo tale da verificare la distanza di arresto calcolata in funzione dell'andamento delle velocità di progetto.

Nel tratto in corrispondenza del viadotto su contrafforti (da pk 3+940 a pk 4+010) è previsto il mantenimento dell'opera esistente e quindi sostanziale mantenimento dell'attuale l'andamento altimetrico.

## Visibilità e allargamenti planimetrici

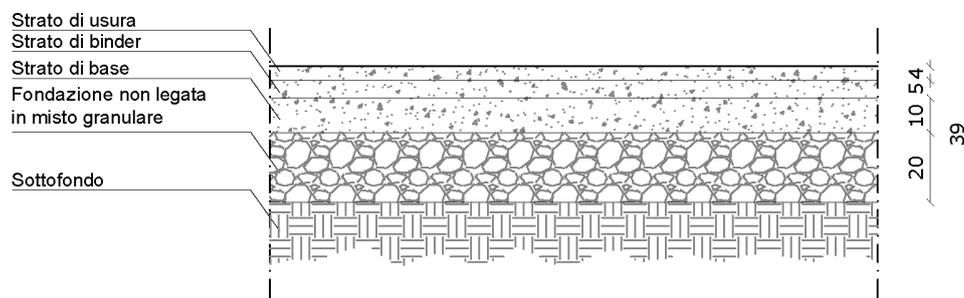
Fatta eccezione di eventuali tratti di limitato sviluppo in presenza di vincoli particolari e inamovibili, laddove necessario sono previsti allargamenti di visibilità dimensionati al fine di assicurare la visuale libera per la distanza di arresto calcolata in funzione dall'andamento della velocità di progetto.

## **9.2.2 OPERE COMPLEMENTARI**

### 9.2.2.1 PAVIMENTAZIONE

Lungo le tratte di intervento, sia nei tratti in nuova sede che in corrispondenza della strada esistente, è previsto un pacchetto di pavimentazione di 39 cm così composto:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi normali di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi normali di 5 cm;
- Base in CB con bitumi normali di 10 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.



*Figura 7 - Sovrastruttura di progetto*

Nel tratto in corrispondenza del viadotto su contrafforti (da pk 3+940 a pk 4+010) è previsto il sostanziale mantenimento dell'opera esistente con rifacimento degli strati superficiali di pavimentazione in conglomerato bituminoso. L'intervento prevede una fresatura di spessore medio 4cm, ripristino dello strato di impermeabilizzazione (sp 1cm), infine successiva stesa degli strati di binder (imbottitura sp. medio 3cm) e di usura (sp 4 cm).

E' inoltre previsto il rifacimento superficiale degli esistenti innesti pavimentati, con un intervento caratterizzato da una fresatura di spessore 4 cm e stesa di uno strato di binder di 5cm e di usura di 4 cm, previa eventuale imbottitura di binder funzionale all'attacco dei piani pavimentati.

In corrispondenza degli innesti esistenti sterrati e degli innesti in nuova sede è prevista l'applicazione del pacchetto di pavimentazione di spessore completo di 39 cm.

#### 9.2.2.2 BARRIERE DI SICUREZZA

Lungo il tracciato stradale sarà prevista la posa di dispositivi di contenimento rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione" (D.M. n° 223 del 18/2/1992 e successive modificazioni ed integrazioni).

Per definire le soluzioni tecniche alla base del presente progetto, il Progettista ha preso a riferimento le principali tipologie di barriere, installabili secondo normativa vigente, presenti sul mercato. Quanto rappresentato negli elaborati del progetto delle barriere di sicurezza rappresenta pertanto una esemplificazione atta a definire compiutamente il progetto.

L'Appaltatore dovrà, presentando ai sensi di legge il relativo progetto, individuare ed utilizzare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, barriere installabili secondo quanto previsto dalla normativa vigente (ai sensi del D.M. 28.06.2011 (Gun. 233 del 06.10.2011), dovranno essere installate barriere marcate CE) che possano garantire prestazioni analoghe secondo i criteri definiti nel presente progetto. In conseguenza, tutti i disegni e i dettagli costruttivi dovranno, in fase costruttiva, essere adeguati alle caratteristiche delle barriere effettivamente utilizzate.

La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21/06/2004, con riferimento alla classe funzionale a cui appartiene la strada, alla classe di traffico e alla destinazione delle protezioni.

Il tracciato è vincolato dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio e dalle caratteristiche geometriche della viabilità esistente che presenta un elevato grado di tortuosità plano-altimetrica e si configura ai sensi del DM 67-S del 22.04.04 come "riqualifica e adeguamento di viabilità esistente"; inoltre in relazione al contesto territoriale e alle caratteristiche geometriche di tracciato, la viabilità in esame ricade nel caso delle strade di montagna così come riportato nel D.M. 2001 al "Cap. 1 - definizioni e riferimenti normativi".

L'intervento in esame è pertanto assimilabile a strada locale in ambito extraurbano (tipo F) con velocità di progetto inferiore ai 70km/h, di conseguenza in termini di inquadramento normativo ai sensi dell'art.2 del D.M. n°223 del 18.02.1992, la stessa non ricade nel campo di applicazione della norma.

Infatti, la Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali", al riguardo ha chiarito che:

*"Il campo di applicazione della normativa in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali è definito dall'art. 2 comma 1 del D.M. 223/1992 e riguarda i progetti esecutivi relativi alle strade ad uso pubblico extraurbane ed urbane che hanno velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h. Sono espressamente escluse dal campo di applicazione della norma in argomento le progettazioni inerenti le strade extraurbane ed urbane con velocità di progetto inferiore a 70 km/h".*

In progetto, laddove ritenuto opportuno, si è comunque prevista l'installazione di dispositivi di ritenuta in linea con quanto indicato dalla Circolare stessa:

*"Nei progetti relativi a strade ad uso pubblico che non rientrano invece nel campo di applicazione delle norme richiamate, tenuto conto delle specifiche condizioni locali in termini di configurazione dello stato dei luoghi e di circolazione, qualora sia previsto anche un intervento sui margini o sui dispositivi di ritenuta, il progettista dovrà comunque valutare le situazioni ove si rendono necessarie protezioni in relazione alla presenza od all'insorgenza di condizioni di potenziale pericolo".*

In particolare:

- sono stati sempre previsti dispositivi di ritenuta a protezione delle opere d'arte e su muri di sostegno;
- sono state previste barriere di sicurezza a protezione dei rilevati alti (altezza superiore a 3m) e per tutti gli ambiti in presenza di ostacoli (ad es. pali di illuminazione).
- Non sono state invece previste barriere di sicurezza nelle sezioni in trincea con sistemazione del margine laterale con cunetta triangolare con profilo alto, ad eccezione dei casi in approccio alle opere d'arte in cui si rendeva necessaria l'installazione delle "ali funzionali" che compongono il sistema misto.

Riguardo alle classi minime da adottare per le barriere di sicurezza nelle diverse destinazioni (bordo laterale e bordo ponte), in assenza di dati di traffico a favore di sicurezza, si è fatto riferimento a quanto indicato dal D.M. 21/06/2004 all'art. 6 per strade locali (F) e condizioni di traffico di tipo III, come riportato nel terzo rigo della tabella seguente.

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico a	Barriere bordo laterale B	Barriere bordo ponte c
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	<b>III</b>	<b>H1</b>	<b>H1</b>	<b>H2</b>

Tabella 5: classi minime di barriere per strade urbane di quartiere

Nel seguito si riportano in sintesi le caratteristiche dei dispositivi di ritenuta da prevedersi per le diverse destinazioni (bordo laterale e in corrispondenza delle opere d'arte):

- per il bordo laterale barriere metalliche a nastri e a paletti infissi di classe H1 (la classe è stata opportunamente innalzata a H2 in approccio alle opere d'arte - concetto di "ali funzionali" del sistema misto);
- per le opere d'arte e muri di sostegno sono state previste barriere metalliche a nastri di tipo bordo ponte di classe H2.

### Barriere per bordo laterale in sede naturale

La tipologia delle barriere per bordo laterale è quella di barriere metalliche a nastri e a paletti infissi, caratterizzate da un livello di severità di classe A.

Ad eccezione delle barriere di classe H1, dovranno essere impiegati dispositivi con nastro longitudinale principale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia.

I dispositivi metallici a paletti infissi dovranno avere una larghezza non inferiore 30cm per consentirne la corretta installazione in relazione alla presenza sul margine di cordolature ed altri elementi facenti parte del sistema di smaltimento idraulico delle acque di piattaforma. Inoltre, considerando che gli arginelli hanno larghezza minima di 75cm le barriere dovranno avere una larghezza totale del dispositivo non superiore a 50cm, in modo da consentire l'installazione del palo nel tratto sub-orizzontale dell'arginello stesso.

Tutti i dispositivi impiegati dovranno avere caratteristiche di deformazione compatibili con il posizionamento degli elementi di arredo funzionale (ad es. pali di illuminazione).

Le barriere di progetto sono state previste cercando di garantire in progetto sviluppi di barriera pari alla lunghezza minima di funzionamento dei dispositivi ( $L_f=90$  m ca.), questo

compatibilmente con la presenza di vincoli inamovibili quali accessi esistenti, che in alcuni casi hanno vincolato l'estensione massima della protezione effettivamente installabile ad una lunghezza inferiore.

Tale soluzione progettuale è stata ritenuta percorribile in ragione anzitutto delle basse velocità di percorrenza che caratterizzano la viabilità in oggetto, viabilità con velocità di progetto sempre inferiore ai 70km/h e quindi, ai sensi dell'art. 2 del D.M. n°223 del 18.02.1992, ricadente fuori dal campo di applicazione della norma. In progetto, è stata comunque prevista un'adeguata protezione dei margini laterali compatibilmente con i vincoli esistenti e in relazione alle basse velocità di progetto che caratterizzano i tratti di strada in esame. In particolare, sulla base delle informazioni disponibili al progettista in merito alle performance dei dispositivi attualmente presenti sul mercato, è stata prestata particolare attenzione affinché gli sviluppi minimi ( $L \geq 36m$ ) dei dispositivi previsti in progetto risultassero in genere superiori, a quanto desumibile dai crash test con il mezzo pesante, relativamente alle grandezze lunghezza di contatto e lunghezza del tratto di barriera effettivamente deformata.

Per quanto riguarda l'installazione delle barriere da bordo laterale con paletti infissi si è fatto riferimento a quanto indicato nell'art. 6 del DM 21.06.04, che prescrive di adattare il supporto dei dispositivi di ritenuta alle caratteristiche della sede stradale ove questi sono installati.

Lo studio per definire le modalità di installazione nelle diverse condizioni ha riguardato due aspetti distinti:

- una verifica di natura geotecnica mirata a definire la profondità di infissione necessaria affinché il terreno risultasse in grado di offrire un resistenza almeno pari a quella delle condizioni di riferimento;
- una verifica di natura geometrica per valutare le condizioni di rollio potenzialmente associabili ad un mezzo in svio per una data configurazione geometrica dell'arginello.

In appendice è riportato il calcolo della profondità d'infissione necessaria ad assicurare il corretto funzionamento della barriera nel caso di arginello di larghezza minima 75 cm. Il calcolo della profondità di infissione è stato effettuato con riferimento alle caratteristiche costruttive delle barriere riportate nell'appendice alla presente relazione; qualora al momento dell'effettiva realizzazione delle opere, l'impresa Appaltatrice intendesse utilizzare barriere aventi requisiti prestazionali e dimensionali non rientranti nel campo assunto a riferimento, sarà sua cura ed onere dimostrare l'idoneità del prodotto in fornitura.

L'infissione maggiorata dei paletti è da considerarsi una modifica di prodotto ai sensi dell'Allegato ZA della UNI EN 1317-5. Il dispositivo di sicurezza adottato discenderà pertanto

da un prodotto esistente dotato di marcatura CE per il quale un ente certificatore regolarmente accreditato abbia rilasciato l'estensione del marchio CE anche per la modifica introdotta (pali di lunghezza maggiorata). Tale procedura investe quindi il produttore del dispositivo e l'ente certificatore.

### Barriere per il bordo laterale delle opere d'arte

Le barriere bordo ponte metalliche dovranno essere caratterizzate preferibilmente da classe di severità A, potranno essere adottate in progetto barriere con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi della classe e del materiale previsti e con caratteristiche di deformazione compatibili con le larghezze dei cordoli (ovvero con la distanza da eventuali ostacoli) rientranti nella classe A.

Per le opere d'arte principali (di luce superiore a 10m) è prevista la protezione con barriere di tipo bordo ponte di classe H2, in accordo con le prescrizioni del D.M. 21.06.2004.

Per quanto attiene alla protezione delle opere di luce inferiore a 3 metri (tombini idraulici), equiparate in termini di classi di contenimento al bordo laterale (vedi art. 6 del D.M.21.06.2004), è stato invece previsto di mantenere la barriera bordo laterale corrente sull'opera.

Lo sviluppo complessivo delle barriere a protezione delle opere d'arte dovrà essere commisurato a quello indicato nel certificato di crash test (lunghezza di funzionamento Lf). Nel definire in progetto l'estensione delle barriere, prima e dopo l'opera d'arte, si è tenuto in conto che la viabilità in oggetto è una strada a doppio senso di marcia e che quindi, ai sensi della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 62032 del 21.07.2010, le medesime protezioni andranno realizzate da entrambi i lati dell'opera d'arte.

Di conseguenza, si è prevista un'installazione di barriera su ambo i lati dell'opera d'arte quanto meno pari alla grandezza risultante dalla maggiore tra L1 (lunghezza di barriera interessata dall'urto) e Lpu (lunghezza di barriera prima dell'urto), grandezze desumibili dai certificati di crash test dei dispositivi che si prevede di impiegare. Lo sviluppo complessivo della protezione non dovrà in ogni caso risultare inferiore alla lunghezza minima di installazione (Lf ca. 90m) relativa allo sviluppo totale del dispositivo che compone il sistema misto.

Secondo quanto previsto dal D.M. 21.06.2004 all'art. 6, l'estensione della protezione dell'opera a monte ed a valle, potrà essere realizzata attraverso un dispositivo diverso (testato con pali infissi nel terreno), di pari classe di contenimento, andando a realizzare una transizione strutturalmente continua (transizione speciale), in grado cioè di trasferire gli sforzi ed evitare una significativa differenza di deformazione laterale. In questo caso la lunghezza della barriera

installata nel sistema misto dovrà essere almeno pari alla maggiore delle lunghezze di funzionamento dei 2 dispositivi installati.

La transizione sarà considerata strutturalmente continua laddove il sistema realizzato dall'affiancamento dei due dispositivi (bordo opera e bordo laterale) preveda:

- l'utilizzo di barriere dello stesso materiale;
- la continuità degli elementi longitudinali resistenti<sup>1</sup>.

In alternativa potrà essere valutata l'opportunità di modificare, innalzandola oltre il valore minimo indicato in progetto, la classe di contenimento di una o di entrambe le barriere contigue così da trovare un accoppiamento che garantisca i suddetti requisiti.

La rigidità dei singoli dispositivi del sistema misto dovrà essere confrontabile (valori di deformazione dinamica simili); in caso contrario la barriera più deformabile dovrà essere irrigidita nelle parti terminale che precede la transizione.

Diversamente da quanto suddetto, la transizione non potrà essere considerata strutturalmente continua e pertanto la protezione dei tratti a monte e a valle dovrà essere realizzata con la stessa barriera prevista sull'opera, andando a realizzare sul rilevato adiacente alla spalla un cordolo con idonee caratteristiche geometriche e strutturali; in alternativa potrà essere interposta una barriera a paletti infissi con elementi longitudinali resistenti simili alla barriera installata sull'opera, per una estensione a monte e a valle dell'opera come indicato nello schema S2 dell'elaborato "Tipologici, schemi di installazione e dispositivi complementari" che accompagna il progetto.

In ogni caso, sarà onere dell'appaltatore in generale e del progettista del dispositivo in particolare verificare l'effettiva compatibilità del sistema di ancoraggio delle barriere di sicurezza bordo ponte che si prevede di impiegare con le caratteristiche geometriche e strutturali dei supporti (cordoli di opere d'arte, muri di sostegno).

Sulle opere d'arte, in presenza dei giunti di dilatazione andranno individuati gli eventuali adattamenti dei dispositivi di ritenuta (ad esempio soluzioni standard quali fori asolati per le

---

<sup>1</sup> Si considerano elementi longitudinali resistenti la lama principale a tripla onda, l'eventuale lama secondaria sottostante o soprastante la lama principale, ed i profilati aventi funzione strutturale. Non sono considerati elementi strutturali i correnti superiori con esclusiva funzione di antiribaltamento ed i correnti inferiori pararuota. La continuità degli elementi longitudinali delle 2 barriere può essere garantita anche se questi sono installati ad altezze diverse. In questo caso dovranno essere utilizzati elementi di raccordo inclinati con un angolo  $\leq 4^\circ$  rispetto al piano stradale.

barriere metalliche), anche sulla base di quanto previsto dai manuali di installazione, affinché questi possano assecondare le escursioni di progetto nella combinazione risultata più gravosa tra le condizioni ultime statiche (S.L.U.) e quelle sismiche allo Stato Limite di Danno (S.L.D.), ove considerate. In linea generale è opportuno evitare soluzioni che consentano scorrimenti tra gli elementi solidali alla struttura a cavallo del giunto maggiori dell'escursione di progetto per l'opera d'arte e comunque non superiormente limitati (per assenza di un sistema di fine corsa).

Per giunti di escursione significativa che possono avere ampiezze superiori a quelle gestibili con soluzioni standard, dovranno essere progettate soluzioni ad hoc in fase di progetto costruttivo, a cura dell'Appaltatore in generale e del progettista del dispositivo in particolare, sulla base delle caratteristiche del giunto e delle barriere che si intendono impiegare.

Per maggiori dettagli circa le suddette modalità di installazione si rimanda allo schema S2 e alle transizioni contenuti nell'elaborato "Tipologici, schemi di installazione e dispositivi complementari".

#### 9.2.2.3 SEGNALETICA

Il progetto prevede la costituzione di un sistema segnaletico armonico integrato ed efficace, in grado di garantire, un elevato livello di sicurezza e fluidità della circolazione veicolare. Si ritiene, infatti, che dotare la viabilità di una segnaletica che tenga in debito conto la prestazione percettiva dell'utente, e dunque avente idonee caratteristiche di visibilità, cospicuità e leggibilità possa evitare confusione e incertezza nella valutazione dell'utente, riducendo il rischio di manovre errate o effettuate in tempi inadeguati.

La segnaletica stradale – orizzontale e verticale – viene impostata secondo le prescrizioni della Normativa Vigente:

- **D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i.** "Nuovo codice della Strada"
- **D.P.R. n. 495/92 e s.m.i.** "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada".
- **DIRETTIVA 24.10.2000** "Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione" (G.U. 28 dicembre 2000, n. 301)
- **D.M. 10.07.2002** "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo" (G.U. N. 226 del 26.09.2002)

• **Norme UNI**

- UNI EN 1463-1: 2004
  - Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catarifrangenti - Requisiti delle prestazioni iniziali;
- UNI EN 1423: 2012
  - Materiali per segnaletica orizzontale - Materiali da postspruzzare - Microsfere di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele
- UNI TR 11670: 2017
  - Linea guida per la definizione dei requisiti tecnico-funzionali della segnaletica orizzontale
- UNI EN 1436: 2008
  - Materiali per segnaletica orizzontale – Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada;
- UNI EN 12899:2008 Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale:
  - Parte 1: Segnali permanenti
  - Parte 2: Delineatori di ostacolo transilluminati
  - Parte 3: Delineatori di margine e dispositivi rifrangenti
  - Parte 4: Controllo di produzione in fabbrica
  - Parte 5: Prove iniziali di tipo

SEGNALETICA VERTICALE

In particolare l'art. 77 del "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada" (D.P.R. n. 495/92) in attuazione all'art 39 del "Nuovo codice della Strada" (D. Lg.vo n. 285/92) stabilisce le informazioni che deve contenere il progetto e in particolare deve:

- fornire le *informazioni agli utenti della strada* al fine di ottenere un sistema armonico, integrato e efficace a garanzia della *sicurezza* e della *fluidità della circolazione*;
- tener conto delle caratteristiche delle strade e della loro classificazione tecnico-funzionale, delle velocità praticate e dei prevalenti spettri di traffico a cui la segnaletica è rivolta;
- comunicare con sufficiente anticipo agli utenti della strada la presenza di pericoli, prescrizioni, indicazioni ed altre informazioni utili al fine di scongiurare comportamenti scorretti, andamenti incerti e pericolosi spesso causa di sinistri;
- Inoltre nello stesso articolo si stabilisce che le informazioni da fornire agli utenti della strada per mezzo dei segnali stradali devono essere stabilite dagli enti proprietari

secondo uno specifico progetto, di concerto con gli enti proprietari delle strade limitrofe e vieta l'uso di segnali diversi da quelli previsti nel Regolamento.

Per quanto non espressamente di seguito previsto si rimanda al "Capitolato Speciale D'appalto – Parte II".

### Marcatrice CE per la segnaletica verticale

Il **1° gennaio 2013** è entrata in vigore, dopo gli anni previsti di coesistenza con le varie norme nazionali, la norma europea EN 12899-1:2007, con la pubblicazione in lingua italiana della UNI EN 12899-1:2008, che impone la marcatura CE obbligatoria su tutti i segnali verticali permanenti per il traffico stradale prodotti e commercializzati nei paesi dell'Unione Europea.

La norma in Italia è entrata automaticamente in vigore il 1° gennaio 2013, senza necessità di ulteriori Decreti attuativi, in quanto ha lo status di norma nazionale, con la conseguenza che la sua applicazione è obbligatoria e cogente e pertanto da tale data, fermo restando la validità dei segnali verticali permanenti già installati precedentemente, non possono più essere prodotti, commercializzati e quindi posati sul territorio nazionale ed europeo segnali verticali permanenti senza marcatura CE.

Inoltre in conformità alla norma UNI EN 12899-1, la certificazione di conformità CE dovrà riguardare il segnale completo, compresi i sostegni.

### Pellicole e Garanzie

Per il tratto stradale in oggetto, dovranno essere posati impianti segnaletici esclusivamente costituiti da segnali aventi pellicole di classe 2 ad alta risposta luminosa e di classe 2 microprismatica per le targhe di indicazione.

Le caratteristiche colorimetriche ed il fattore di luminanza  $\beta$  dovranno essere conformi ai valori contenuti nei prospetto 1 (classe 1) e 2 (classe 2) della EN12899-1 e alla tabella 2 della ETA-12/0328 per le pellicole a microprismi.

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa, misurata strumentalmente con un angolo di divergenza di 20' e un angolo di illuminazione di 5°, non deve essere inferiore ai valori (ridotti del 70% per i colori serigrafati ad eccezione del bianco) riportati nelle tabelle della EN12899-1 per la classe 1 (prospetto 3) e per la classe 2 (prospetto 4) e della tabella 2 della ETA-12/0328 per le pellicole ai microprismi.

### Strutture di sostegno

I sostegni per cartelli e targhe di superficie inferiore a 6 m<sup>2</sup> saranno in ferro tubolare Ø 60mm, in configurazione a palo singolo, multipalo o multipalo con controvento, zincati a caldo per immersione. Le dimensioni di ogni sostegno vengono riportate nelle planimetrie di progetto.

I sostegni saranno muniti di un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno. La chiusura superiore avverrà mediante apposizione di cappello in plastica.

Le dimensioni delle fondazioni per ciascun tubolare è prevista che non sia inferiori a 50 x 50 cm di base e 70 cm di altezza.

### Staffe per fissaggio ai sostegni

Tutte le staffe di qualsiasi tipo utilizzate per il fissaggio dei segnali ai sostegni, devono essere in lega di alluminio estruso e la relativa bulloneria in acciaio inox.

Per quanto riguarda impianti bifacciali il fissaggio dei segnali ai relativi sostegni dovrà essere effettuato utilizzando solo ed esclusivamente le apposite staffe bifacciali.

## SEGNALETICA ORIZZONTALE

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137÷155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. L'art.137 del Regolamento infatti recita che: "Tutti i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari".

In particolare, "i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione". Di seguito si dà una breve descrizione delle "caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di antiscivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, nonché dei metodi di misura di dette caratteristiche". Per quanto non riportato si rimanda al "Capitolato Speciale D'appalto – Parte II".

### Requisiti e livelli prestazionali

Al momento della posa dovrà essere verificato che siano garantite le seguenti prestazioni.

Retroriflettenza: coefficiente di luminanza retro riflessa per visibilità notturna in condizioni d'illuminazione artificiale del segnale asciutto, **RL  $\geq$  150 mcdxm<sup>2</sup>xlx-1** (classe R3 da prospetto 3 della UNI EN 1436/08).

Colore: le coordinate cromatiche x, y per segnaletica orizzontale asciutta devono trovarsi all'interno delle regioni definite dai vertici forniti nel prospetto 6 della UNI EN 1436/08.

prospetto 6 Vertici delle regioni delle coordinate cromatiche per segnaletica orizzontale bianca e gialla

Vertici N°		1	2	3	4
Segnaletica orizzontale bianca	x	0,355	0,305	0,285	0,335
	y	0,355	0,305	0,325	0,375

*Resistenza al derapaggio: SRT  $\geq$  50 ( classe S2 da prospetto 7 UNI EN 1436/08).*

### Dimensioni e materiali da impiegare per segnaletica orizzontale

Per quanto concerne le dimensioni, è stato previsto quanto di seguito:

- strisce continue di margine di larghezza pari a 12 cm;
- strisce di separazione dei sensi di marcia continua di larghezza pari a 10 cm;
- strisce per delimitare delle corsie piazzole di sosta, tipo "f" di larghezza pari a 12 cm
- Zebrature di presegnalamento di isole di traffico o di ostacoli lungo la carreggiata di larghezza pari a 40 cm con intervalli di 80 cm;
- Freccie direzionali e simboli sulla pavimentazione secondo le dimensioni indicate dal regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati in base ai seguenti tipi:

- **Pitture:**

Si suddividono in due famiglie:

1 - idropitture con microsferi di vetro postspruzzate(\*);

L'idropittura è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.

2 - pitture a freddo con microsferi di vetro postspruzzate(\*);

La pittura a freddo è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resine e

plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei.

(\*) Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate "CE" come definito dalla norma UNI EN1423:2004.

• **Termoplastico con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate(\*):**

Il materiale termoplastico è un prodotto verniciante costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di

vetro premiscelate, privo di solvente e fornito in uno o più componenti applicati con attrezzature

appropriate.

(\*) Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate "CE" come definito dalla norma UNI EN1423:2004.

• **Laminati elastoplastici (nastro stradale elastoplastico preformato)**

Si suddividono in tre classi di applicazione:

- 1 - per applicazioni provvisorie;
- 2 - per applicazioni poco sollecitate;
- 3- per applicazioni altamente sollecitate

**d) Colato plastico bicomponente a freddo, a base resine metacriliche esente da solventi**

Questo pittura è costituita da due tipi di prodotto:

- il primo ha al suo interno una miscela di cariche (calcari, dolomite e quarzite) che forniscono resistenza al materiale, un legante (costituito da resine acriliche), dei pigmenti (con la funzione di donare colore al prodotto), e delle microsfere di vetro che, immerse al 60% nel materiale, generano la retroriflettenza. Il prodotto non contiene solventi volatili.
- il secondo è un attivatore costituito da perossidi organici: ha lo scopo di solidificare il materiale

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137÷155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. L'art.137 del Regolamento infatti recita che: "Tutti i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari".

In particolare, "i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione".

### 9.2.3 DEMOLIZIONE VIADOTTO BANZOLE – A1 DISMESSA

Nel tratto compreso tra la pk 2+920 e la pk 2+960 l'itinerario VS08 Ca Nova Serrucce prevede il sottopassaggio del viadotto Rio Banzole, facente parte dell'Autostrada A1 ad oggi dismessa.

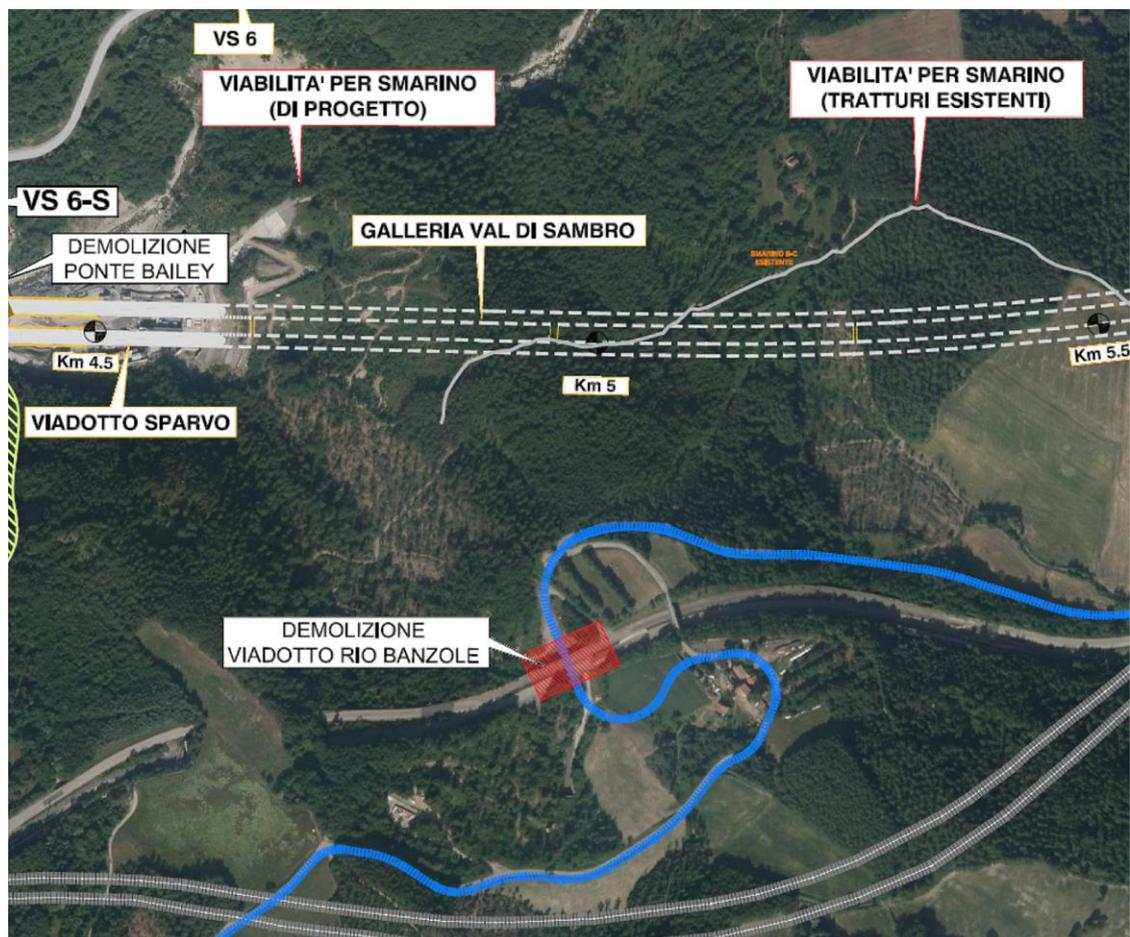


Figura 24 – Inquadramento

A causa dello stato di ammaloramento della struttura (si vedano foto sotto riportate) è prevista in progetto la sua demolizione.



Figura 25 – Foto spalla viadotto



Figura 26 – Foto trave impalcato



Figura 27 – Foto baggioli

L'intervento si può articolare nelle seguenti fasi:

- Demolizione pacchetto di pavimentazione esistente su viadotto;
- Rimozione barriera spartitraffico e bordo ponte;
- Demolizione solette in calcestruzzo armato;
- Rimozione travi in calcestruzzo armato dell'impalcato e loro demolizione;
- Rimozione baggioli (n°24)
- Realizzazione scarpata con pendenza al 7 su 4 a copertura delle spalle esistenti da mantenere.

La demolizione del manufatto "Opera 76 - Viadotto Rio Banzole (km 16+539÷16+573)" interromperà la continuità del tracciato autostradale dismesso in entrambe le carreggiate.



Figura 28 – Foto spalla viadotto



Figura 29 – Foto trave impalcato



Figura 30 – Foto baggioli

### 9.2.4 PONTE SU CONTRAFFORTI

L'intervento attraversa tra la pk 3+940 e la pk 4+010 un viadotto esistente (lunghezza L=70 m) per il quale è stato previsto un intervento di carattere conservativo volto a rimediare all'attuale degrado dell'opera d'arte. Le caratteristiche geometriche e strutturali dell'opera, la condizione di adiacenza al tracciato autostradale esistente ed in esercizio e le condizioni al contorno sono tali da consentire, oltre al ripristino dell'ammaloramento del calcestruzzo delle solette di impalcato, solamente l'adeguamento delle dimensioni dei cordoli finalizzate alla corretta installazione dei dispositivi di ritenuta, riducendo l'attuale sezione stradale (pari a B=4.00 m di larghezza del pavimentato).

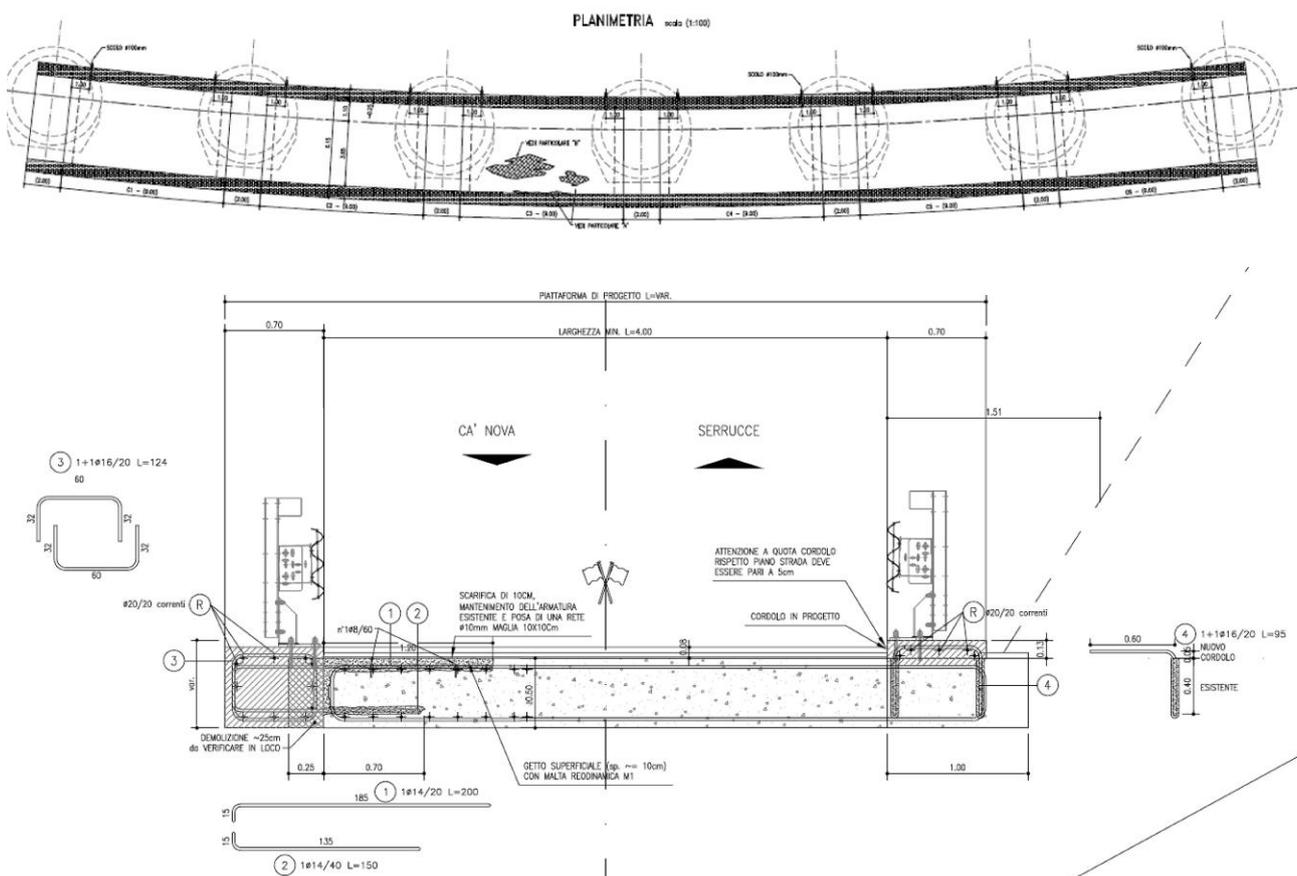


Figura 31 – Viadotto esistente, rifacimento cordoli

## 9.2.5 OPERE D'ARTE MINORI

Le opere minori previste nell'ambito dell'intervento sono costituite principalmente da opere di controripa/sostegno e da opere di attraversamento idraulico, oltre a eventuali opere provvisionali o di presidio.

### 9.2.5.1 OPERE DI SOSTEGNO/CONTRORIPA

I muri di controripa e di sostegno presenti lungo il tracciato del collegamento CA'NOVA (SP.61) - SERRUCCE (SP.60) sono costituiti sia da opere d'arte in c.a. sia da elementi in gabbioni. Nel seguito si riportano le sezioni tipologiche dei muri in c.a. e delle gabbionate.

Nel tracciato è inoltre prevista un'opera di controripa realizzata mediante una berlinese di micropali rivestita, in sostituzione di un muro in cls esistente.

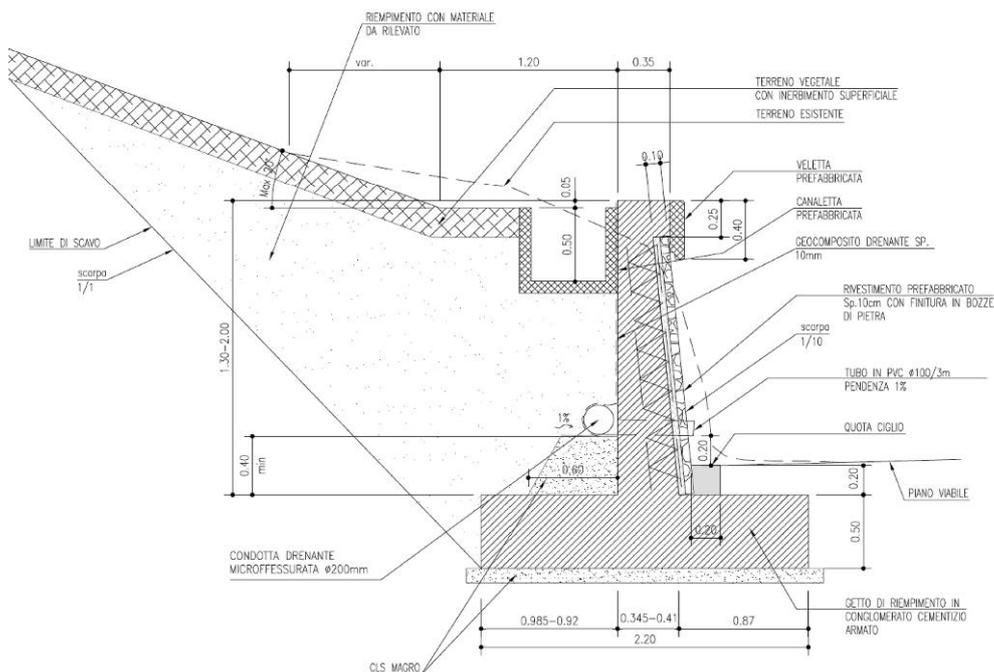


Figura 32 - Sezione trasversale muro di controripa MC201 - H = 1.3/2.0 m

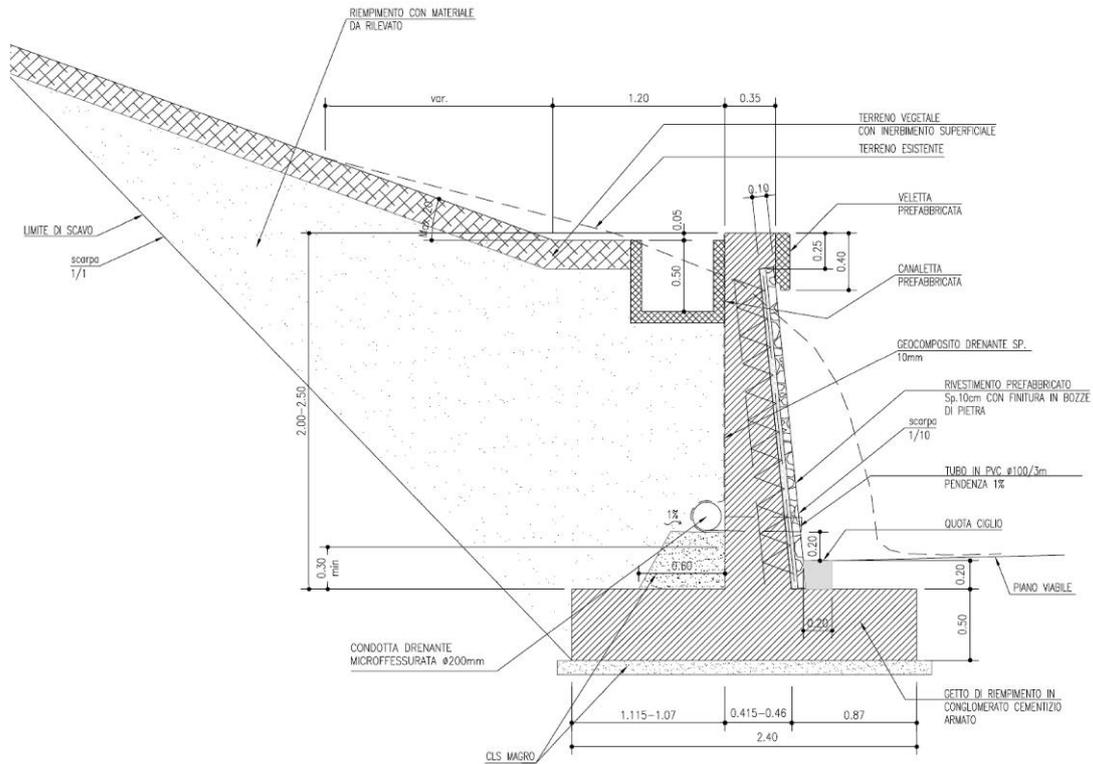


Figura 33 – Sezione trasversale muro di controripa MC201 - H = 2.0/2.5 m

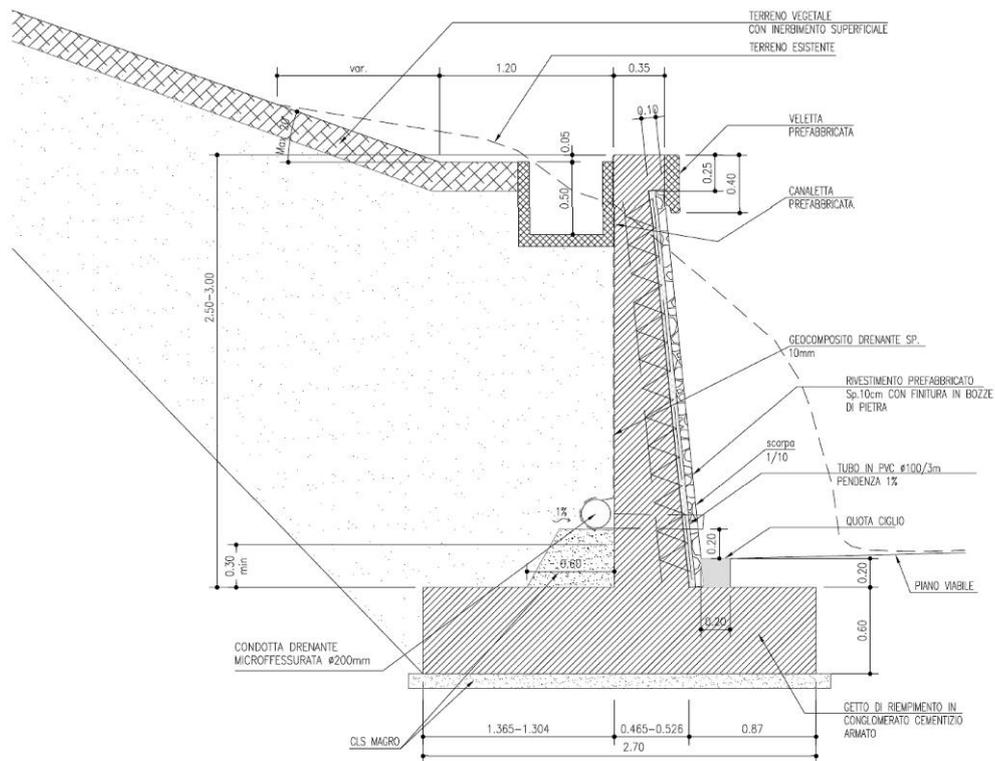


Figura 34 – Sezione trasversale muro di controripa MC201 - H = 2.5/ 3m

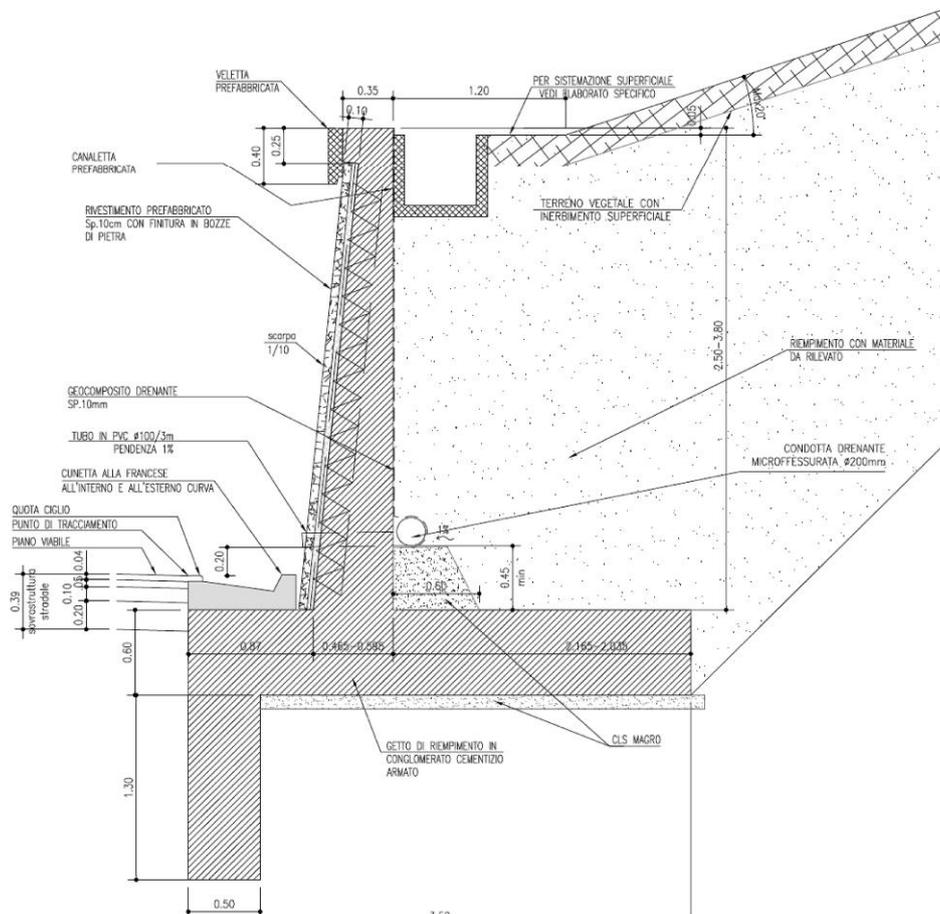


Figura 35 – Sezione trasversale muro di controripa in frana MC202



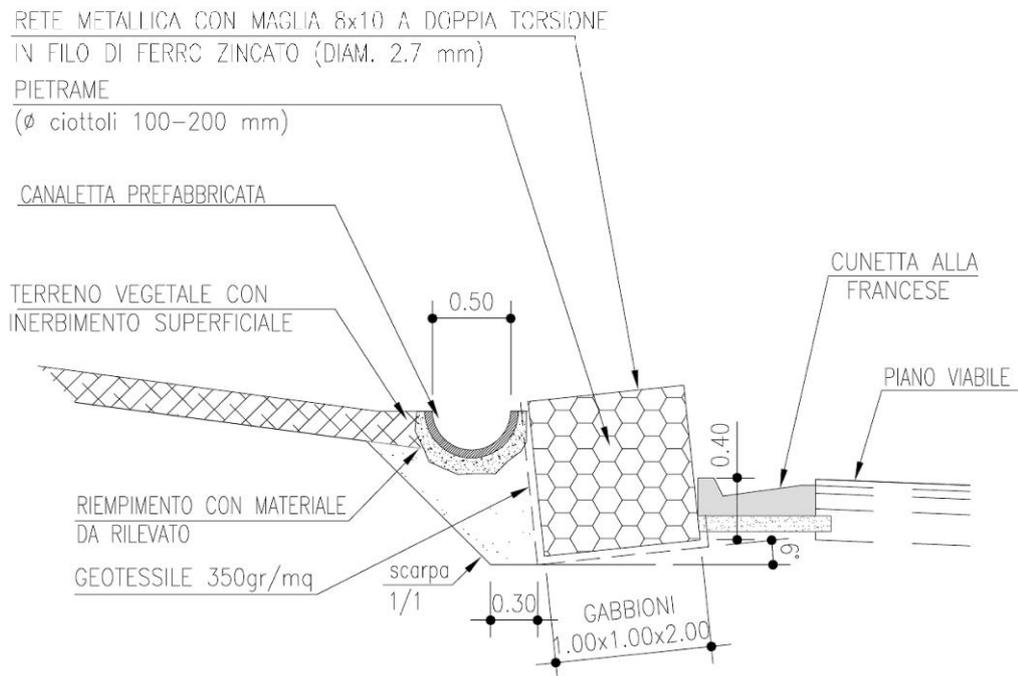


Figura 38 – Muro di controripa in gabbioni MC204/MC205 H = 1m

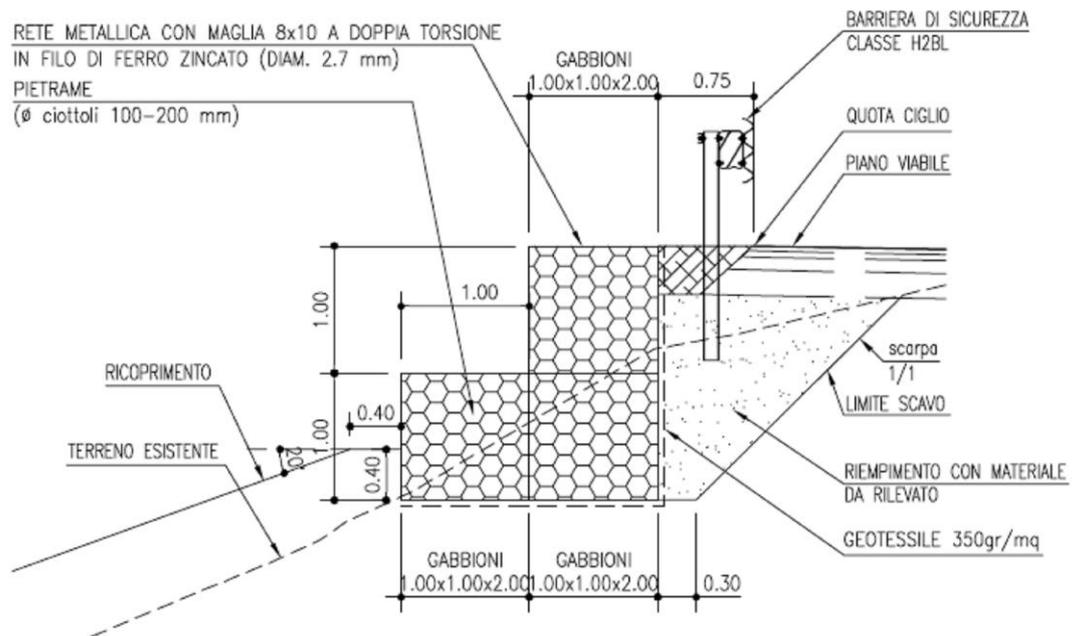


Figura 39 – Muro di sostegno in gabbioni MS201 H = 2m

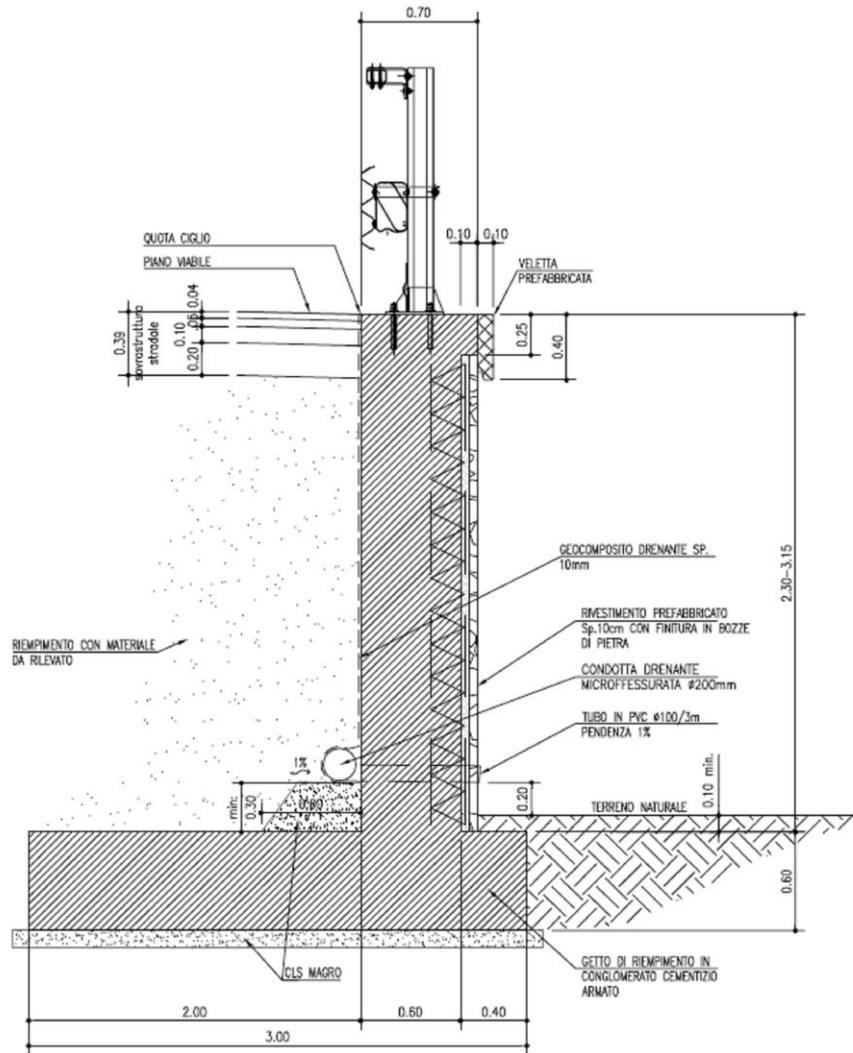


Figura 40 - Sezione trasversale muro di sostegno in c.a. MS02

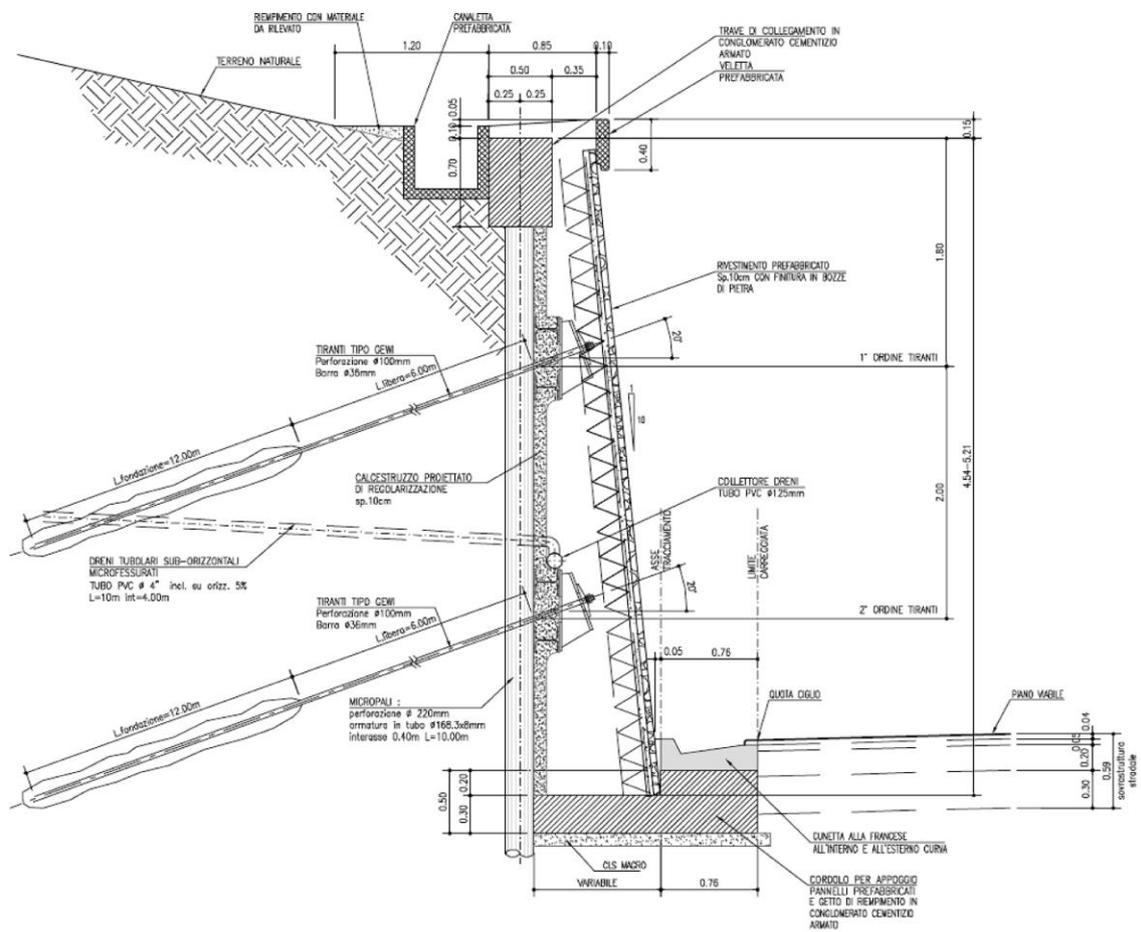


Figura 41 – Berlinese di micropali rivestita

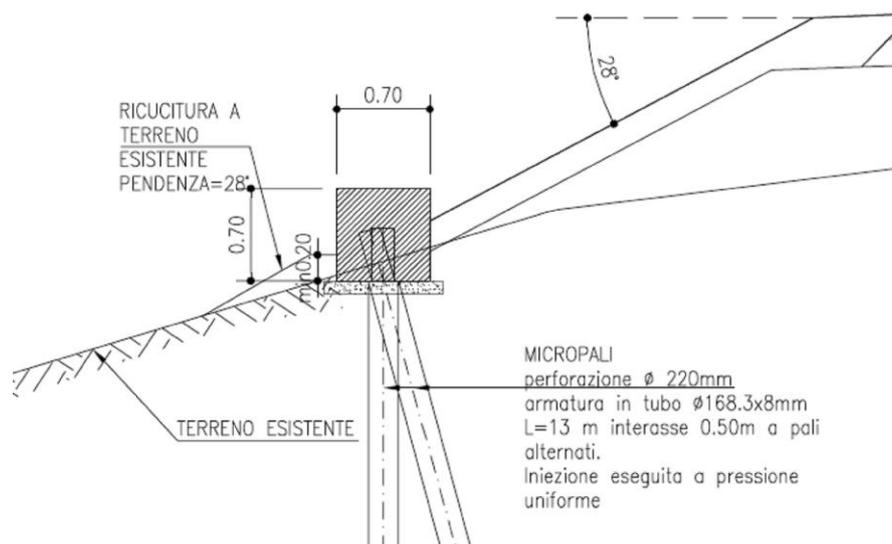
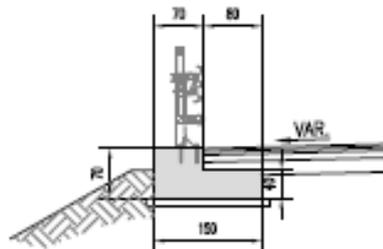


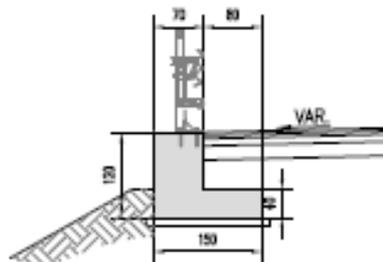
Figura 42 – Opera di stabilizzazione in micropali OS201

Al fine di minimizzare l'impatto delle scarpate in rilevato e di consentire la corretta installazione di dispositivi di ritenuta, considerata l'importante acclività dei versanti esistenti, in alcuni tratti l'adeguamento della larghezza della sezione trasversale impone l'inserimento nel progetto di cordoli porta-barriera su fondazione diretta o su micropali.

SEZIONE TIPO CORDOLO TIPO 1



SEZIONE TIPO CORDOLO TIPO 2



SEZIONE TIPO CORDOLO TIPO 3

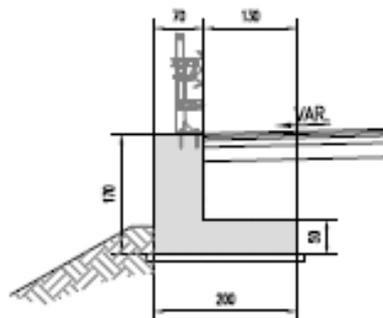


Figura 43 - Cordoli porta-barriera su fondazione diretta

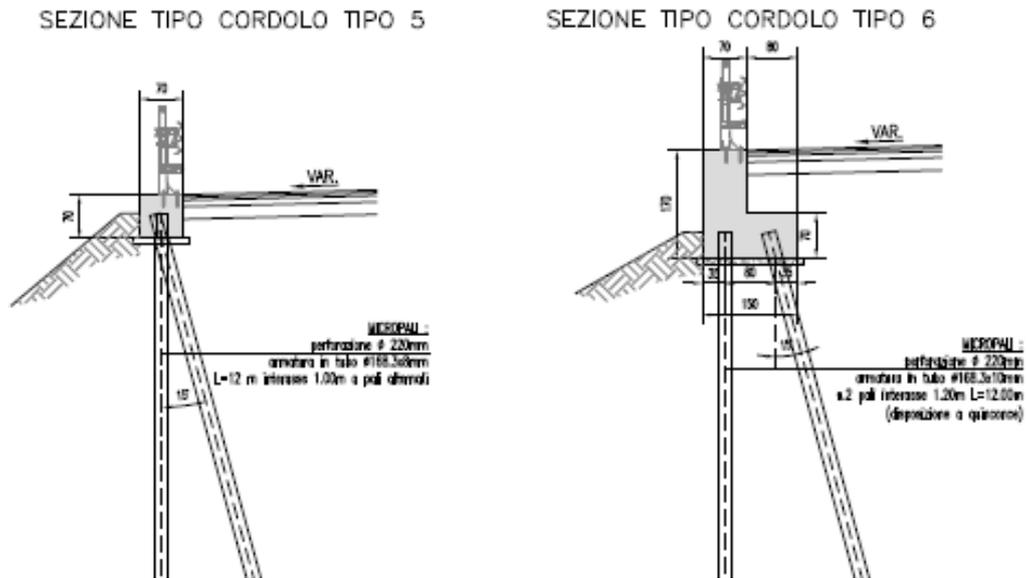


Figura 44 - Cordoli porta-barriera su micropali

#### 9.2.5.2 RAFFORZAMENTO CORTICALE

Nel tratto di viabilità di attraversamento del versante alla pk 2+170 circa è stato inserito, in ottemperanza alle richieste degli Enti Locali un intervento di rafforzamento corticale a protezione del versante di monte, particolarmente impervio, che presenta un tratto di parete rocciosa a vista con evidenti fratturazioni e con presenza di blocchi pericolanti.

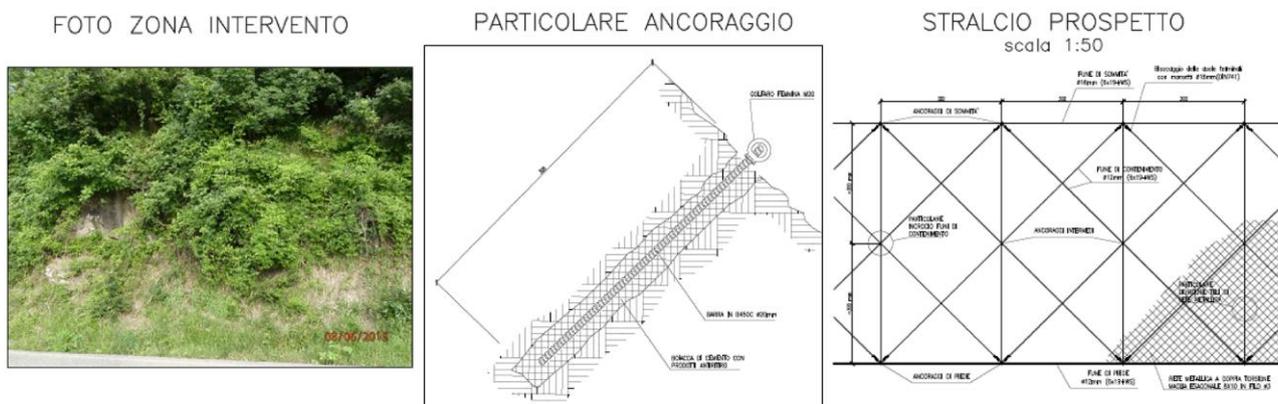


Figura 45 - Intervento di Rafforzamento corticale

### 9.2.5.3 INTERVENTO DI PROTEZIONE PASSIVA e DEMOLIZIONE

A monte del tratto in cui il tracciato della VS8 in progetto si sviluppa pressoché parallelamente al tracciato della galleria autostradale delle Banzole e del sotteso tratto di Autosole dismesso, si è evidenziato in occasione del rilievo geologico-geomorfologico del presente progetto, la presenza di un vasto fronte franoso che coinvolge anche le opere di contenimento di tale sedime non più in esercizio.

Nell'ambito del progetto di riqualificazione della viabilità di cui trattasi, si rende necessaria alla pk 3+400 del tracciato di progetto la realizzazione di un intervento di protezione passiva della strada, a monte di essa e da attuarsi in corrispondenza del muro di sostegno della carreggiata sud del tratto autostradale esistente, in grado di mantenere in sicurezza l'esercizio della strada in questione.

Nell'ambito dell'esecuzione dei lavori è prevista l'installazione di strumentazione integrativa rispetto a quella ad oggi esistente, al fine di attuare un adeguato monitoraggio geotecnico e topografico del versante.

L'intervento previsto è da configurare come messa in sicurezza, a breve termine, del muro di sottoscampa (nel tratto iniziale lato Bologna) eliminando i possibili pericoli di crolli incipienti che possano interessare la viabilità comunale e le proprietà sottostanti pregiudicandone sia l'incolumità degli utenti che dei proprietari stessi.

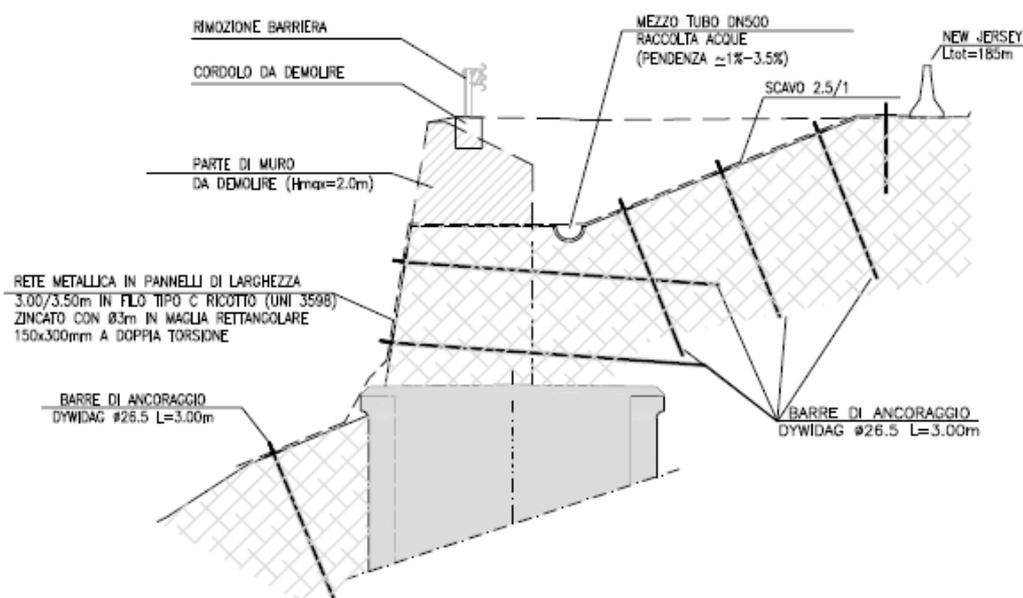


Figura 46 – sezione tipologica intervento di protezione passiva

Gli interventi saranno così articolati:

- demolizione parziale della parte sommitale, instabile del muro di sottoscarpa (Op. 74), l'intervento prevede l'eliminazione delle parti in cls che attualmente appaiono instabili e prossime al crollo per un'altezza variabile di circa 2 m; la scelta e le modalità precise di intervento (taglio e rimozione) saranno definite sia sulla base di rilievo di dettaglio eseguito con laser scanner che di valutazioni e studi mirati nella fase di progettazione esecutiva ed in corso di realizzazione. In generale si prevede la rimozione della barriera e la demolizione completa del cordolo nonché demolizione parziale (H max 2m) della parte in elevazione del muro;
- rimozione del terreno a tergo del muro di sottoscarpa in modo da permettere le operazioni di demolizione e riprofilatura con pendenza 2,5 su 1;
- demolizione parziale della parte frontale dell'arco del semiviadotto per uno spessore indicativo di 1 m e altezza variabile (altezza massima di demolizione 4 m);
- messa in sicurezza delle rimanenti parti di struttura mediante ancoraggi, funi e reti metalliche al fine di contenere le parti della strutture interessate da singole lesioni;
- regolarizzazione e smaltimento delle acque superficiali che, attualmente, non regimentate si infiltrano alimentando, nell'immediato l'evoluzione dei fenomeni di dissesto localizzato a tergo della struttura esistente.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati progettuali STP APE 0219, STP APE 0220 e STP APE 0231.

#### 9.2.5.4 OPERE IDRAULICHE

Aspetto fondamentale è stato l'analisi dei tombini esistenti e delle sistemazioni idrauliche, per garantire un adeguato deflusso delle acque meteoriche, in un territorio soggetto a frane e dissesti.

In particolare lungo l'intero tracciato, compatibilmente con le caratteristiche orografiche del territorio, è stato sempre previsto a monte del tracciato stradale, un fosso trapezio 50x50x50 cm inerbato e tale da poter accogliere le acque di versante. In tratti sporadici è previsto un fosso rivestito per permettere il convogliamento delle acque di piattaforma al più vicino recapito

FOSSO DI GUARDIA INERBITO AL PIEDE/TESTA DEL RILEVATO STRADALE  
scala 1:20

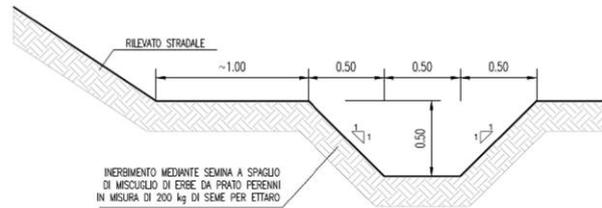


Figura 47 – Esempio fosso di guardia non rivestito

Congruentemente con i principi di progettazione dell'idraulica non è stata prevista la raccolta delle acque lato valle lasciando la stessa superare l'arginello erboso, appositamente realizzato a raso, per defluire nella campagna circostante. Lato monte, nonché in trincea, è stata sempre prevista la canaletta CT1 in grado di raccogliere le acque di piattaforma e recapitarle verso i tombini esistenti e/o previsti a progetto.

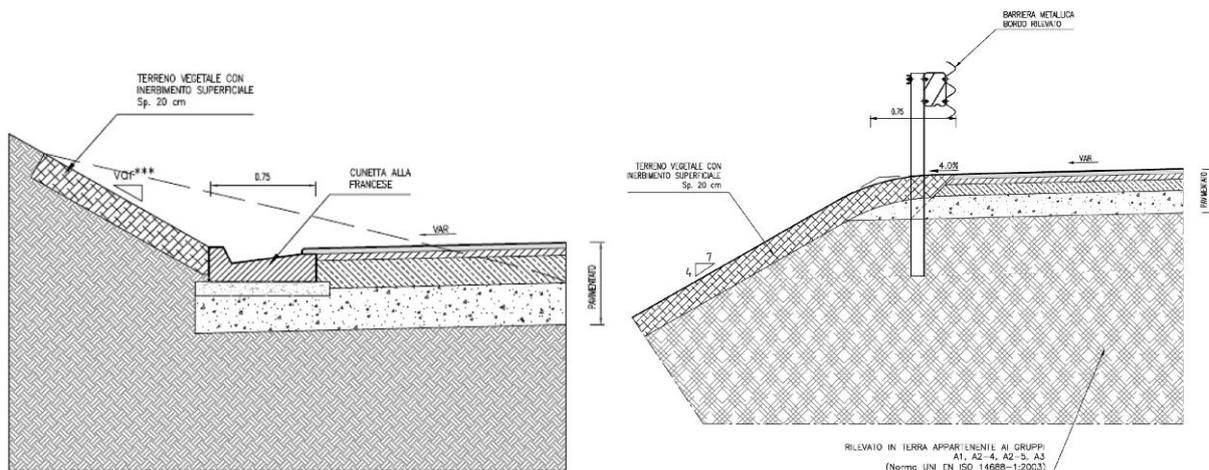


Figura 48 – Scolo delle acque a raso lato valle e con cunetta CT1 a monte

Per quanto riguarda invece le opere idrauliche di attraversamento del solido stradale, sono stati inseriti tombini circolari di diametro variabile da 800 mm a 2000 mm e scatolari di dimensioni variabili a seconda delle necessità, costituiti da elementi prefabbricati e con testate di monte e di valle in calcestruzzo.

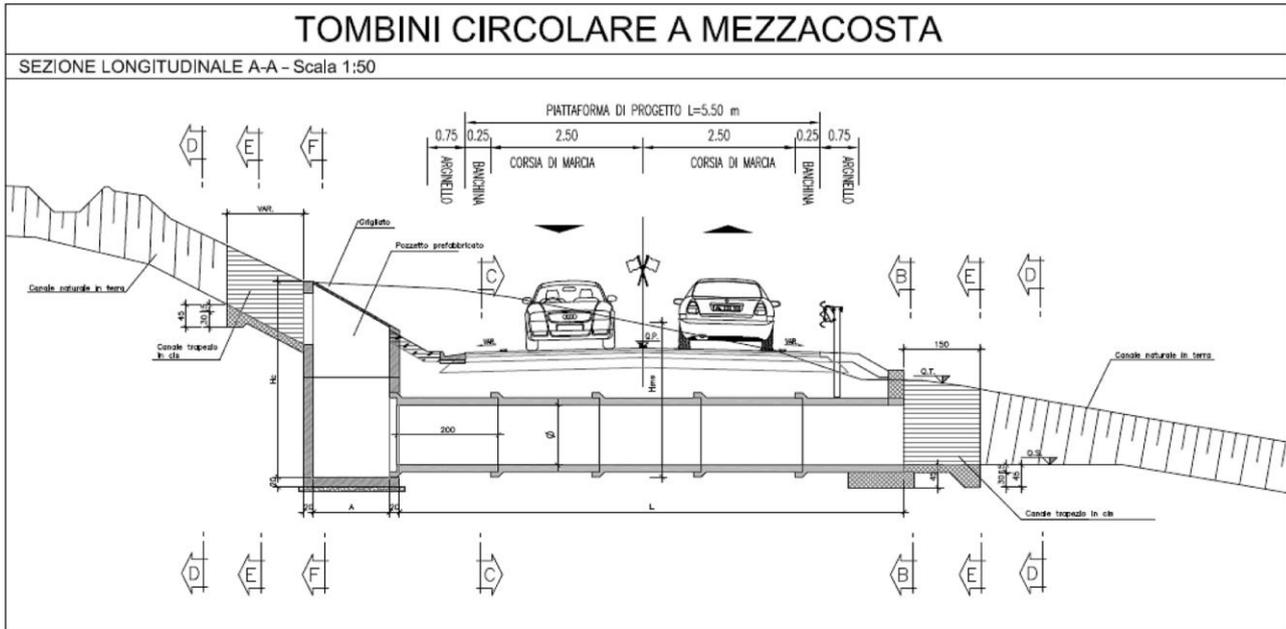


Figura 49 – Tombini idraulici

### 9.3 VS08: CA'NOVA-CA'BRUSORI

#### 9.3.1 IL PROGETTO STRADALE

Il presente progetto esecutivo riguarda l'intervento denominato "VS8 - Ca' Nova (SP.61) - Ca' Brusori" ubicato nel tratto appenninico Tosco-Emiliano collocato nel comune di San Benedetto Val di Sambro.

Tale viabilità, localizzata precisamente a Pian del Voglio, quale strada senza uscita serve l'accesso ai fondi agricoli e alle proprietà private residenziali dei nuclei abitati delle località Cà Nova, Cà Muccino e Cà Brusori.

Il progetto, quale intervento di manutenzione straordinaria, ha come obiettivo principale l'allargamento della sezione stradale e il miglioramento e messa in sicurezza dell'attuale viabilità.

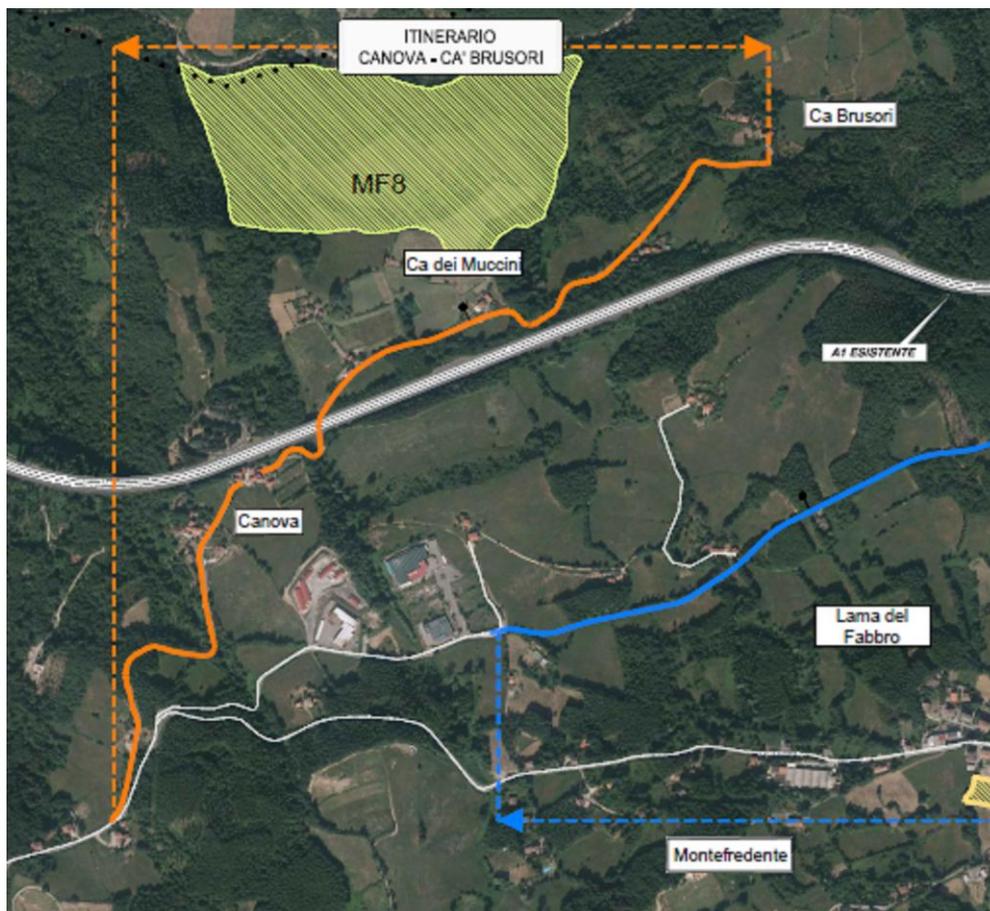


Figura 50 – Inquadramento

Il tracciato in esame si inserisce all'interno di una rete stradale caratterizzata da una maglia irregolare con elevata tortuosità plano-altimetrica poiché fortemente vincolata dalle caratteristiche geomorfologiche tipiche dell'ambito montuoso.

Il territorio risulta poco antropizzato, presenta centri abitati non contigui di piccole dimensioni ed aree residenziali frammentate che talvolta caratterizzate da edifici isolati.

Dal punto di vista geologico il collegamento si colloca in un'area sensibile caratterizzata da importanti fenomeni gravitativi di versante.

#### 9.3.1.1 Descrizione

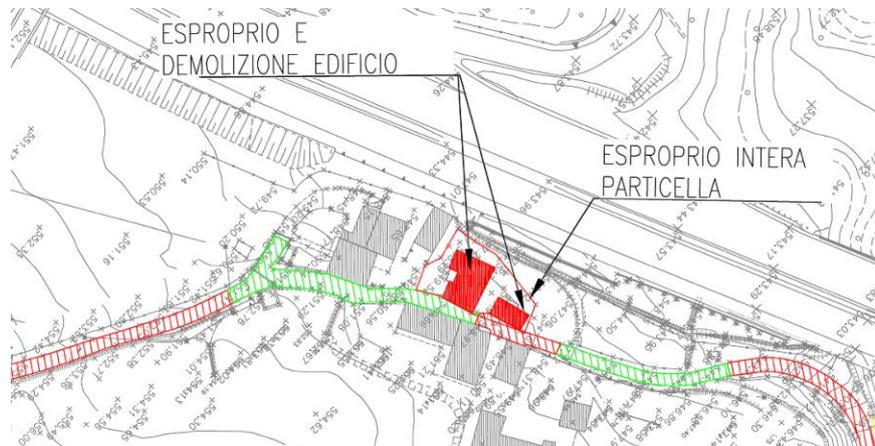
La viabilità di progetto, quale intervento di manutenzione straordinaria dell'esistente strada di montagna a destinazione particolare, presenta uno sviluppo complessivo pari a circa 2 km.

Il progetto prevede sostanzialmente la messa in sicurezza della strada mediante un modesto incremento delle geometrie esistenti, in particolare è previsto:

- l'allargamento della sezione esistente ( $B = 2.50-3.50$  m circa) ad una larghezza complessiva di 4.00m, da intendersi percorsa a doppio senso di marcia.
- allargamenti minimali in curva per favorire l'iscrizione dei veicoli prevalentemente di tipo leggero con esiguo flusso di traffico.
- l'inserimento di alcune piazzole di scambio finalizzato a favorire, compatibilmente con i vincoli esistenti, l'incrocio di veicoli di maggior dimensione.

Al fine dell'incremento della sicurezza stradale si prevede inoltre: il rifacimento completo della pavimentazione (intero pacchetto) qualora ammalorata, l'adeguamento dell'idraulica di piattaforma, il rifacimento di tombini idraulici di attraversamento e l'installazione di nuove barriere di sicurezza e segnaletica stradale.

Nel tratto compreso fra le progressive 0+810 e 0+830 circa è stata concordata la demolizione di due fabbricati esistenti che comportavano un restringimento di sezione fino ad un valore minimo di 2.20m, questo ha consentito quindi l'applicazione della sezione corrente di progetto di 4.00m con beneficio della sicurezza della circolazione. Tuttavia, in considerazione della presenza, alla progressiva 0+790 circa, di altri due fabbricati esistenti da mantenere non è stato possibile risolvere completamente la riduzione di sezione.



*Figura 51: Stralcio planimetrico demolizione edifici esistenti*

### 9.3.1.2 Caratteristiche stradali

L'itinerario oggetto della presente progettazione è classificabile funzionalmente come strada a destinazione particolare a servizio degli accessi ai fondi agricoli ed alle proprietà private residenziali dei nuclei abitati delle località Cà Nova, Cà Muccino e Cà Brusori, pertanto è sostanzialmente interessata dal transito di veicoli leggeri con un volume di traffico esiguo.

In relazione alla funzione della strada, alle caratteristiche plano-altimetriche e all'esigua sezione di progetto, larga complessivamente 4.00 m, si ritiene accettabile assumere una velocità nominale di progetto di 30 km/h. Tale valore permette di contenere la velocità di percorrenza che l'utente è portato ad incrementare in discesa per la presenza delle importanti pendenze longitudinali esistenti e di progetto che arrivano localmente fino a valori del 15,4%.

#### Sezione stradale

La sezione stradale è composta da un'unica corsia percorsa a doppio senso di marcia per una larghezza complessiva di 4.00m.

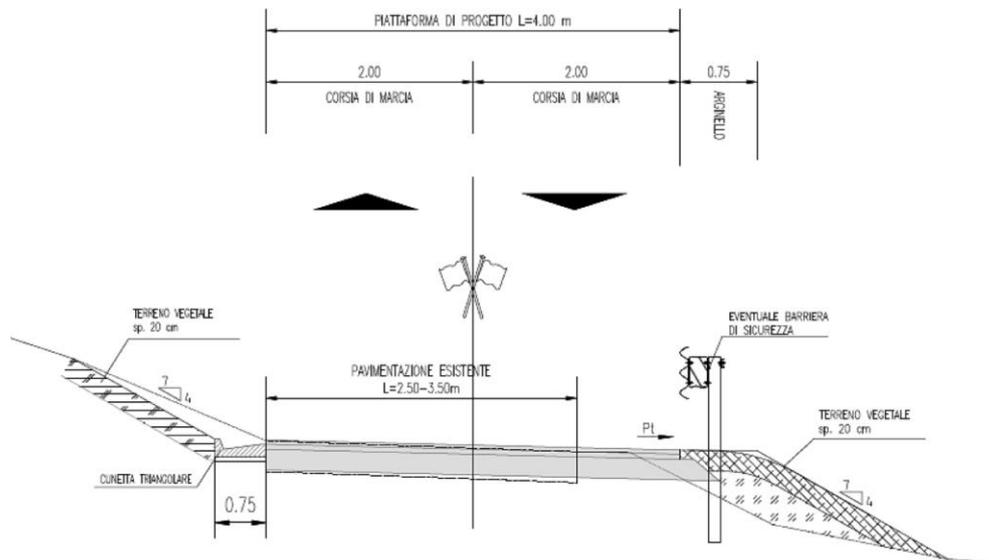


Figura 52 - Sezione tipo viabilità

Lungo i margini esterni sono previsti nei tratti in rilevato arginelli inerbiti da 0.75m (l'eventuale necessaria barriera di sicurezza metallica sarà installata mediante paletti ad infissione maggiorata), mentre nei tratti in trincea è prevista l'installazione di cunette alla francese di larghezza 0.75m. Le scarpate di progetto in rilevato ed in trincea sono previste con una pendenza massima del 7/4.

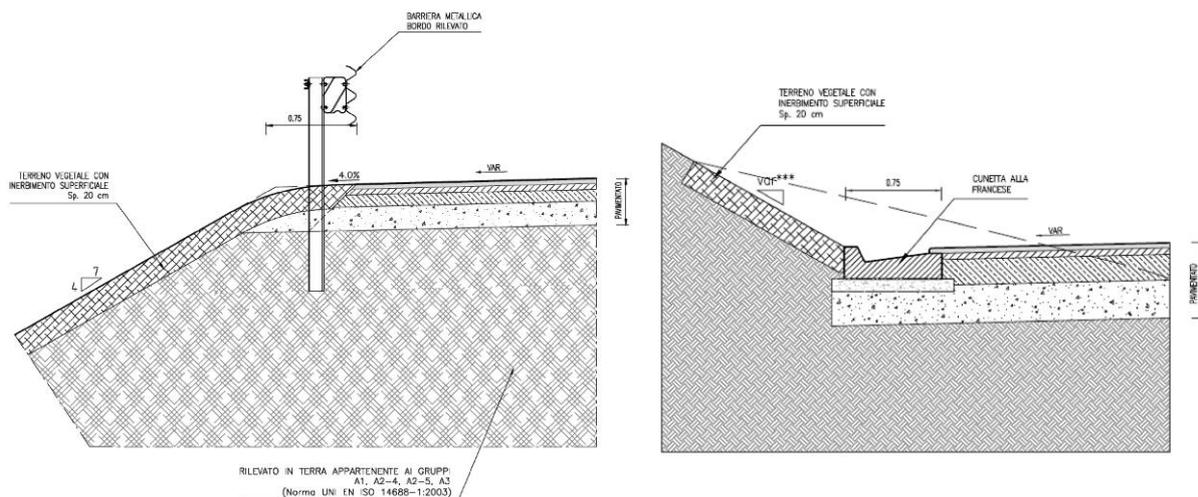


Figura 53 - Sezione tipo margine in rilevato e in trincea

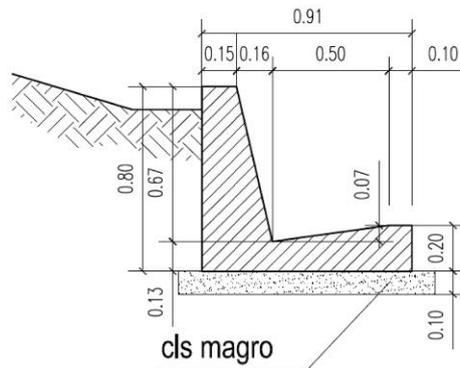


Figura 54 – Sezione tipo cunetta triangolare con profilo alto

Al fine di limitare l'estensione delle scarpate e quindi l'impatto della viabilità in progetto sullo stato di fatto sono state previste tre tipologie di cordoli a raso al posto degli elementi marginali sopra descritti.

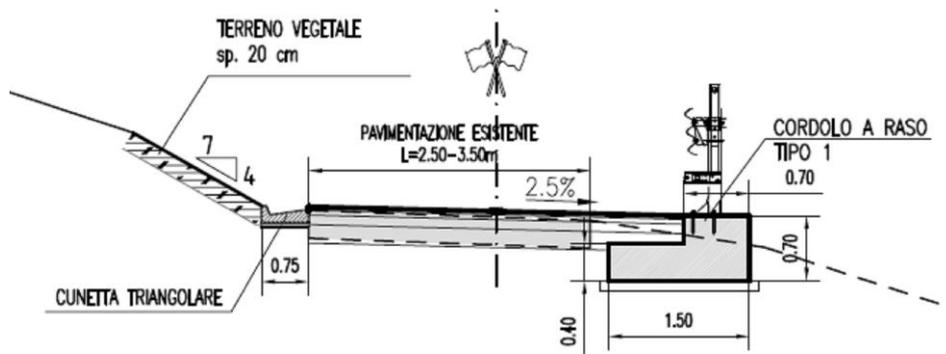


Figura 55 – Sezione tipo margine esterno con cordolo tipo 1

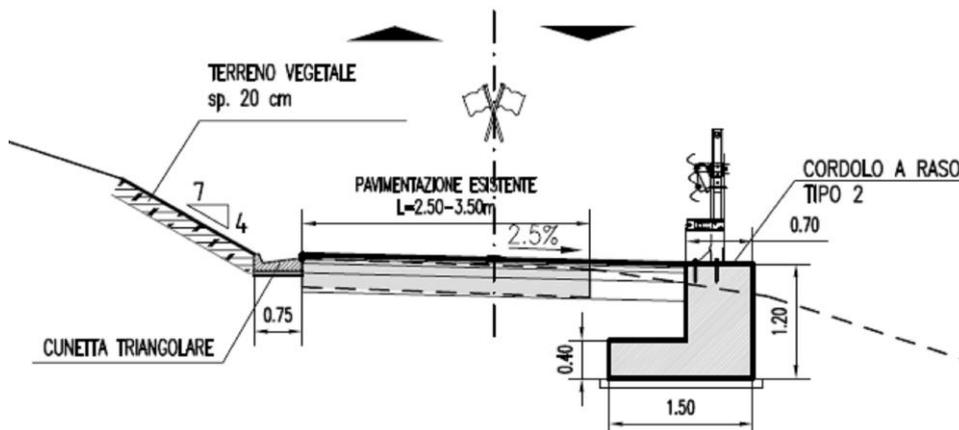


Figura 56 – Sezione tipo margine esterno con cordolo tipo 2

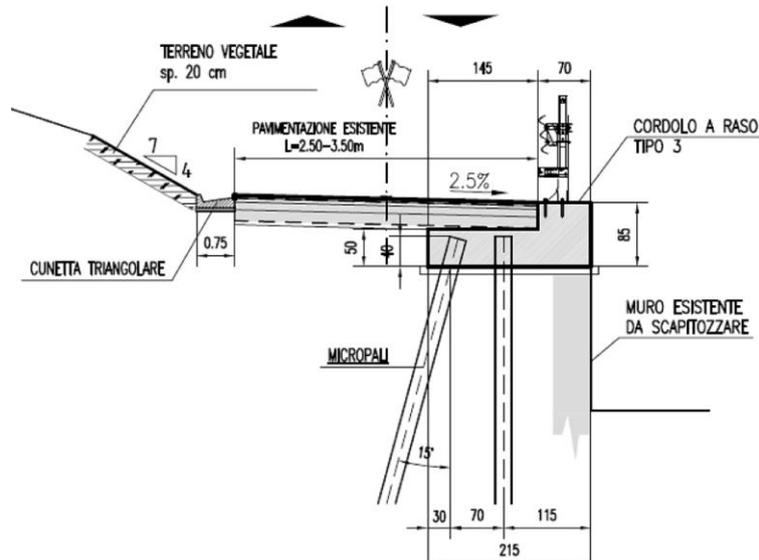


Figura 57 – Sezione tipo margine esterno con cordolo tipo 3

Quest'ultimo tipo viene applicato nella porzione iniziale del tracciato del tratto A, in corrispondenza di muri di sostegno in pietra esistenti, risultanti non idonei ad una corretta installazione di adeguati dispositivi di ritenuta.

#### Pendenza trasversale

Si assume una falda unica con pendenza del 2.50% rivolta verso valle in rettilineo (convenienza idraulica) e concorde alla curva nei tratti curvilinei.

La variazione della pendenza trasversale dalla curva al rettilineo dovrà verificare il criterio della sovrappendenza longitudinale massima al ciglio.

#### Caratteristiche planimetriche

Il tracciato planimetrico è caratterizzato da rettilineo e curve circolari che sostanzialmente seguono l'andamento esistente.

#### Caratteristiche altimetriche

Le pendenze longitudinali del tracciato saranno analoghe a quelle dello stato di fatto con eventuale miglioramento puntuale dei raccordi altimetrici compatibilmente con la velocità di 30km/h.

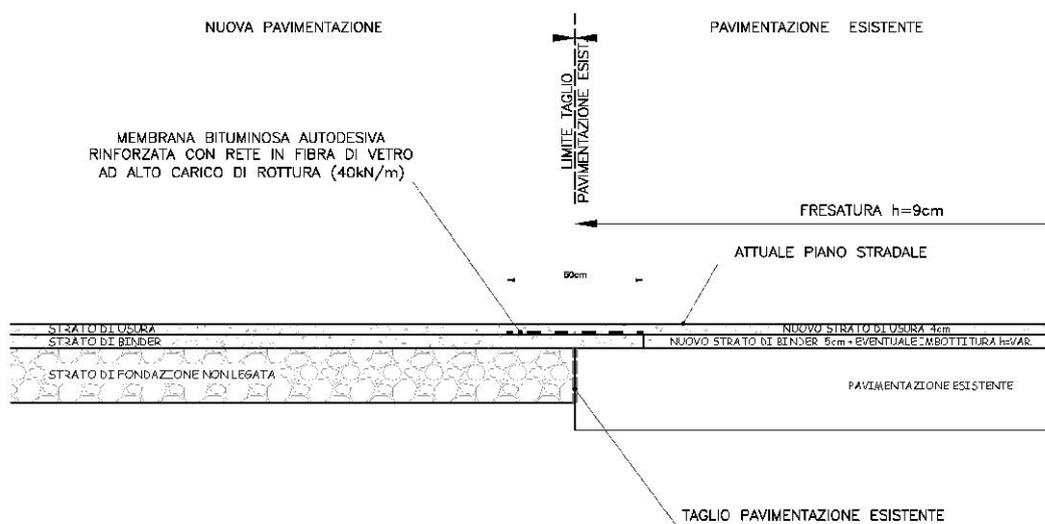
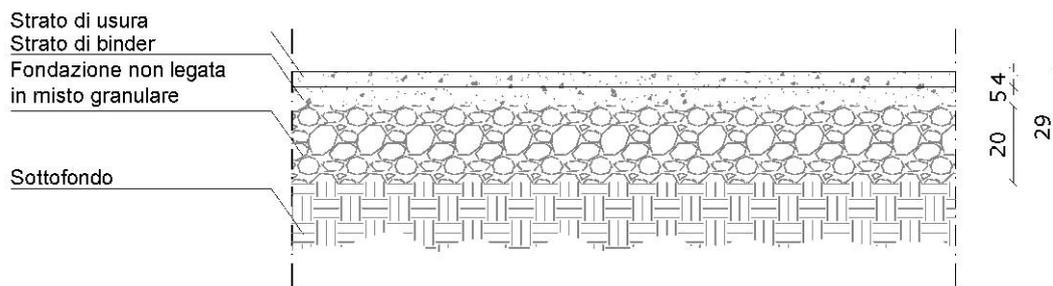
### 9.3.2 OPERE COMPLEMENTARI

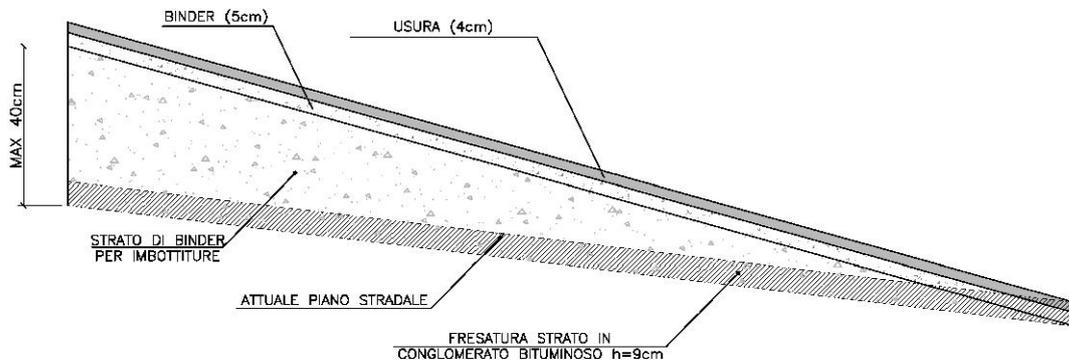
#### 9.3.2.1 PAVIMENTAZIONI

Lungo le tratte di intervento è previsto un pacchetto di pavimentazione di 29 cm così composto:

- Usura in conglomerato bituminoso (CB) con bitumi normali di 4 cm;
- Binder in CB con bitumi normali di 5 cm;
- Fondazione non legata in misto granulare di 20 cm.

Nel tratto di ampliamento è prevista una fascia di ammorsamento di 50cm; in corrispondenza del sedime da mantenere è prevista una fresatura di 9cm e il rifacimento degli strati di binder e usura con eventuali imbottiture per l'adeguamento delle pendenze trasversali.





*Figura 58 – Particolari costruttivi*

### 9.3.2.2 BARRIERE DI SICUREZZA

Lungo il tracciato stradale sarà prevista la posa di dispositivi di contenimento rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione" (D.M. n° 223 del 18/2/1992 e successive modificazioni ed integrazioni).

Per definire le soluzioni tecniche alla base del presente progetto, il Progettista ha preso a riferimento le principali tipologie di barriere, installabili secondo normativa vigente, presenti sul mercato. Quanto rappresentato negli elaborati del progetto delle barriere di sicurezza rappresenta pertanto una esemplificazione atta a definire compiutamente il progetto.

L'Appaltatore dovrà, presentando ai sensi di legge il relativo progetto, individuare ed utilizzare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, barriere installabili secondo quanto previsto dalla normativa vigente (ai sensi del D.M. 28.06.2011 (Gun. 233 del 06.10.2011), dovranno essere installate barriere marcate CE) che possano garantire prestazioni analoghe secondo i criteri definiti nel presente progetto. In conseguenza, tutti i disegni e i dettagli costruttivi dovranno, in fase costruttiva, essere adeguati alle caratteristiche delle barriere effettivamente utilizzate.

La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21/06/2004, con riferimento alla classe funzionale a cui appartiene la strada, alla classe di traffico e alla destinazione delle protezioni.

Il tracciato è vincolato dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio e dalle caratteristiche geometriche della viabilità esistente che presenta un elevato grado di tortuosità plano-altimetrica e si configura ai sensi del DM 67-S del 22.04.04 come "riqualifica e adeguamento di viabilità esistente"; inoltre in relazione al contesto territoriale e alle caratteristiche geometriche di tracciato, la viabilità in esame ricade nel caso delle strade di montagna così come riportato nel D.M. 2001 al "Cap. 1 - definizioni e riferimenti normativi".

L'intervento in esame è pertanto assimilabile a strada locale in ambito extraurbano (tipo F) con velocità di progetto inferiore ai 70km/h, di conseguenza in termini di inquadramento normativo ai sensi dell'art.2 del D.M. n°223 del 18.02.1992, la stessa non ricade nel campo di applicazione della norma.

Infatti, la Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali", al riguardo ha chiarito che:

*"Il campo di applicazione della normativa in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali è definito dall'art. 2 comma 1 del D.M. 223/1992 e riguarda i progetti esecutivi relativi alle strade ad uso pubblico extraurbane ed urbane che hanno velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h. Sono espressamente escluse dal campo di applicazione della norma in argomento le progettazioni inerenti le strade extraurbane ed urbane con velocità di progetto inferiore a 70 km/h".*

In progetto, laddove ritenuto opportuno, si è comunque prevista l'installazione di dispositivi di ritenuta in linea con quanto indicato dalla Circolare stessa:

*"Nei progetti relativi a strade ad uso pubblico che non rientrano invece nel campo di applicazione delle norme richiamate, tenuto conto delle specifiche condizioni locali in termini di configurazione dello stato dei luoghi e di circolazione, qualora sia previsto anche un intervento sui margini o sui dispositivi di ritenuta, il progettista dovrà comunque valutare le situazioni ove si rendono necessarie protezioni in relazione alla presenza od all'insorgenza di condizioni di potenziale pericolo".*

In particolare:

- sono stati sempre previsti dispositivi di ritenuta sui muri di sostegno;
- sono state previste barriere di sicurezza a protezione dei rilevati alti (altezza superiore a 3m) e per tutti gli ambiti in presenza di ostacoli (ad es. pali di illuminazione).

Riguardo alle classi minime da adottare per le barriere di sicurezza nelle diverse destinazioni (bordo laterale e bordo ponte), in assenza di dati di traffico a favore di sicurezza, si è fatto riferimento a quanto indicato dal D.M. 21/06/2004 all'art. 6 per strade locali (F) e condizioni di traffico di tipo III, come riportato nel terzo rigo della tabella seguente.

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico a	Barriere bordo laterale B	Barriere bordo ponte c
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	<b>III</b>	<b>H1</b>	<b>H1</b>	<b>H2</b>

Tabella 6: classi minime di barriere per strade urbane di quartiere

Nel seguito si riportano in sintesi le caratteristiche dei dispositivi di ritenuta da prevedersi per le diverse destinazioni (bordo laterale e in corrispondenza delle opere d'arte):

- per il bordo laterale barriere metalliche a nastri e a paletti infissi di classe H1 (la classe è stata opportunamente innalzata a H2 in approccio alle opere d'arte - concetto di "ali funzionali" del sistema misto);
- per i muri di sostegno sono state previste barriere metalliche a nastri di tipo bordo ponte di classe H2.

### Barriere per bordo laterale in sede naturale

La tipologia delle barriere per bordo laterale è quella di barriere metalliche a nastri e a paletti infissi, caratterizzate da un livello di severità di classe A.

Ad eccezione delle barriere di classe H1, dovranno essere impiegati dispositivi con nastro longitudinale principale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia.

I dispositivi metallici a paletti infissi dovranno avere una larghezza non inferiore 30cm per consentirne la corretta installazione in relazione alla presenza sul margine di cordolature ed altri elementi facenti parte del sistema di smaltimento idraulico delle acque di piattaforma. Inoltre, considerando che gli arginelli hanno larghezza minima di 75cm le barriere dovranno

avere una larghezza totale del dispositivo non superiore a 50cm, in modo da consentire l'installazione del palo nel tratto sub-orizzontale dell'arginello stesso.

Tutti i dispositivi impiegati dovranno avere caratteristiche di deformazione compatibili con il posizionamento degli elementi di arredo funzionale (ad es. pali di illuminazione).

Le barriere di progetto sono state previste cercando di garantire in progetto sviluppi di barriera pari alla lunghezza minima di funzionamento dei dispositivi ( $L_f=90m$  ca.), questo compatibilmente con la presenza di vincoli inamovibili quali accessi esistenti, che in alcuni casi hanno vincolato l'estensione massima della protezione effettivamente installabile ad una lunghezza inferiore.

Tale soluzione progettuale è stata ritenuta percorribile in ragione anzitutto delle basse velocità di percorrenza che caratterizzano la viabilità in oggetto, viabilità con velocità di progetto sempre inferiore ai 70km/h e quindi, ai sensi dell'art. 2 del D.M. n°223 del 18.02.1992, ricadente fuori dal campo di applicazione della norma. In progetto, è stata comunque prevista un'adeguata protezione dei margini laterali compatibilmente con i vincoli esistenti e in relazione alle basse velocità di progetto che caratterizzano i tratti di strada in esame. In particolare, sulla base delle informazioni disponibili al progettista in merito alle performance dei dispositivi attualmente presenti sul mercato, è stata prestata particolare attenzione affinché gli sviluppi minimi ( $L \geq 36m$ ) dei dispositivi previsti in progetto risultassero in genere superiori, a quanto desumibile dai crash test con il mezzo pesante, relativamente alle grandezze lunghezza di contatto e lunghezza del tratto di barriera effettivamente deformata.

Per quanto riguarda l'installazione delle barriere da bordo laterale con paletti infissi si è fatto riferimento a quanto indicato nell'art. 6 del DM 21.06.04, che prescrive di adattare il supporto dei dispositivi di ritenuta alle caratteristiche della sede stradale ove questi sono installati.

Lo studio per definire le modalità di installazione nelle diverse condizioni ha riguardato due aspetti distinti:

- una verifica di natura geotecnica mirata a definire la profondità di infissione necessaria affinché il terreno risultasse in grado di offrire un resistenza almeno pari a quella delle condizioni di riferimento;
- una verifica di natura geometrica per valutare le condizioni di rollio potenzialmente associabili ad un mezzo in svio per una data configurazione geometrica dell'arginello.

In appendice è riportato il calcolo della profondità d'infissione necessaria ad assicurare il corretto funzionamento della barriera nel caso di arginello di larghezza minima 75 cm. Il calcolo della profondità di infissione è stato effettuato con riferimento alle caratteristiche

costruttive delle barriere riportate nell'appendice alla presente relazione; qualora al momento dell'effettiva realizzazione delle opere, l'impresa Appaltatrice intendesse utilizzare barriere aventi requisiti prestazionali e dimensionali non rientranti nel campo assunto a riferimento, sarà sua cura ed onere dimostrare l'idoneità del prodotto in fornitura.

L'infissione maggiorata dei paletti è da considerarsi una modifica di prodotto ai sensi dell'Allegato ZA della UNI EN 1317-5. Il dispositivo di sicurezza adottato discenderà pertanto da un prodotto esistente dotato di marcatura CE per il quale un ente certificatore regolarmente accreditato abbia rilasciato l'estensione del marchio CE anche per la modifica introdotta (pali di lunghezza maggiorata). Tale procedura investe quindi il produttore del dispositivo e l'ente certificatore.

### Barriere per il bordo laterale delle opere d'arte

Le barriere bordo ponte metalliche dovranno essere caratterizzate preferibilmente da classe di severità A, potranno essere adottate in progetto barriere con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi della classe e del materiale previsti e con caratteristiche di deformazione compatibili con le larghezze dei cordoli (ovvero con la distanza da eventuali ostacoli) rientranti nella classe A.

Per i muri di sostegno è prevista la protezione con barriere di tipo bordo ponte di classe H2, in accordo con le prescrizioni del D.M. 21.06.2004.

Per quanto attiene alla protezione delle opere di luce inferiore a 3 metri (tombini idraulici), equiparate in termini di classi di contenimento al bordo laterale (vedi art. 6 del D.M.21.06.2004), è stato invece previsto di mantenere la barriera bordo laterale corrente sull'opera.

Lo sviluppo complessivo delle barriere a protezione delle opere d'arte dovrà essere commisurato a quello indicato nel certificato di crash test (lunghezza di funzionamento Lf). Nel definire in progetto l'estensione delle barriere, prima e dopo l'opera d'arte, si è tenuto in conto che la viabilità in oggetto è una strada a doppio senso di marcia e che quindi, ai sensi della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 62032 del 21.07.2010, le medesime protezioni andranno realizzate da entrambi i lati dell'opera d'arte.

Di conseguenza, si è prevista un'installazione di barriera su ambo i lati dell'opera d'arte quanto meno pari alla grandezza risultante dalla maggiore tra L1 (lunghezza di barriera interessata dall'urto) e Lpu (lunghezza di barriera prima dell'urto), grandezze desumibili dai certificati di crash test dei dispositivi che si prevede di impiegare. Lo sviluppo complessivo della protezione

non dovrà in ogni caso risultare inferiore alla lunghezza minima di installazione ( $L_f$  ca. 90m) relativa allo sviluppo totale del dispositivo che compone il sistema misto.

Secondo quanto previsto dal D.M. 21.06.2004 all'art. 6, l'estensione della protezione dell'opera a monte ed a valle, potrà essere realizzata attraverso un dispositivo diverso (testato con pali infissi nel terreno), di pari classe di contenimento, andando a realizzare una transizione strutturalmente continua (transizione speciale), in grado cioè di trasferire gli sforzi ed evitare una significativa differenza di deformazione laterale. In questo caso la lunghezza della barriera installata nel sistema misto dovrà essere almeno pari alla maggiore delle lunghezze di funzionamento dei 2 dispositivi installati.

La transizione sarà considerata strutturalmente continua laddove il sistema realizzato dall'affiancamento dei due dispositivi (bordo opera e bordo laterale) preveda:

- l'utilizzo di barriere dello stesso materiale;
- la continuità degli elementi longitudinali resistenti<sup>2</sup>.

In alternativa potrà essere valutata l'opportunità di modificare, innalzandola oltre il valore minimo indicato in progetto, la classe di contenimento di una o di entrambe le barriere contigue così da trovare un accoppiamento che garantisca i suddetti requisiti.

La rigidità dei singoli dispositivi del sistema misto dovrà essere confrontabile (valori di deformazione dinamica simili); in caso contrario la barriera più deformabile dovrà essere irrigidita nelle parte terminale che precede la transizione.

Diversamente da quanto suddetto, la transizione non potrà essere considerata strutturalmente continua e pertanto la protezione dei tratti a monte e a valle dovrà essere realizzata con la stessa barriera prevista sull'opera, andando a realizzare sul rilevato adiacente alla spalla un cordolo con idonee caratteristiche geometriche e strutturali; in alternativa potrà essere interposta una barriera a paletti infissi con elementi longitudinali resistenti simili alla barriera installata sull'opera, per una estensione a monte e a valle dell'opera come indicato nello schema S2 dell'elaborato "Tipologici, schemi di installazione e dispositivi complementari" che accompagna il progetto.

---

<sup>2</sup> Si considerano elementi longitudinali resistenti la lama principale a tripla onda, l'eventuale lama secondaria sottostante o soprastante la lama principale, ed i profilati aventi funzione strutturale. Non sono considerati elementi strutturali i correnti superiori con esclusiva funzione di antiribaltamento ed i correnti inferiori pararuota. La continuità degli elementi longitudinali delle 2 barriere può essere garantita anche se questi sono installati ad altezze diverse. In questo caso dovranno essere utilizzati elementi di raccordo inclinati con un angolo  $\leq 4^\circ$  rispetto al piano stradale.

In ogni caso, sarà onere dell'appaltatore in generale e del progettista del dispositivo in particolare verificare l'effettiva compatibilità del sistema di ancoraggio delle barriere di sicurezza bordo ponte che si prevede di impiegare con le caratteristiche geometriche e strutturali dei supporti (muri di sostegno).

### 9.3.2.3 SEGNALETICA

Il progetto prevede la costituzione di un sistema segnaletico armonico integrato ed efficace, in grado di garantire, un elevato livello di sicurezza e fluidità della circolazione veicolare. Si ritiene, infatti, che dotare la viabilità di una segnaletica che tenga in debito conto la prestazione percettiva dell'utente, e dunque avente idonee caratteristiche di visibilità, cospicuità e leggibilità possa evitare confusione e incertezza nella valutazione dell'utente, riducendo il rischio di manovre errate o effettuate in tempi inadeguati.

La segnaletica stradale – orizzontale e verticale – viene impostata secondo le prescrizioni della Normativa Vigente:

- **D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i..** "Nuovo codice della Strada"
- **D.P.R. n. 495/92 e s.m.i..** "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada".
- **DIRETTIVA 24.10.2000** "Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione" (G.U. 28 dicembre 2000, n. 301)
- **D.M. 10.07.2002** "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo" (G.U. N. 226 del 26.09.2002)
- 
- **Norme UNI**
  - UNI EN 1463-1: 2004
    - Materiali per segnaletica orizzontale - Inserti stradali catarifrangenti - Requisiti delle prestazioni iniziali;
  - UNI EN 1423: 2012
    - Materiali per segnaletica orizzontale - Materiali da postspruzzare - Microsfere di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele
  - UNI TR 11670: 2017
    - Linea guida per la definizione dei requisiti tecnico-funzionali della segnaletica orizzontale

- UNI EN 1436: 2008
  - Materiali per segnaletica orizzontale – Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada;
- UNI EN 12899:2008 Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale:
  - Parte 1: Segnali permanenti
  - Parte 2: Delineatori di ostacolo transilluminati
  - Parte 3: Delineatori di margine e dispositivi rifrangenti
  - Parte 4: Controllo di produzione in fabbrica
  - Parte 5: Prove iniziali di tipo

### SEGNALETICA VERTICALE

In particolare l'art. 77 del "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada" (D.P.R. n. 495/92) in attuazione all'art 39 del "Nuovo codice della Strada" (D. Lg.vo n. 285/92) stabilisce le informazioni che deve contenere il progetto e in particolare deve:

- fornire le *informazioni agli utenti della strada* al fine di ottenere un sistema armonico, integrato e efficace a garanzia della *sicurezza* e della *fluidità della circolazione*;
- tener conto delle *caratteristiche delle strade* e della loro *classificazione tecnico-funzionale*, delle velocità praticate e dei *prevalenti spettri di traffico* a cui la segnaletica è rivolta;
- comunicare con sufficiente anticipo agli utenti della strada la presenza di *pericoli, prescrizioni, indicazioni* ed altre informazioni utili al fine di scongiurare comportamenti scorretti, andamenti incerti e pericolosi spesso causa di sinistri;
- Inoltre nello stesso articolo si stabilisce che le informazioni da fornire agli utenti della strada per mezzo dei segnali stradali devono essere stabilite dagli enti proprietari secondo uno specifico progetto, di concerto con gli enti proprietari delle strade limitrofe e vieta l'uso di segnali diversi da quelli previsti nel Regolamento.

Per quanto non espressamente di seguito previsto si rimanda al "Capitolato Speciale D'appalto – Parte II".

### Marcatatura CE per la segnaletica verticale

Il **1° gennaio 2013** è entrata in vigore, dopo gli anni previsti di coesistenza con le varie norme nazionali, la norma europea EN 12899-1:2007, con la pubblicazione in lingua italiana

della UNI EN 12899-1:2008, che impone la marcatura CE obbligatoria su tutti i segnali verticali permanenti per il traffico stradale prodotti e commercializzati nei paesi dell'Unione Europea.

La norma in Italia è entrata automaticamente in vigore il 1° gennaio 2013, senza necessità di ulteriori Decreti attuativi, in quanto ha lo status di norma nazionale, con la conseguenza che la sua applicazione è obbligatoria e cogente e pertanto da tale data, fermo restando la validità dei segnali verticali permanenti già installati precedentemente, non possono più essere prodotti, commercializzati e quindi posati sul territorio nazionale ed europeo segnali verticali permanenti senza marcatura CE.

Inoltre in conformità alla norma UNI EN 12899-1, la certificazione di conformità CE dovrà riguardare il segnale completo, compresi i sostegni.

### Pellicole e Garanzie

Per il tratto stradale in oggetto, dovranno essere posati impianti segnaletici esclusivamente costituiti da segnali aventi pellicole di classe 2 ad alta risposta luminosa e di classe 2 microprismatica per le targhe di indicazione.

Le caratteristiche colorimetriche ed il fattore di luminanza  $\beta$  dovranno essere conformi ai valori contenuti nei prospetto 1 (classe 1) e 2 (classe 2) della EN12899-1 e alla tabella 2 della ETA-12/0328 per le pellicole a microprismi.

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa, misurata strumentalmente con un angolo di divergenza di 20' e un angolo di illuminazione di 5°, non deve essere inferiore ai valori (ridotti del 70% per i colori serigrafati ad eccezione del bianco) riportati nelle tabelle della EN12899-1 per la classe 1 (prospetto 3) e per la classe 2 (prospetto 4) e della tabella 2 della ETA-12/0328 per le pellicole ai microprismi.

### Strutture di sostegno

I sostegni per cartelli e targhe di superficie inferiore a 6 m<sup>2</sup> saranno in ferro tubolare Ø 60mm, in configurazione a palo singolo, multipalo o multipalo con controvento, zincati a caldo per immersione. Le dimensioni di ogni sostegno vengono riportate nelle planimetrie di progetto.

I sostegni saranno muniti di un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno. La chiusura superiore avverrà mediante apposizione di cappellotto in plastica.

Le dimensioni delle fondazioni per ciascun tubolare è prevista che non sia inferiori a 50 x 50 cm di base e 70 cm di altezza.

### Staffe per fissaggio ai sostegni

Tutte le staffe di qualsiasi tipo utilizzate per il fissaggio dei segnali ai sostegni, devono essere in lega di alluminio estruso e la relativa bulloneria in acciaio inox.

Per quanto riguarda impianti bifacciali il fissaggio dei segnali ai relativi sostegni dovrà essere effettuato utilizzando solo ed esclusivamente le apposite staffe bifacciali.

### SEGNALETICA ORIZZONTALE

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137÷155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. L'art.137 del Regolamento infatti recita che: "Tutti i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari".

In particolare, "i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione". Di seguito si da una breve descrizione delle "caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di antiscivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, nonché dei metodi di misura di dette caratteristiche". Per quanto non riportato si rimanda al "Capitolato Speciale D'appalto – Parte II".

### Requisiti e livelli prestazionali

Al momento della posa dovrà essere verificato che siano garantite le seguenti prestazioni.

Retroriflettenza: coefficiente di luminanza retro riflessa per visibilità notturna in condizioni d'illuminazione artificiale del segnale asciutto, **RL  $\geq$  150 mcdxm2xlx-1** (classe R3 da prospetto 3 della UNI EN 1436/08).

Colore: le coordinate cromatiche x, y per segnaletica orizzontale asciutta devono trovarsi all'interno delle regioni definite dai vertici forniti nel prospetto 6 della UNI EN 1436/08.

prospetto 6 Vertici delle regioni delle coordinate cromatiche per segnaletica orizzontale bianca e gialla

Vertici N°		1	2	3	4
Segnaletica orizzontale bianca	x	0,355	0,305	0,285	0,335
	y	0,355	0,305	0,325	0,375

*Resistenza al derapaggio:  $SRT \geq 50$  ( classe S2 da prospetto 7 UNI EN 1436/08).*

### Dimensioni e materiali da impiegare per segnaletica orizzontale

Per quanto concerne le dimensioni, è stato previsto quanto di seguito:

- strisce continue di margine di larghezza pari a 12 cm;
- strisce di separazione dei sensi di marcia continua di larghezza pari a 10 cm;
- strisce per delimitare delle corsie piazzole di sosta, tipo "f" di larghezza pari a 12 cm
- Zebrature di presegnalamento di isole di traffico o di ostacoli lungo la carreggiata di larghezza pari a 40 cm con intervalli di 80 cm;
- Freccie direzionali e simboli sulla pavimentazione secondo le dimensioni indicate dal regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati in base ai seguenti tipi:

- **Pitture:**

Si suddividono in due famiglie:

1 - idropitture con microsfere di vetro postspruzzate(\*);

L'idropittura è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.

2 - pitture a freddo con microsfere di vetro postspruzzate(\*);

La pittura a freddo è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei.

(\*) Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate "CE" come definito dalla norma UNI EN1423:2004.

- **Termoplastico con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate(\*):**

Il materiale termoplastico è un prodotto verniciante costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro premiscelate, privo di solvente e fornito in uno o più componenti applicati con attrezzature appropriate.

(\*) Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate "CE" come definito dalla norma UNI EN1423:2004.

- **Laminati elastoplastici (nastro stradale elastoplastico preformato)**

Si suddividono in tre classi di applicazione:

- 1 - per applicazioni provvisorie;
- 2 - per applicazioni poco sollecitate;
- per applicazioni altamente sollecitate

**d) Colato plastico bicomponente a freddo, a base resine metacriliche esente da solventi**

Questo pittura è costituita da due tipi di prodotto:

- il primo ha al suo interno una miscela di cariche (calcari, dolomite e quarzite) che forniscono resistenza al materiale, un legante (costituito da resine acriliche), dei pigmenti (con la funzione di donare colore al prodotto), e delle microsfere di vetro che, immerse al 60% nel materiale, generano la retroriflettenza. Il prodotto non contiene solventi volatili.
- il secondo è un attivatore costituito da perossidi organici: ha lo scopo di solidificare il materiale

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 Dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137÷155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. L'art.137 del Regolamento infatti recita che: "Tutti i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di



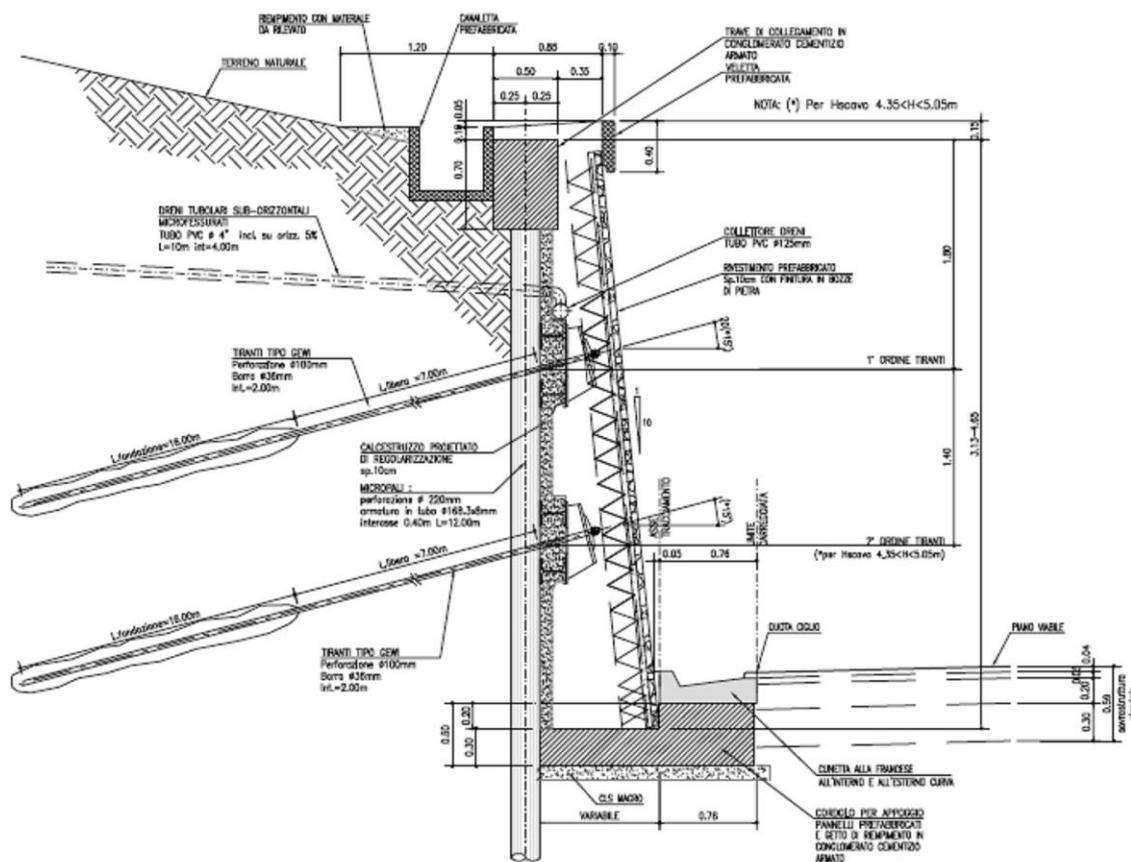


Figura 59 – Berlinese rivestita a ripristino funzionalità muro esistente

### 9.3.4 OPERE IDRAULICHE

Aspetto fondamentale del progetto è stato l'analisi dei tombini esistenti e delle sistemazioni idrauliche, per garantire un adeguato deflusso delle acque meteoriche, in un territorio soggetto a frane e dissesti.

Congruentemente con i principi di progettazione dell'idraulica non è stata prevista la raccolta delle acque lato valle lasciando la stessa superare l'arginello erboso, appositamente realizzato a raso, per defluire nella campagna circostante. Lato monte, nonché in trincea, è stata sempre prevista la canaletta CT1 in grado di raccogliere le acque di piattaforma e recapitarle verso i tombini esistenti e/o previsti a progetto.

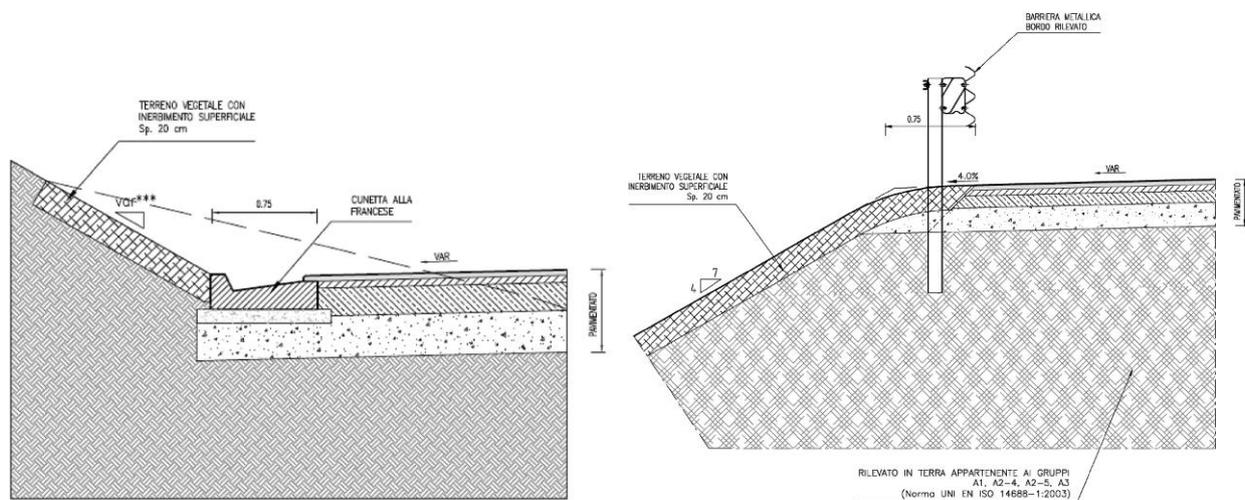


Figura 60 – Scolo delle acque a raso lato valle e con cunetta CT1 a monte

Per quanto riguarda invece le opere idrauliche di attraversamento del solido stradale, sono stati inseriti tombini circolari di diametro variabile da 300 mm a 800 mm e scatolari di dimensioni variabili a seconda delle necessità, costituiti da elementi prefabbricati e con testate di monte e di valle in calcestruzzo. Tali tombini sono in alcuni casi a prolungamento degli esistenti ed in altri a completa sostituzione.

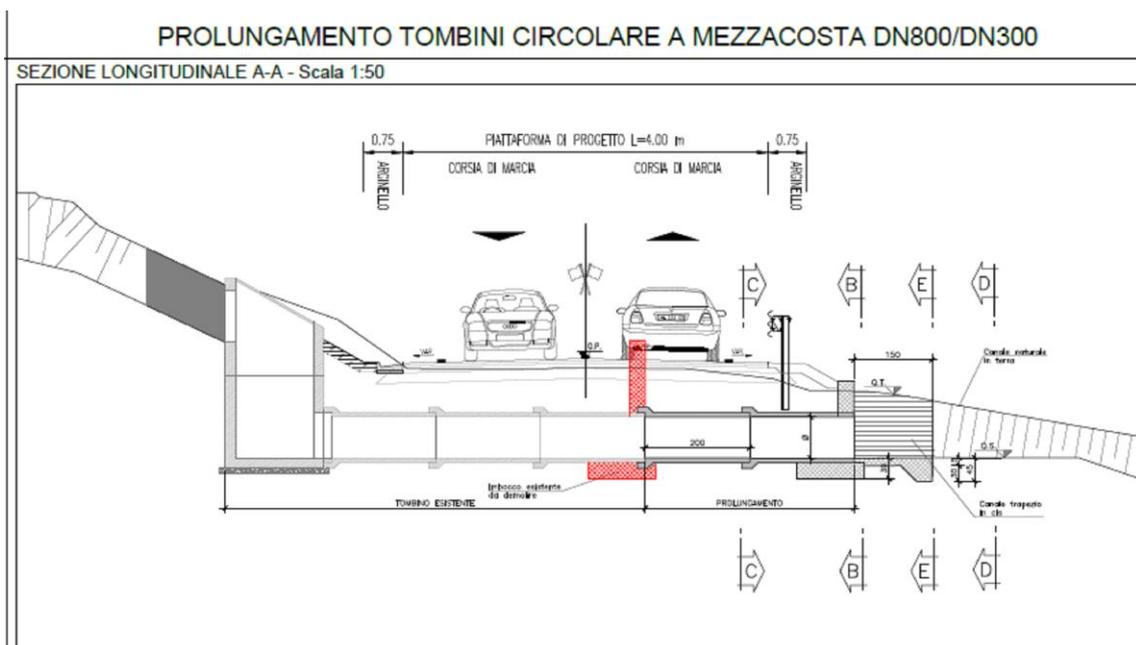


Figura 61 – Tombini idraulici

### 9.3.5 OPERE DI DRENAGGIO

Al fine di garantire adeguati livelli di sicurezza una tratto a mezza costa interferente con un'area di dissesto attiva ha richiesto la stabilizzazione del versante di monte mediante l'abbattimento del livello di falda del terreno in sito. Tali interventi sono stati previsti mediante trincee drenanti con lo scopo di captare le acque nel sottosuolo, convogliarle e accompagnarle al reticolo idrografico superficiale al di fuori dell'area interessata dal dissesto.

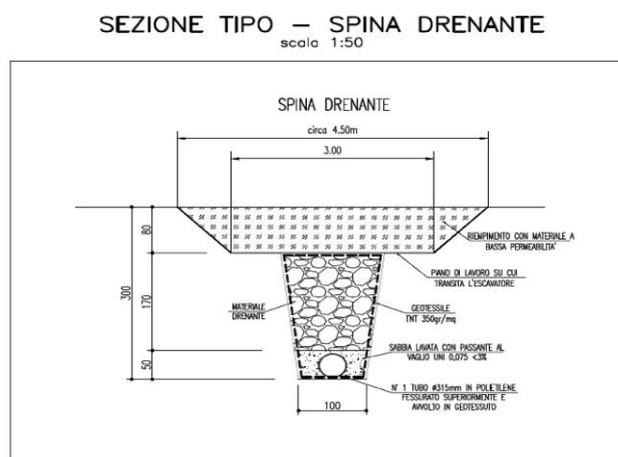


Figura 62 – Sezione tipo spine drenanti

### 9.3.6 DEMOLIZIONE FABBRICATI

Il progetto di riqualifica della viabilità prevede l'allargamento della sezione esistente ( $B = 2.50-3.50$  m circa) ad una larghezza complessiva di 4.00m, da intendersi percorsa a doppio senso di marcia.

Nel tratto compreso fra le progressive 0+810 e 0+830 circa la sezione esistente si restringe fino ad un valore minimo di 2.20m per la presenza di diversi fabbricati sui due lati della viabilità. Il Progetto Definitivo prevedeva per questo tratto l'interruzione dell'intervento di adeguamento della sezione stradale. Tuttavia in Conferenza di Servizi il Comune di San Benedetto Val di Sambro con **Deliberazione del Consiglio comunale n. 48 del 9 settembre 2016** ha chiesto al punto a) del suddetto parere di *"nella zona Canova: prevedere l'allargamento della sezione stradale anche, compresa la demolizione dei fabbricati accatastati al foglio 45 rispettivamente con i mappali 266 e 341 (nei confronti dei quali vi è già il nullaosta da parte della proprietà), in accoglimento e condivisione dell'osservazione presentata dagli abitanti e/o proprietari di immobili situati lungo via Cà di Brusori e zone adiacenti, uniformando*

*così le caratteristiche della viabilità anche in quello che è oggi il punto di maggiore criticità di tutta la strada, ....;"*

*Con il successivo punto f) ha chiesto inoltre di "organizzare le lavorazioni in modo che le stesse non richiedano la necessità di chiusura della circolazione, essendo questa l'unica strada utilizzabile dagli abitanti di via Cà di Brusori e zone adiacenti;"*

Per recepire quanto richiesto si è provveduto a sviluppare il progetto di demolizione dei due fabbricati per dare continuità all'intervento di adeguamento, con l'applicazione della sezione corrente di progetto di 4.00m anche nel tratto su indicato.

Durante le lavorazioni di demolizione per motivi di sicurezza è prevista, lungo il perimetro est degli edifici, in corrispondenza della viabilità di separazione con i fabbricati esistenti di altra proprietà, la realizzazione di una struttura a tubi e giunti con installazione di barriera di protezione in pannelli di legno OSB, adatta a contenere eventuali detriti che venissero proiettati verso l'esterno dell'area di cantiere. La struttura di protezione verrà vincolata ai fabbricati antistanti in modo da ridurre al minimo l'occupazione della viabilità esistente e consentire il passaggio dei residenti e di mezzi di piccole dimensioni durante le fasi propedeutiche alla demolizione. Invece durante le fasi di demolizione vera e propria, in via precauzionale, si dovrà prevedere la momentanea sospensione del traffico veicolare e pedonale lungo il tratto interessato dalle lavorazioni.



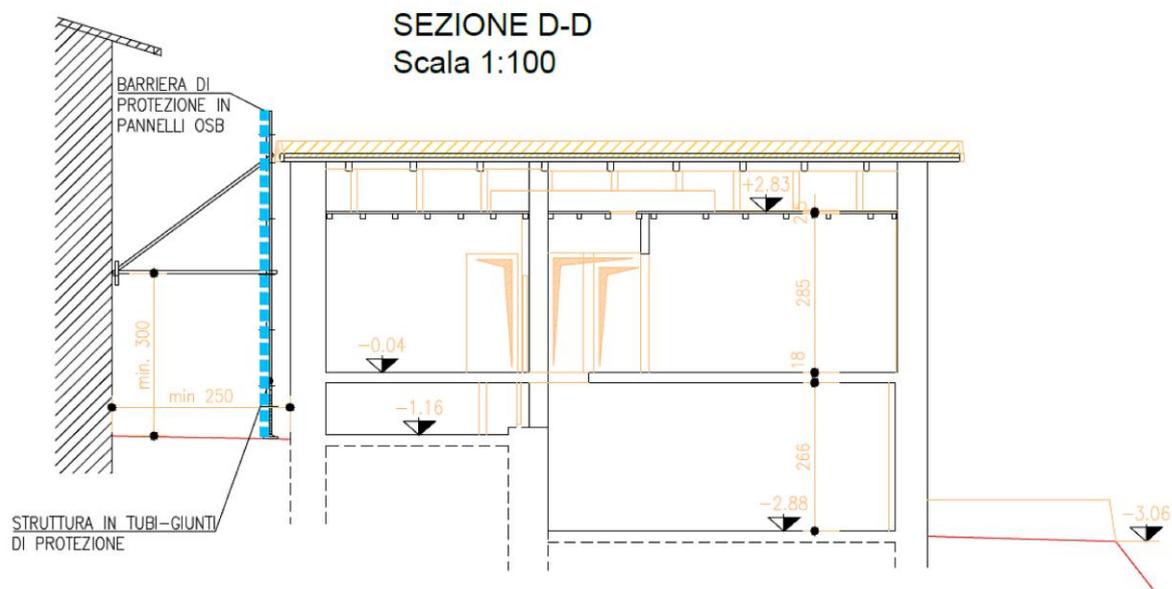


Figura 64 – Sezioni trasversali edifici da demolire

Si riporta di seguito il cronoprogramma delle attività previste:

		Durata (giorni)	1	2	3	4	5	6	7
Fasi	DESCRIZIONE FASE DI LAVORO	Durata (settimana)	1° settimana						
			L	M	M	G	V	S	D
<b>1</b>	<b>ALLESTIMENTO DEL CANTIERE</b>								
1.1	Preparazione aree di cantiere ed installazione ponteggi di protezione		■	■					
1.2	Smobilizzo cantiere, rimozione ponteggi di protezione e pulizia generale					■	■		
<b>2</b>	<b>OPERE DI SFALCIO</b>								
2.1	Preparazione delle aree con eliminazione della vegetazione interferente		■						
<b>3</b>	<b>OPERE DI DEMOLIZIONE</b>								
3.1	Svuotamento locali			■					
3.2	Rimozione manto di copertura e della guaina bituminosa				■				
3.3	Demolizione delle strutture in elevazione dei fabbricati				■				
3.4	Demolizione delle opere di fondazione				■				
3.5	Riprofilatura del terreno				■				

## 9.4 MOVIMENTO FRANOSO M4

### 9.4.1 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

L'area indagata si situa su un versante che si estende dai circa 360 metri s.l.m. di quota dell'alveo del Torrente Setta, ad ovest, fino a circa 650 metri s.l.m. verso est. La carta delle pendenze, elaborata partendo da un modello digitale del terreno (DTM) ricavato dai rilievi topografici di dettaglio, mostra una prevalenza di pendenze comprese tra 5 e 15 gradi. Tra i settori poco acclivi spicca l'ampia area a monte dell'autostrada esistente sede dei depositi di versante precedentemente descritti.

Le zone più acclivi, ove le scarpate talora superano i 60 gradi di pendenza, sono situate lungo il versante nei settori delle nicchie di frana principali, con andamento circa Nord-Sud e lungo il corso del Torrente Setta. Pendenze notevoli sono presenti anche lungo gli alvei dei fossi (orientazione circa E-W) che incidono il versante affluendo nel Torrente Setta.

Il versante si caratterizza per la presenza di numerose frane sia attive che quiescenti di dimensioni variabili e numerosi coronamenti di frana a cui talora è risultato difficile associare una forma definita dato che i dissesti sono spesso tra loro coalescenti. I corpi franosi di maggiori dimensioni sono riferibili alla tipologia di frana complessa. Come accennato nel par.4.3, sono state considerate attive le frane con evoluzione stagionale o comunque quelle che in ogni analisi delle foto aeree effettuata nel tempo mostravano una evidente persistenza di forme e segnali di attività. Per la valutazione del grado di attività sono state analizzate le risultanze delle misure strumentali disponibili e sono state vagliate anche le informazioni relative alla continuità dei tubi inclinometrici effettuata di recente. L'elemento di maggiore importanza nell'area studiata è costituito da un ampio settore franoso attivo a valle dell'area di Ca' dei Berti. All'interno del corpo principale sono riconoscibili alcune frane attive di dimensioni minori, tra loro coalescenti, collocate nella parte medio-bassa del versante. Altri settori attivi, di minore estensione, sono comunque riconoscibili lungo il versante ed alcuni intersecano il tracciato attuale dell'autostrada A1. Si nota come al piede del versante il corso del Torrente Setta con le sue variazioni di portata e velocità possa favorire l'evoluzione dei fenomeni di dissesto accelerando i fenomeni attivi o attivando settori attualmente quiescenti. La frana attiva principale nel settore di Ca' dei Berti si colloca all'interno di un grande corpo di frana quiescente il cui coronamento è posto immediatamente a monte dell'attuale tracciato autostradale. Dall'analisi dei dati di sondaggio lo spessore del corpo franoso, sia nella parte quiescente che attiva, raggiunge i 30 metri. I dati di monitoraggio inclinometrico presenti nell'area segnalano movimenti a profondità diverse permettendo di stimare spessori di frana

attiva che variano dai circa 9 -13 metri a valle di Ca' dei Berti ai 27 metri nella zona del sondaggio M4/6/3.

Le altre frane attive di minori dimensioni presenti in planimetria e profilo raggiungono comunque spessori variabili dai 20 ai 30 metri. I depositi di frana attivi e quiescenti poggiano su un substrato estremamente fratturato di arenarie della Formazione di Monghidoro. Tale fratturazione è imputabile ad una serie di fattori associabili a motivi tettonici che interessano il versante o a paleo movimenti di traslazione in blocchi anche estesi, con locale coerenza geometrica interna delle strutture sedimentarie presumibilmente favoriti da assetti a franapoggio del versante non verificabili a causa delle estese coltri di frana. Numerosi sono i settori che presentano fenomeni di soliflusso situati su coltri di frana quiescente e su depositi di versante. Come già sottolineato questi fenomeni sono spesso soggetti ad evoluzione trattandosi di contesti del tutto equiparabili alle frane di coltre o superficiali.

Il manto stradale della viabilità di accesso all'abitato di Ca' dei Brusori presentava, al momento del rilievo in situ, alcuni settori lesionati. Queste zone, mappate in planimetria, si collocano in corrispondenza di orli di scarpate morfologiche attive e vanno a tutti gli effetti considerati settori soggetti ad evoluzione.

Si rimanda alla relazione geologica-geomorfologica specifica ed agli elaborati grafici allegati per maggiori dettagli.

#### **9.4.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO**

Gli interventi previsti in progetto hanno la finalità di migliorare le condizioni di stabilità della coltre detritica superficiale nell'area denominata MF4, sul versante in destra idrografica del torrente Setta, nel comune di San Benedetto Val di Sambro, in generale caratterizzato da una successione di accumuli eterogenei di antiche frane, attualmente non attive. Le coltri detritiche derivano da antichi fenomeni franosi coalescenti o sovrapposti.

Gli interventi in progetto sono localizzati nella zona a valle dell'abitato di Ca' dei Berti e sono di due tipi: edicole drenanti e opera strutturale di presidio.

Le opere di drenaggio consentono di controllare il regime locale delle pressioni dell'acqua nel terreno, riducendo la possibilità di eventuali riattivazioni di fenomeni franosi al piede del versante. Esse in generale consentono di mitigare la probabilità di dissesti locali, incidendo però in maniera molto modesta sul rischio di frana dell'intero pendio per il quale, visto lo

spessore di detriti e l'estensione dell'area coinvolta, appare molto difficile individuare soluzioni definitive.

In aggiunta, si prevede la costruzione di un'opera strutturale a presidio delle case di Ca' dei Berti (paratia di presidio tirantata), ai fini di garantire la stabilità locale delle strutture esistenti, oltretutto di un sistema di drenaggio profondo con dreni sub-orizzontali lanciati a partire dalla paratia stessa e di un sistema di regimazione delle acque superficiali con raccolta e smaltimento nei due rii presenti.

Si sottolinea come tali opere siano da intendersi come:

**Opere di stabilizzazione**, ovvero **risolutive dei fenomeni locali**, nella porzione di frana su cui si interviene, con conseguente messa in sicurezza definitiva dell'abitato di Ca' dei Berti.

**Opere di mitigazione del "rischio di frana"**, ovvero di riduzione e controllo della tendenza alla franosità sull'area più estesa del movimento franoso denominato MF4 nel suo complesso. Infatti questi interventi, migliorando le condizioni di stabilità della parte sommitale del movimento (esclusione delle spinte provenienti dal terreno a monte del presidio e soprattutto intercettazione e smaltimento delle acque di ruscellamento e di infiltrazione con un sistema efficiente) conducono comunque a migliorare anche le condizioni a scala di "versante".

In dettaglio gli interventi previsti sono i seguenti:

- paratia di presidio ubicata immediatamente a valle delle abitazioni Ca' dei Berti, che avrà anche la funzione di testata di un sistema di drenaggio;
- rimodellamento e riprofilatura delle zone di versante interessate dai movimenti, finalizzati a garantire pendenze compatibili con la resistenza dei materiali e la creazione di banche per la posa di canalette di raccolta delle acque di ruscellamento superficiali;
- regimazione delle acque di ruscellamento superficiale mediante un sistema di fossi che scaricano nei rii esistenti;
- realizzazione di n° 2 edicole drenanti a valle della paratia;
- sistemazione dei due fossi principali esistenti nella zona di pertinenza degli interventi di stabilizzazione in progetto.

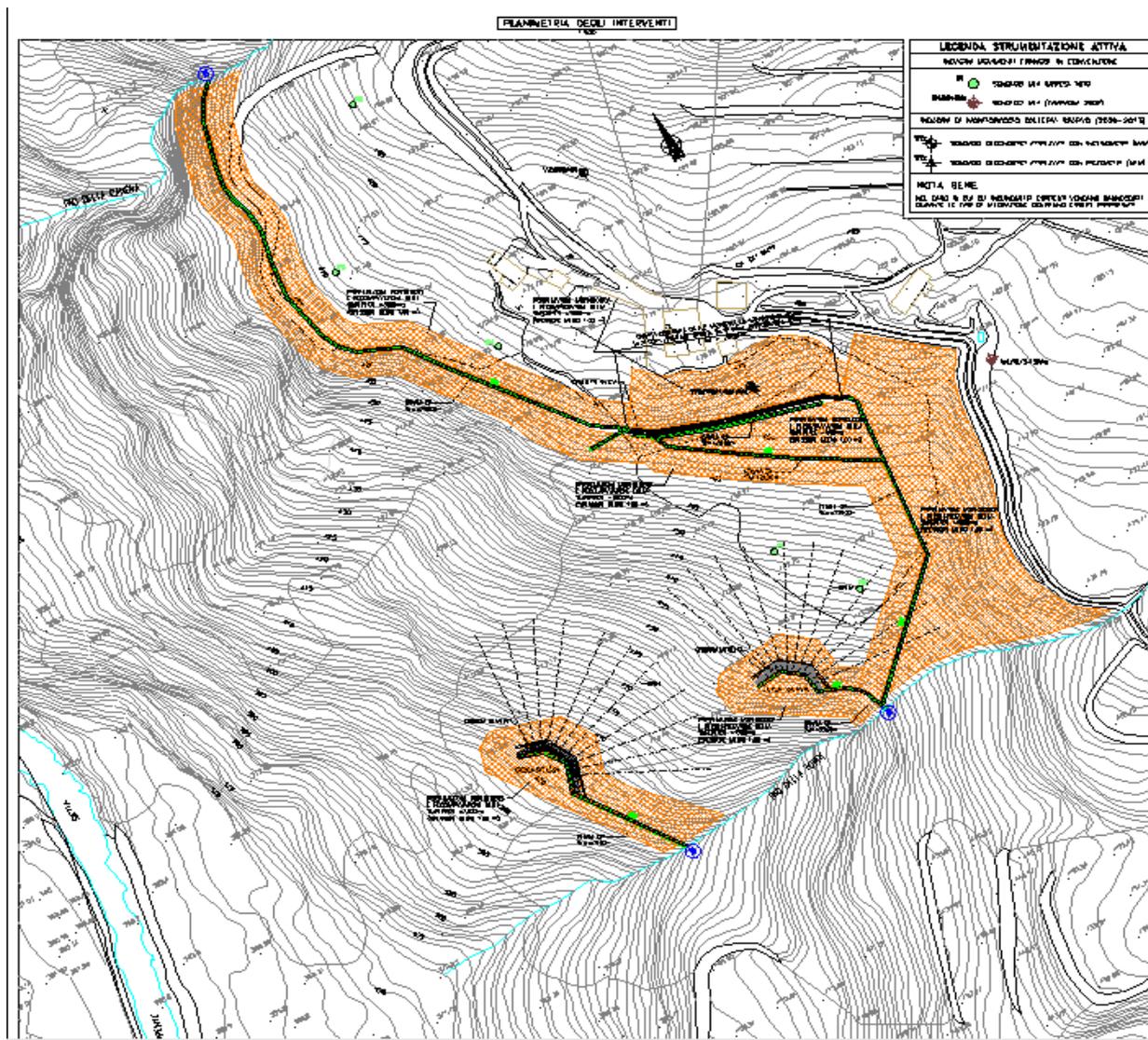


Figura 65 - Planimetria degli interventi in progetto

Di seguito la sintesi delle caratteristiche della paratia:

- Paratia di micropali su due file, lunghezza 21 m ed interasse 0.40 m
- Trave di coronamento in c.a. di dimensioni 0.70x0.80 m
- Travi di ripartizione dei tiranti (n.2 HEB 200).
- Tiranti a trefoli (cfr.la Tabella seguente)
- Dreni sub-orizzontali da 4", lunghezza 30 m, inclinazione 5°, interasse 7.20 m

	Quota da testa par. [m]	N° trefoli [-]	LL lunghezza a libera [m]	Inclinazione [°]	LA lunghezza a bulbo [m]	Pretiro [kN]	Interasse [m]
1° Ordine	1.2	5	20	20°÷25°	15	120	2.4
2° Ordine	2.2	5	20	20°÷25°	15	120	2.4

Tabella 7 – Caratteristiche dei tiranti a trefoli

Il diametro di perforazione per i tiranti a trefoli è  $\geq 180$  mm, quello per i dreni è  $\geq 130$  mm.

Tra gli interventi previsti, come già richiamato, concomitantemente agli scavi necessari per la costruzione della paratia, verranno anche eseguite delle operazioni di riprofilatura del pendio a monte della viabilità, nelle zone più acclivi ed esposte all'erosione, al fine di regolarizzare la pendenza e consentire l'installazione di tutta una rete di raccolta delle acque di ruscellamento superficiale. In particolare, verranno installate delle canalette con mezzo-tubo aventi rinverdimento con biostuoia. L'acqua così raccolta verrà convogliata nei due rii presenti (Rio della Torre e Rio della Canova), oggetto di sistemazione con rivestimento in pietrame e briglie nei tratti di interesse. Si rimanda alla relazione di calcolo STP-APE-0410 per la caratterizzazione geotecnica ed le verifiche delle opere in progetto. Si rimanda inoltre agli elaborati grafici di progetto per ulteriori dettagli.

### 9.4.3 MONITORAGGIO GEOTECNICO

Per l'opera in esame è stato previsto un piano di monitoraggio geotecnico, ai sensi di quanto richiesto dalla Normativa. Il monitoraggio è finalizzato alla corretta gestione delle opere, al controllo della loro efficacia e durabilità nel tempo. Esso consente la misura di spostamenti di punti significativi del pendio, nonché la misura delle pressioni interstiziali. A tale scopo si raccomanda di continuare le letture degli strumenti già installati e funzionanti nell'area in esame. In aggiunta, si dovranno prevedere:

- N° 5 mire topografiche, ubicate sul cordolo della paratia di presidio;
- N° 3 celle di carico toroidali in corrispondenza delle testate dei tiranti.

Le modalità e le tempistiche delle letture della strumentazione installata saranno definite nel dettaglio una volta conclusi i lavori per la realizzazione degli interventi.

Esse dovranno essere tali da consentire un efficace controllo degli spostamenti e dei livelli di falda, per poter prevenire qualsiasi eventuale situazione di rischio che dovesse verificarsi nel tempo.

## 9.5 MOVIMENTO FRANOSO M5

### 9.5.1 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

L'area indagata si situa su un versante che si estende dai circa 400 metri s.l.m. di quota dell'alveo del Torrente Setta, ad est, fino a circa 580 metri s.l.m. verso ovest. E' delimitata a sud dal fosso della Prediera ad andamento est-ovest. A nord comprende il nucleo di case di Serra Boschetti. Il versante è attraversato da nord a sud dalle due canne della galleria Sparvo, appartenente al nuovo tracciato dell'Autostrada A1, i cui imbocchi meridionali si collocano al limite sud dell'area di studio. Molti dei numerosi sondaggi attrezzati con inclinometro presenti in zona sono legati al monitoraggio effettuato per lo scavo della galleria. La carta delle pendenze, elaborata partendo da un modello digitale del terreno (DTM) ricavato dai rilievi topografici di dettaglio, mostra una prevalenza di pendenze comprese tra 5 e 15 gradi. Le zone più acclivi sono situate lungo il versante a sud dell'imbocco della galleria Sparvo e lungo il corso del Torrente Setta ove le scarpate superano i 60 gradi di pendenza. Pendenze analoghe sono presenti lungo gli alvei dei fossi in approfondimento (orientazione circa E-W) che incidono il versante affluendo nel Torrente Setta.

Il versante si caratterizza per la presenza di numerose frane di dimensioni variabili, e numerosi coronamenti di frana a cui talora è risultato difficile associare una forma definita dato che i dissesti sono spesso tra loro coalescenti. I corpi franosi di maggiori dimensioni sono riferibili alla tipologia di frana complessa mentre le frane di scivolamento e colamento sono arealmente più limitate. Come già ricordato, sono state considerate attive le frane con evoluzione stagionale o comunque quelle che all'analisi delle foto aeree in ogni finestra temporale mostravano una evidente persistenza di forme e segnali di attività. Per i settori soggetti a monitoraggio inclinometrico sono state analizzate le risultanze disponibili così come le informazioni relative alla continuità dei tubi inclinometrici effettuata di recente. In seguito agli elementi raccolti vengono indicate con F\* sia le aree attive, come sopra definite, sia le aree per le quali si evidenziavano deformazioni/ spostamenti anche non ricorsivi, cioè transitori ed occasionali.

Le frane F\* sono maggiormente sviluppate nella parte medio-bassa del versante e lungo il corso del Torrente Setta dove fenomeni di erosione laterale di sponda talora favoriscono l'evoluzione dei fenomeni di dissesto.

La fotointerpretazione effettuata nell'area di studio, condotta tramite osservazione di diverse finestre temporali, ha permesso di evidenziare l'evoluzione di alcuni dissesti mostrati in fig. 10.

L'analisi delle risultanze geognostiche e la ricostruzione delle geometrie presentate nei profili geologici elaborati, permette di stimare gli spessori delle coltri di frana che possono superare i 20 metri.

Tra i documenti di monitoraggio sono stati analizzati i dati di interferometria radar disponibili (SqueeSAR TM). Tali dati sono generalmente convergenti con quelli di tipo geomorfologico, pertanto si è scelto di rappresentare con apposita simbologia unicamente le aree che mostravano spostamenti millimetrico/centimetrici anomali. In particolare quest'analisi ha evidenziato un comportamento anomalo nei confronti delle frane in senso stretto nelle due località Prediera di Sotto e San Pietro, perchè queste aree sono posizionate su crinali con roccia affiorante e subaffiorante dove non sono riconoscibili né mappati movimenti franosi. Ne consegue che tale metodologia non è adatta a distinguere le deformazioni superficiali rispetto a quelle profonde se non viene interpretata unitamente ai dati inclinometrici.

Si rimanda alla relazione geologica-geomorfologica specifica ed agli elaborati grafici allegati per maggiori dettagli.

### **9.5.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO**

Gli interventi previsti in progetto hanno la finalità di migliorare le condizioni di stabilità della coltre detritica superficiale nell'area denominata MF5, posto in sinistra idrografica della Valle del T. Setta, nel comune di Castiglione dei Pepoli.

Si tratta di un versante instabile in cui possono essere individuate due aree caratterizzate da un diverso sviluppo dei movimenti gravitativi: quello più a Nord (M5-N) caratterizzato da una morfologia dolce e ondulata, oggetto di colture, con velocità dei movimenti presumibilmente nell'ordine di pochi centimetri/anno; quello più meridionale (M5-S) presenta invece fenomeni di instabilità e di erosione superficiale molto più marcati.

Dal punto di vista cartografico, nello studio geologico, i fenomeni franosi attivi sono stati distinti da quelli quiescenti; questi ultimi potrebbero eventualmente essere riattivati da condizioni ambientali critiche derivanti, ad esempio, da un sensibile innalzamento della superficie di falda.

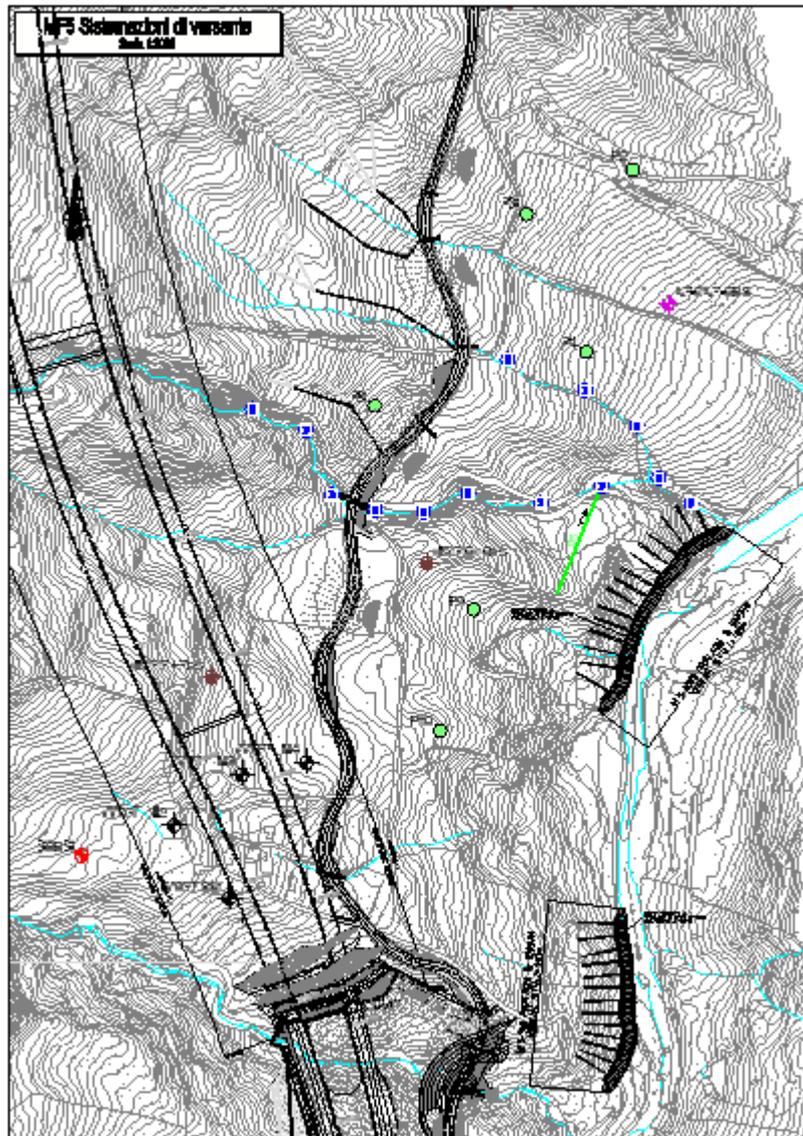
Gli interventi previsti sono di due tipi: opere di drenaggio (edicole drenanti e trincee drenanti) e scogliere in corrispondenza dei punti critici sul torrente Setta.

Le prime consentono di controllare il regime locale delle pressioni dell'acqua nel terreno, riducendo la possibilità che possano eventualmente riattivarsi fenomeni franosi soprattutto in corrispondenza della viabilità di cantiere VS19, nel tratto in cui essa verrà trasformata in

viabilità definitiva. Gli interventi in generale consentono di mitigare la probabilità di dissesti locali, incidendo però in maniera modesta sul rischio di frana dell'intero pendio.

Gli interventi di protezione spondale del torrente Setta, scogliera in massi, protetta a tergo da trincee davanti, hanno la finalità di contenere l'azione erosiva del torrente al piede del versante. La presenza delle trincee drenanti a tergo permette di stabilizzare gli scavi localmente, durante le fasi di realizzazione della trincea, mentre nel lungo periodo, di contenere i livelli di falda.

Si sottolinea che le opere in progetto sono da intendersi come **opere di mitigazione del "rischio di frana"**, ovvero di riduzione e controllo della tendenza alla franosità sull'area più estesa del movimento franoso denominato MF5 nel suo complesso. Gli interventi hanno la finalità di intercettare/regolamentare e smaltire le acque di ruscellamento e di infiltrazione contribuendo ad un miglioramento generale (a scala di versante) delle condizioni di stabilità.



*Figura 66 - Planimetria degli interventi in progetto*

Gli interventi previsti, come già accennato, sono finalizzati alla mitigazione dei movimenti, diminuendo la fragilità del territorio nei confronti del rischio idrogeologico e non possono essere considerati, in considerazione dell'estensione del versante coinvolto dai movimenti, come interventi di stabilizzazione definitiva.

In tal senso gli interventi proposti si prefiggono di creare un reticolo di regimazione del deflusso delle acque meteoriche accompagnato dalla realizzazione di trincee drenanti e edicole drenanti lungo i versanti. In corrispondenza del piede del versante ove l'erosione del fiume Setta è maggiormente significativa, è prevista un'opera di protezione spondale con una scogliera in massi.

In dettaglio gli interventi sono i seguenti:

- sistemazione dei fossi esistenti con la creazione di briglie con scivolo in massi (per i dettagli degli interventi idraulici si fa rimando agli elaborati specifici);
- realizzazione di un reticolo di trincee drenanti e regimazione delle acque di ruscellamento superficiale mediante un sistema di fossi che scaricano nei rii esistenti (per i dettagli degli interventi idraulici si fa rimando agli elaborati specifici);
- realizzazione di n° 2 edicole drenanti a valle della viabilità di progetto Badia Nuova – Sparvo;
- realizzazione di una scogliera in massi con a tergo un sistema di trincee drenanti.

Per quanto riguarda gli interventi di regimazione idraulica con trincee drenanti e le due edicole drenanti, si rimanda per i dettagli al progetto della viabilità Badia Nuova – Sparvo, che nel tratto interessato dal Movimento Franoso 5 trasforma la viabilità di cantiere realizzata nell'ambito dei lavori di appalto dei lotti 6/7 della Variante di Valico in viabilità definitiva. Tali interventi sono infatti finalizzati, oltre a migliorare la stabilità globale del movimento franoso lungo l'intero versante, a garantire adeguati livelli di sicurezza per quanto riguarda la stabilità locale della viabilità.

Si rimanda alla relazione di calcolo STP-APE-0510 per la caratterizzazione geotecnica ed le verifiche delle opere in progetto. Si rimanda inoltre agli elaborati grafici di progetto per ulteriori dettagli.

### **9.5.3 MONITORAGGIO GEOTECNICO**

In corrispondenza dei pendii interessati sono già presenti strumenti inclinometrici e piezometrici per il controllo dei movimenti dei versante e i livelli di falda. Tale strumentazione dovrà essere mantenuta in esercizio anche durante la durata dei lavori. Nel caso in cui venga danneggiata durante le fasi di lavorazione dovrà essere ripristinata. Le modalità e le tempistiche delle letture della strumentazione installata saranno definite nel dettaglio una volta conclusi i lavori per la realizzazione degli interventi.

Esse dovranno essere tali da consentire un efficace controllo degli spostamenti e dei livelli di falda, per poter prevenire qualsiasi eventuale situazione di rischio che dovesse verificarsi nel tempo.

## 9.6 MOVIMENTO FRANOSO M6

### 9.6.1 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

L'area indagata si situa su un versante che si estende dai circa 420 metri s.l.m. di quota dell'alveo del Torrente Setta, ad ovest, fino a circa 730 metri s.l.m. a monte del tracciato attuale della autostrada A1, verso est. La carta delle pendenze, elaborata partendo da un modello digitale del terreno (DTM) ricavato dai rilievi topografici di dettaglio, mostra una prevalenza di pendenze comprese tra 5 e 15 gradi nella parte centrale dell'area indagata. Nel settore più settentrionale il versante si presenta più acclive con scarpate che superano i 60 gradi di pendenza. I settori orientati circa E-W che mostrano pendenze notevoli sono gli alvei dei fossi in approfondimento che incidono il versante affluendo nel T. Setta. Il versante si caratterizza per la presenza di numerose frane quiescenti di dimensioni variabili ed ancor più numerosi coronamenti di frana a cui talora è risultato difficile associare una forma definita dato che i dissesti sono spesso tra loro coalescenti. La loro tipologia è riferibile a frana complessa. Subordinatamente sono presenti frane attive, per lo più sviluppatesi nella parte bassa del versante e lungo il corso del Torrente Setta. Queste ultime sono favorite dall'azione dell'erosione di sponda e conseguente scalzamento al piede operato dal corso d'acqua e la loro tipologia è scorrimento-colata e colata. Si segnala che nucleo abitativo immediatamente a monte della località Molino di Setta risulta interessato da fenomeni di dissesto (fig. 7). Nella parte alta del versante sono presenti alcune frane attive, di dimensioni minori, collocate nei pressi dell'attuale tracciato autostradale. In particolare per la frana attiva riconosciuta al km 236 dell'Autostrada A1 (carreggiata sud) per la presenza di lesioni nel manto stradale (anno 2012), i dati di monitoraggio inclinometrico mostrano una superficie di movimento a circa 14 metri di profondità.

L'area di studio si caratterizza per la presenza di prevalenti unità litostratigrafiche argillitiche (sia "liguri" – APA, che "toscano" – AVC e BAP) nella parte medio bassa del versante e da unità arenacee (MOH) poggianti su argilliti nella parte medio-alta. Le argilliti si presentano intensamente deformate dal punto di vista tettonico con marcato sviluppo di foliazione; inoltre sono estremamente deboli, facilmente alterabili e sensibili alla variazione dell'umidità e del contenuto d'acqua che ne provoca una notevole riduzione della resistenza. I minerali argillosi in presenza d'acqua causano un rapido decadimento delle già scadenti caratteristiche meccaniche d'ammasso e favoriscono l'instaurarsi di deformazioni gravitative diffuse e di soliflussi. L'area è interessata anche da numerosi fenomeni di soliflusso impostati su depositi di frana quiescente, questi fenomeni vanno considerati con la massima cautela poiché sono attivi

e sono possibili aree di innesco di fenomeni di maggiore importanza sia in condizioni naturali di piovosità elevata, che nel caso della realizzazione di scavi o sbancamenti.

Nell'ambito del presente studio, dove la fotointerpretazione ha evidenziato la presenza di ampie morfologie franose spesso tra loro coalescenti, in aggiunta alle consuete frane attive e quiescenti, è stata segnalata anche la possibilità dei cosiddetti fenomeni di scivolamento in blocco, indicati con un soprassegno in planimetria e sezione. Questo tipo di fenomeno potrebbe essersi sviluppato lungo la superficie dell'originario contatto tettonico tra le arenarie della Formazione di Monghidoro (MOH) e le argilliti delle Argille a Palombini (APA) ove i rapporti geometrici tra le due unità e la loro posizione rispetto al versante lo consente. In particolare, aggiunta a quanto fino ad ora sostanziato, è opportuno specificare quanto segue:

(1) in planimetria sono state soprassegnate tutte le porzioni di territorio in cui è stata rilevata la presenza di rocce stratificate sub-affioranti (MOH) poste al di sopra di litotipi prevalentemente argillitici (APA), perché la presenza di "blocchi rigidi" sovrapposti a rocce "tenere" rappresenta la condizione necessaria, ma non sufficiente, per ipotizzare fenomeni di scivolamento in blocco;

(2) le sezioni rappresentano l'approfondimento conoscitivo delle planimetrie, perché consentono di confermare la possibilità che possano essersi verificati fenomeni di scivolamento in blocco unicamente nell'ambito di quelle porzioni d'ammasso roccioso che si giustappongono alle argilliti mediante contatti planari (o blandamente ondulati) e sub-paralleli al versante.

In ragione di quanto sopra, è possibile affermare che il modello geologico – geomorfologico rappresentato in planimetria è stato approfondito grazie allo studio delle sezioni costruite sulla base di specifici sondaggi geognostici. Le porzioni di versante effettivamente compatibili con i fenomeni di scivolamento in blocco (cfr. sezioni geologiche contraddistinte da specifico soprassegno) sono risultate quelle in cui si è riscontrata sia la presenza di estesi blocchi rocciosi stratificati (MOH) sovrapposti alle argilliti della formazione delle Argille a Palombini, sia la presenza di contatti litologici blandamente ondulati e con andamento sub-parallelo a quello del versante.

Le sezioni geologiche realizzate mostrano che la generale copertura franosa (quiescente ed attiva) presenta spessori variabili che raggiungono al piede del versante valori superiori a 15 metri. Dall'analisi della morfologia del versante e delle profondità delle superfici di scorrimento riconosciute, si valuta che la coltre di frana possa localmente superare i 25 metri di spessore. Le risultanze geognostiche indicano che al di sotto dei terreni detritici in frana esiste una fascia di terreno di scarsa qualità caratterizzato da materiale a prevalente componente argillitica tenera con struttura scagliosa solo parzialmente conservata e con presenza di livelli plastici.

Questa zona, rappresentata in sezione con apposito sovrassegno, può essere dovuta alla presenza di materiale regolitico o ad una possibile zona di deformazione profonda. Come esplicitato in precedenza, sono indicate con sovrassegno le placche di MOH (Formazione di Monghidoro) geometricamente compatibili con fenomeni di scivolamento in blocco.

### 9.6.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

Gli interventi previsti in progetto hanno la finalità di migliorare le condizioni di stabilità della coltre detritica superficiale nell'area denominata MF6, posta in destra idrografica della Valle del T. Setta, nel comune di San Benedetto Val di Sambro.

Si tratta principalmente di una paleofrana di dimensioni estese e che attualmente risulta interessata da locali riattivazioni e fenomeni di soliflusso e di erosione superficiale.

Gli interventi previsti sono di due tipi: opere di drenaggio (trincee e spine drenanti) e scogliere in corrispondenza dei punti critici sul torrente Setta.

Le prime consentono di controllare il regime locale delle pressioni dell'acqua nel terreno, riducendo la possibilità che possano eventualmente riattivarsi fenomeni franosi. Gli interventi in generale consentono di mitigare la probabilità di dissesti locali, incidendo però in maniera modesta sul rischio di frana dell'intero pendio.

Gli interventi di protezione spondale del torrente Setta, scogliera in massi, hanno la finalità di contenere l'azione erosiva del torrente al piede del versante.

Si sottolinea che le opere in progetto siano da intendersi come **opere di mitigazione del "rischio di frana"**, ovvero di riduzione e controllo della tendenza alla franosità sull'area più estesa del movimento franoso denominato MF6 nel suo complesso. Gli interventi hanno la finalità di intercettare/regolamentare e smaltire le acque di ruscellamento e di infiltrazione contribuendo ad un miglioramento generale (a scala di versante) delle condizioni di stabilità.

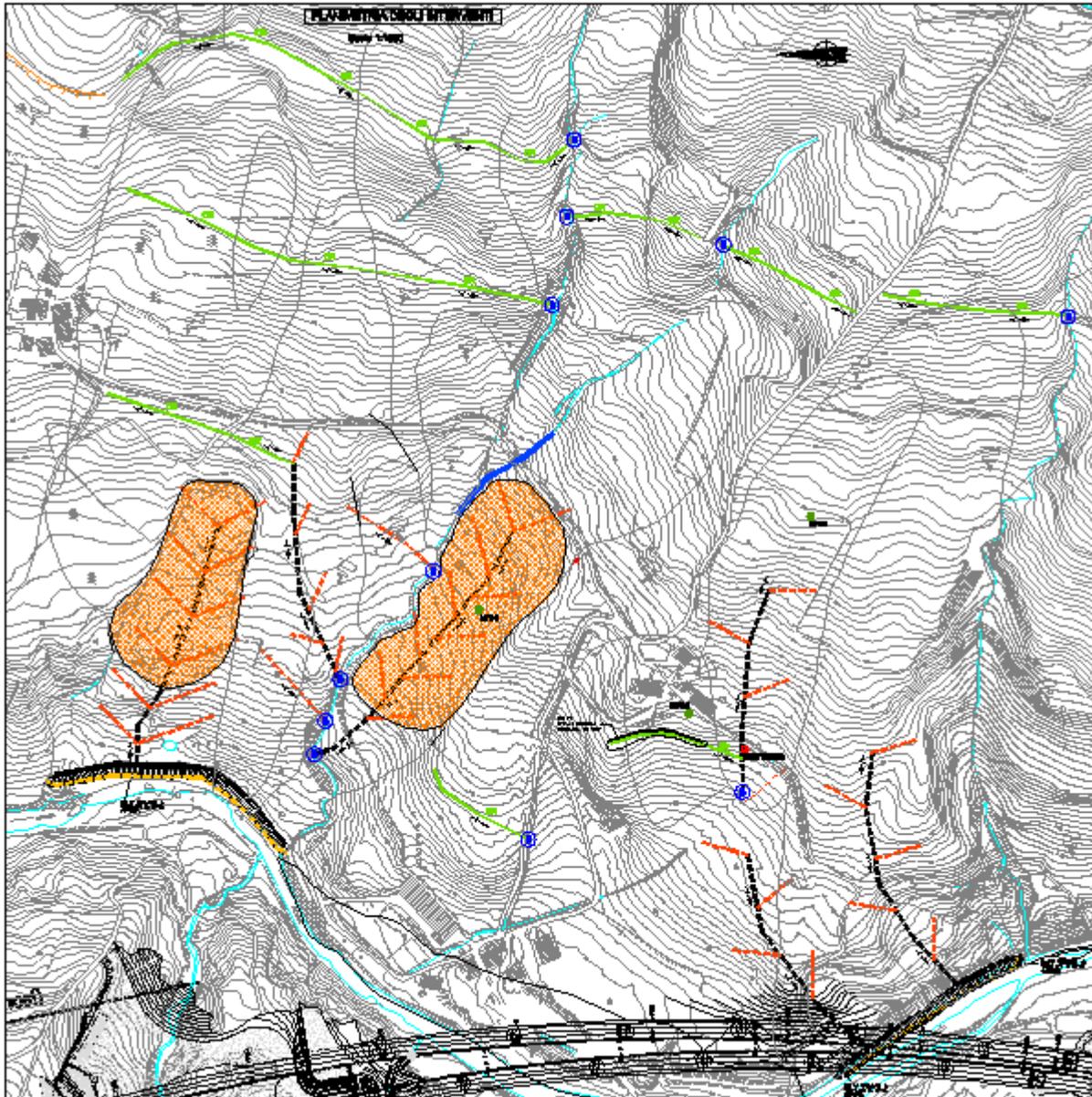
Tenuto conto dei livelli piezometrici e dei parametri di resistenza residui individuati, le cause dei dissesti sono essenzialmente da imputare alle caratteristiche litologiche e meccaniche dei terreni interessati, alla notevole estensione dei bacini idrografici e conseguentemente agli elevati livelli di falda nelle aree comprese fra la parte mediana e il piede dei versanti. Un ulteriore impulso ai movimenti è dato dall'azione erosiva del Torrente Setta.

Gli interventi previsti, come già accennato, sono finalizzati alla mitigazione dei movimenti, diminuendo la fragilità del territorio nei confronti del rischio idrogeologico e non possono essere considerati, in considerazione dell'estensione del versante coinvolto dai movimenti, come interventi di stabilizzazione definitiva.

In tal senso gli interventi proposti si prefiggono di creare un reticolo di regimazione del deflusso delle acque meteoriche accompagnato dalla realizzazione di trincee drenanti lungo i versanti. In corrispondenza del piede del versante, ove l'erosione del fiume Setta è maggiormente significativa, è prevista un'opera di protezione spondale con una scogliera in massi.

In dettaglio gli interventi sono i seguenti:

- rimodellamento e riprofilatura delle zone di versante interessate dai movimenti, finalizzati a garantire pendenze compatibili con la resistenza dei materiali e la creazione di banche per la posa di canalette di raccolta delle acque di ruscellamento superficiali;
- sistemazione dei fossi esistenti con la creazione di briglie con scivolo in massi (per i dettagli degli interventi idraulici si fa rimando agli elaborati specifici);
- realizzazione di un reticolo di trincee drenanti e regimazione delle acque di ruscellamento superficiale mediante un sistema di fossi che scaricano nei rii esistenti o direttamente nel fiume Setta (per i dettagli degli interventi idraulici si fa rimando agli elaborati specifici);
- realizzazione di un'opera anti-erosione in gabbioni ubicata a valle del nucleo abitativo interessato da fenomeni di dissesto;
- realizzazione di due tratti di scogliera in massi.



*Figura 67 - Planimetria degli interventi in progetto*

Si rimanda alla relazione di calcolo STP-APE-0610 per la caratterizzazione geotecnica ed le verifiche delle opere in progetto. Si rimanda inoltre agli elaborati grafici di progetto per ulteriori dettagli.

### 9.6.3 MONITORAGGIO GEOTECNICO

In corrispondenza dei pendii interessati sono già presenti strumenti inclinometrici e piezometrici per il controllo dei movimenti dei versante e i livelli di falda. Tale strumentazione dovrà essere mantenuta in esercizio anche durante la durata dei lavori. Nel caso in cui venga danneggiata durante le fasi di lavorazione dovrà essere ripristinata.

Le modalità e le tempistiche delle letture della strumentazione installata saranno definite nel dettaglio una volta conclusi i lavori per la realizzazione degli interventi.

Esse dovranno essere tali da consentire un efficace controllo degli spostamenti e dei livelli di falda, per poter prevenire qualsiasi eventuale situazione di rischio che dovesse verificarsi nel tempo.

### 9.7 AREA PARCHEGGIO BADIA NUOVA

Il progetto si pone come obiettivo la realizzazione di un nuovo parcheggio e la riqualificazione dell'arredo urbano della frazione Badia Nuova in comune Castiglione dei Pepoli.

Il centro abitato di Badia Nuova è situato all'inizio della strada di collegamento Badia Nuova - Castagno di Sparvo. In particolare l'intersezione tra tale nuova strada e quella esistente, che collega Pian del Voglio a Prediera e successivamente a Castagno di Sparvo, è ubicata in corrispondenza dell'attuale accesso alla frazione di Badia Nuova che quindi viene arretrato di circa 35÷40m.

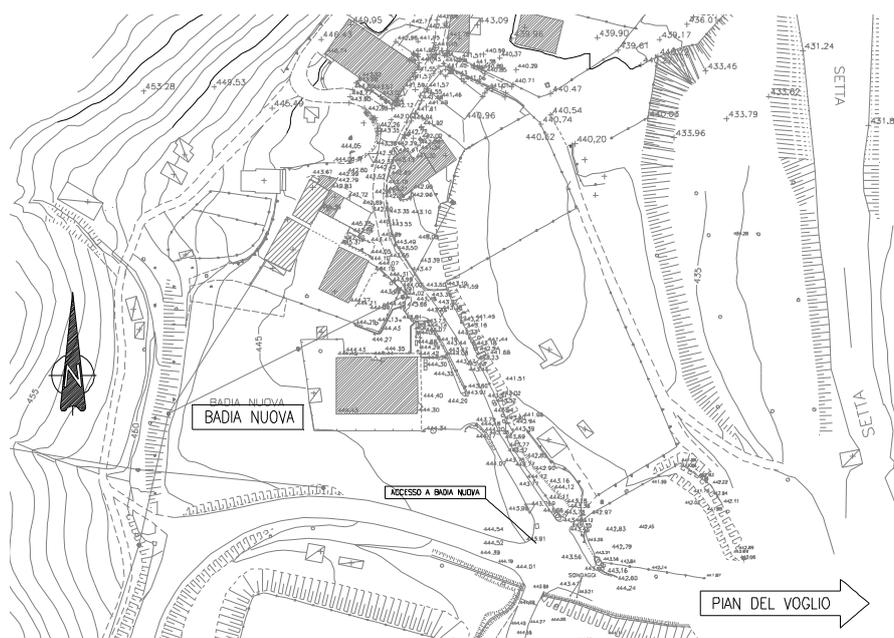


Figura 68 –Stato di fatto.

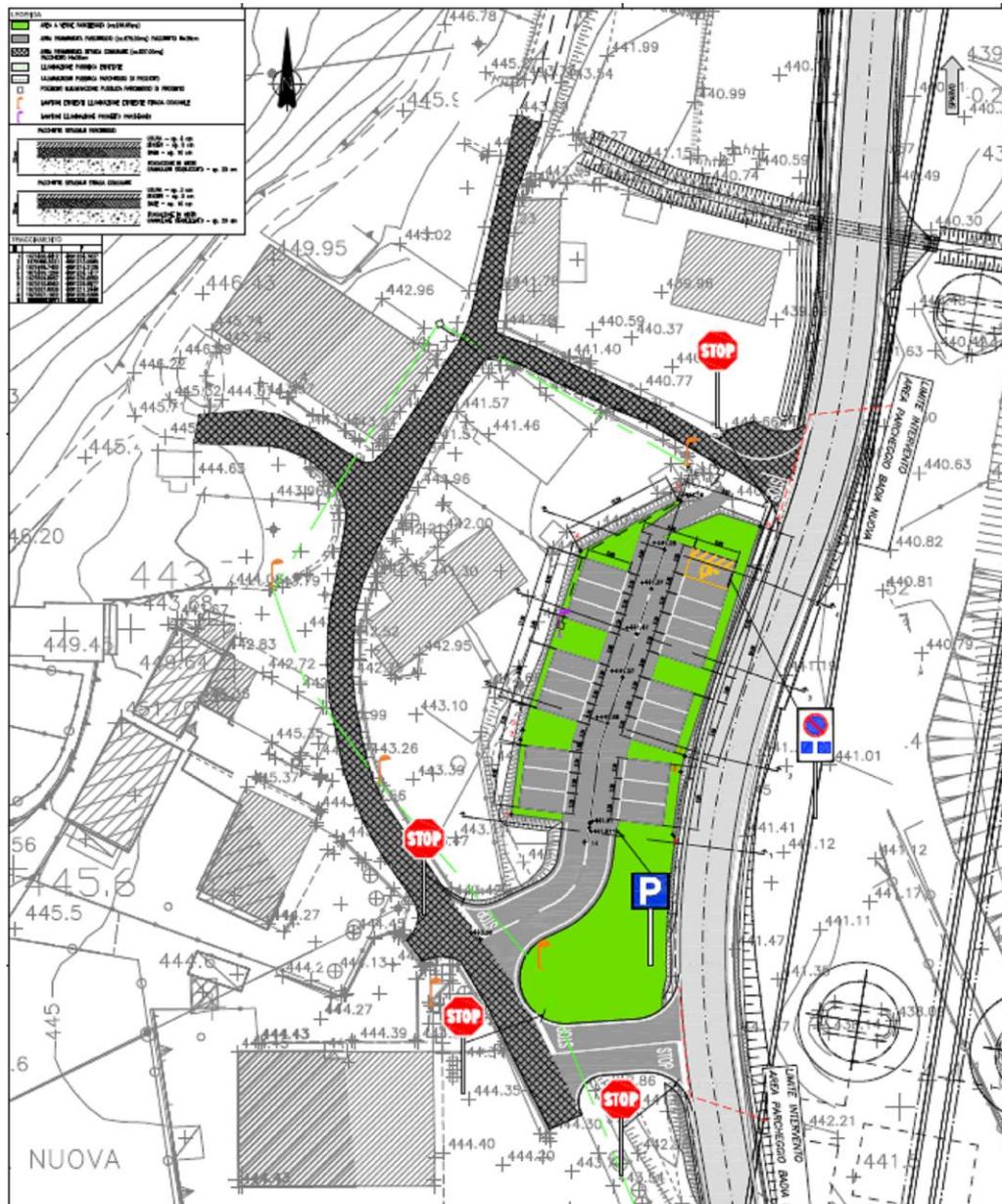


Figura 69 – Stato di progetto

È prevista la realizzazione di un parcheggio nell'area delimitata ad est dal primo tratto della strada di collegamento Badia Nuova - Castagno di Sparvo, in rilevato (0,10 ÷ 0,20 m), ed a ovest dalle recinzioni delle proprietà private. Al fine di limitare, per quanto possibile, l'estensione delle aree da espropriare, la superficie del parcheggio (ca. 750mq) sarà in grado di ospitare 20 posti auto di cui 1 riservato a diversamente abili. L'accesso è garantito dalla strada comunale a ovest tramite rampa con pendenza longitudinale massima pari a 8%. E' previsto un accesso pedonale a nord. Il cassonetto stradale dell'area a parcheggio è il medesimo della

strada di collegamento Badia Nuova - Castagno di Sparvo e risulta così composto: manto di usura (4.00cm); strato di collegamento (5.00cm); conglomerato bituminoso (10.00cm); strato di fondazione in misto granulare stabilizzato (20.00cm)

Il progetto di riqualifica dell'arredo urbano di Badia Nuova prevede la pavimentazione della strada comunale per un'estensione di circa 711mq. Il cassonetto stradale della strada comunale risulta così composto: manto di usura (3.00cm); strato di collegamento (5.00cm); conglomerato bituminoso (10.00cm); strato di fondazione in misto granulare stabilizzato (20.00cm). Tutti gli interventi di riqualifica degli accessi ai trattori, riqualifica che chiaramente si intende limitata alle sole immediate vicinanze dell'intersezione con la strada in progetto, prevedono la realizzazione di uno strato di collegamento (binder) di spessore max 10cm su terreno naturale di sottofondo.

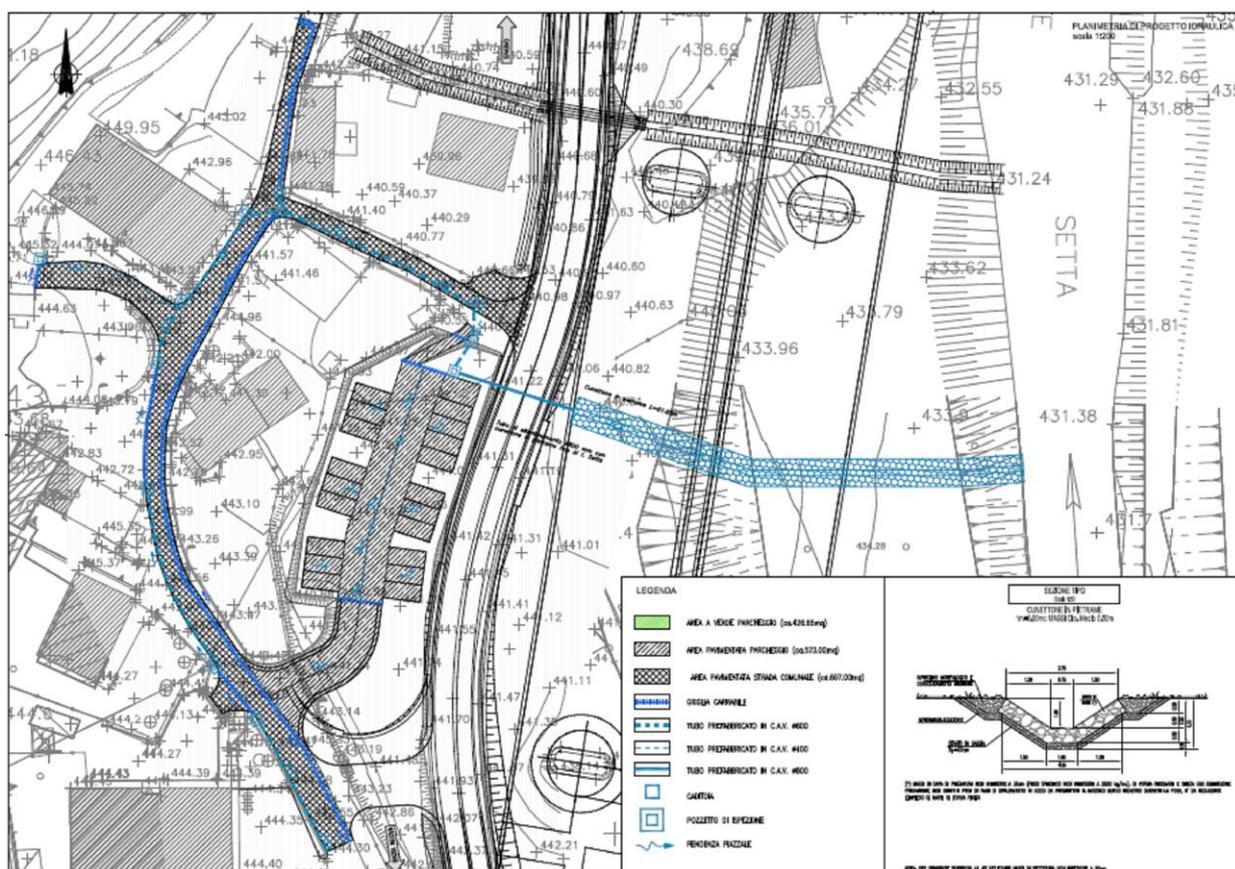


Figura 70 – Smaltimento acque

Il sistema di drenaggio si compone di tubi collettori prefabbricati in c.a.v. Ø 600 e 400mm, di canalette prefabbricate con griglia carrabile, di pozzetti di ispezione e caditoie. Oltre che per la raccolta delle acque di piattaforma, tale sistema è stato concepito in modo da intercettare le

acque di ruscellamento provenienti dagli accessi privati e dalle due strade interpoderali presenti in modo da evitare il deposito di terra trasportato dalle acque di ruscellamento. Le acque di smaltimento saranno convogliate e allontanate tramite collettore prefabbricato in c.a.v. Ø 800 con cunettone in pietrame fino al torrente Setta.

## 9.8 REALIZZAZIONE MARCIAPIEDI LOCALITA' PIAN DEL VOGLIO

Il progetto si pone come obiettivo la riqualificazione dell'arredo urbano della frazione Pian del Voglio in comune San Benedetto Val di Sambro mediante la realizzazione di nuovi marciapiedi in via Circonvallazione ed in via Autostazione.

Attualmente la viabilità interna di Pian del Voglio oggetto di intervento è costituita da una strada asfaltata di calibro variabile, quasi sempre priva di marciapiedi

È prevista la realizzazione di circa 865m di nuovo marciapiede e la pavimentazione di circa 160m di marciapiede esistente attualmente privo di pavimentazione.

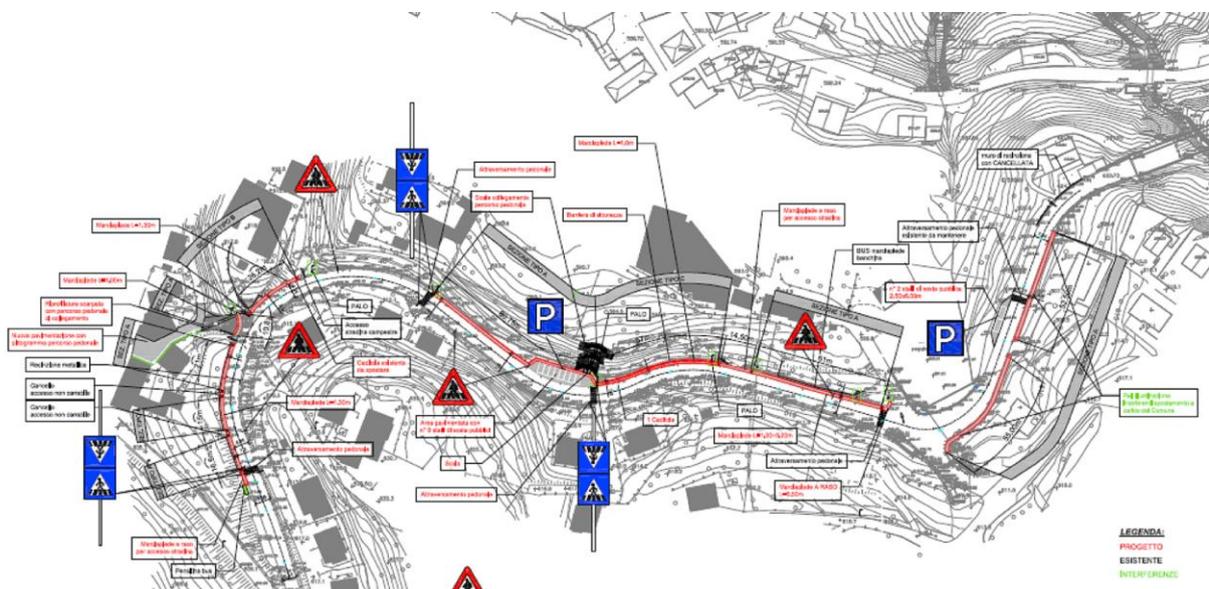


Figura 71 - Tratto 1



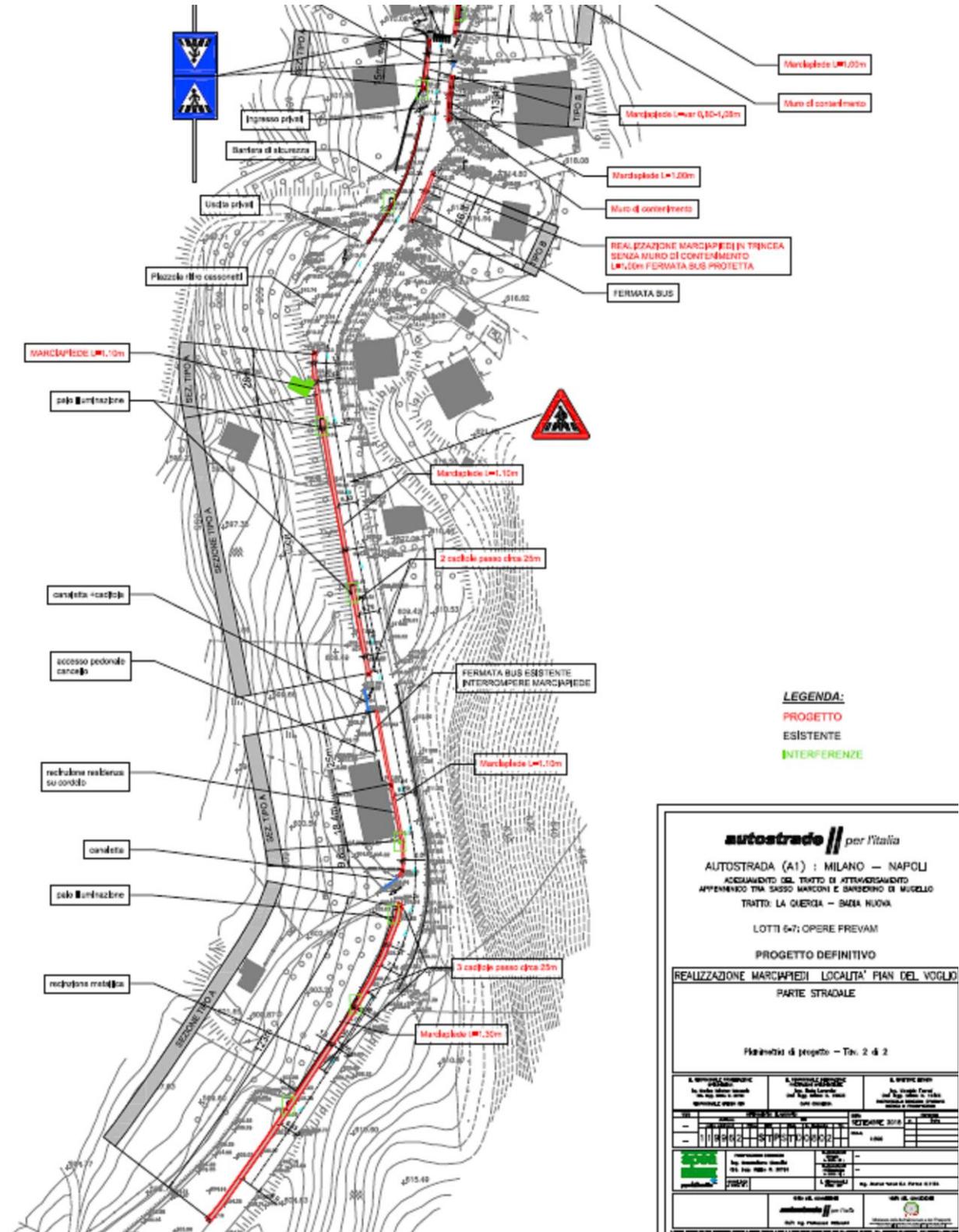


Figura 73 - Tratto 3

Dovendo intervenire in un contesto già urbanizzato, al fine di non ridurre il calibro stradale e di non demolire muri di sostegno, cordoli e recinzioni esistenti, non è stato possibile prevedere la realizzazione del nuovo marciapiede in corrispondenza di entrambi i cigli stradali ma alternativamente lungo l'uno o l'altro ciglio. Il ridotto spazio disponibile ha costretto il progettista a prevedere in alcuni casi una larghezza minima di 80 cm.

Ove necessario ai fini di garantire la sicurezza è prevista la posa di un parapetto lato valle.

Per garantire il corretto deflusso delle acque di piattaforma è prevista l'installazione di bocche di lupo ed embrici per lo smaltimento delle acque lungo i cigli interessati da questo fenomeno.

Sulla base di tali considerazioni e delle caratteristiche dei differenti punti di intervento sono state definite 3 sezioni tipo il cui sviluppo può essere osservato sugli elaborati planimetrici specifici.

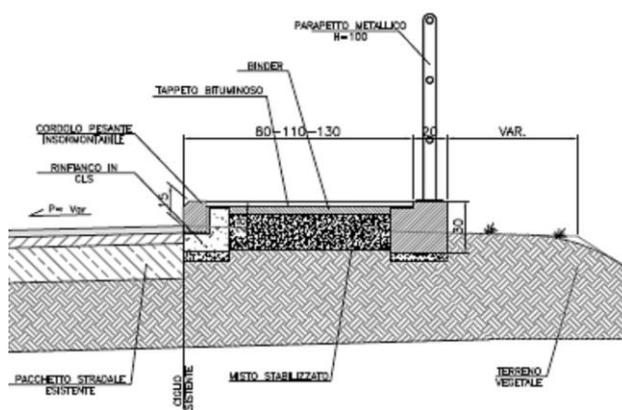


Figura 74 - sezione tipo A

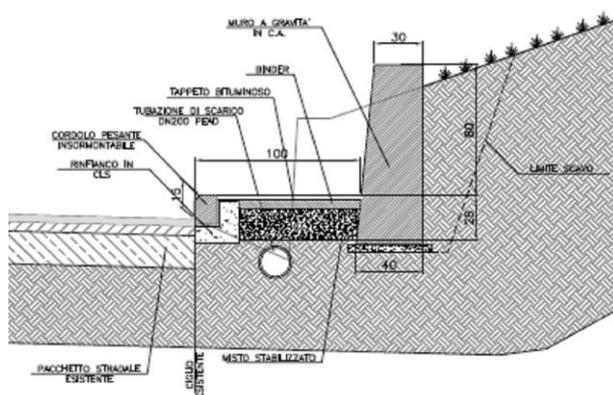


Figura 75 - sezione tipo B

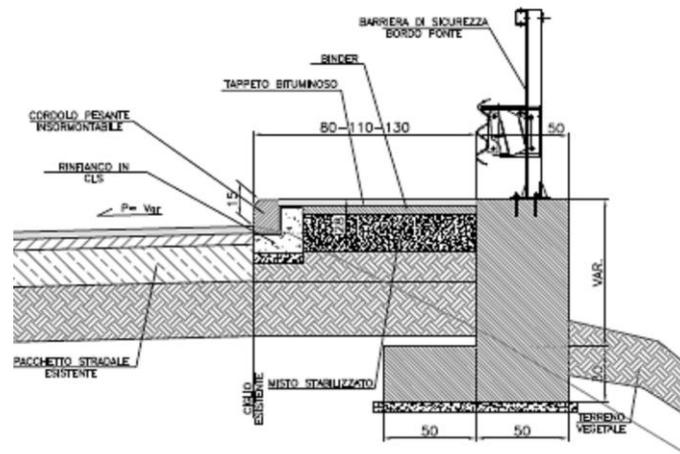


Figura 76 – sezione tipo C

Il pacchetto di pavimentazione previsto per il marciapiede è costituito da:

- Tappeto bituminoso spessore 3cm;
- Binder spessore 5cm;
- Misto stabilizzato spessore 20cm.

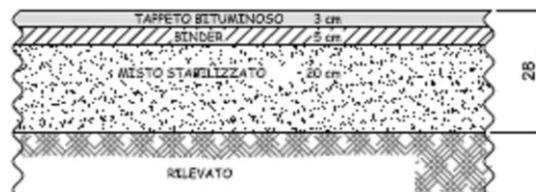


Figura 77 – Pavimentazione marciapiede

## 9.9 AREA PARCHEGGIO LOCALITÀ MONTEFREDENTE

L'intervento riguarda unicamente il rifacimento della pavimentazione e della segnaletica orizzontale di un'area destinata a parcheggio attualmente esistente che presenta un forte grado di degrado nella pavimentazione con sconnessioni e buche che non ne facilitano l'utilizzo.

PLANIMETRIA DI PROGETTO scala 1:200

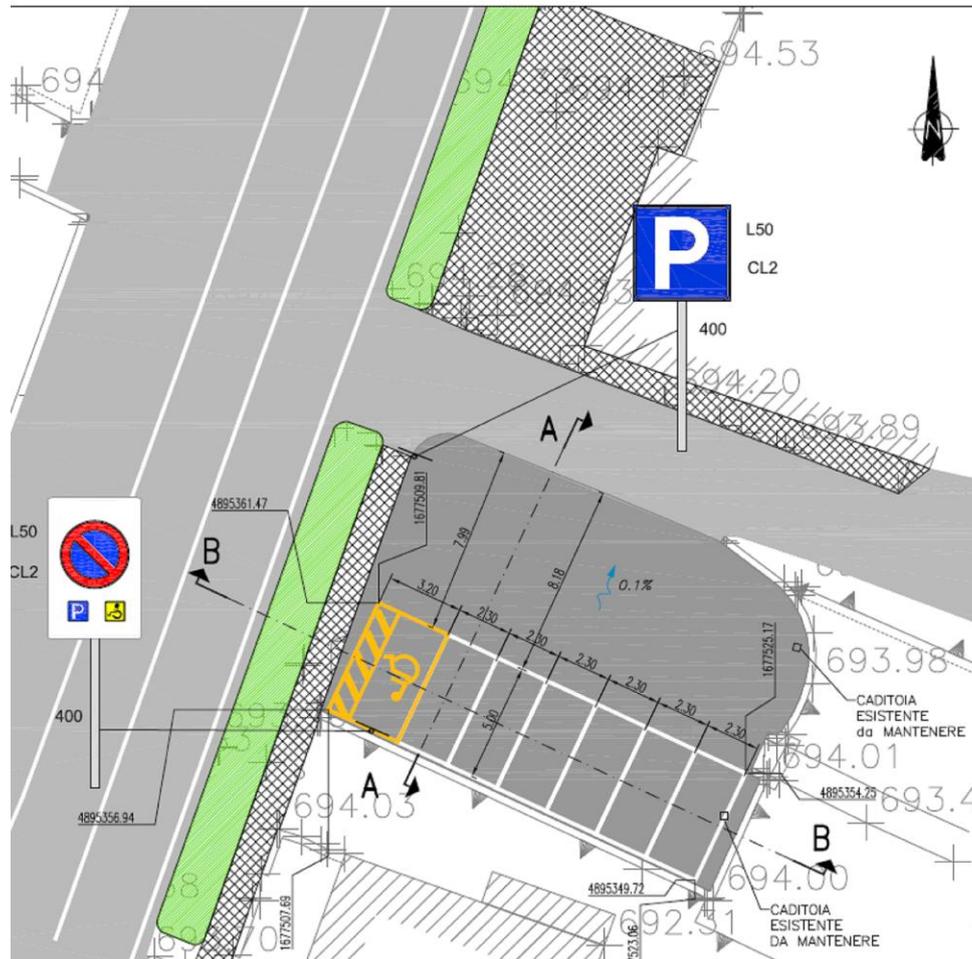


Figura 78 – Planimetria riqualifica parcheggio

Il progetto prevede il rifacimento dell'intero pacchetto di fondo così costituito:

- Usura 4 cm
- Binder 5 cm
- Base 10 cm
- Fondazione 20 cm

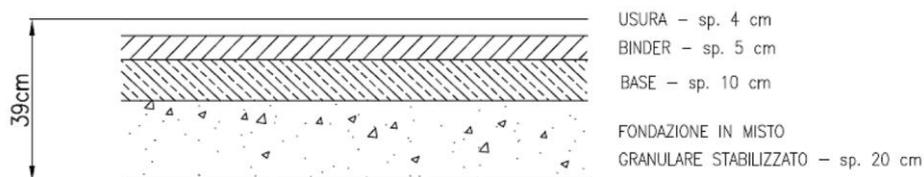


Figura 79 – Pavimentazione area parcheggio

## 9.10 AREA PARCO LOCALITÀ MONTEFREDENTE

L'intervento in oggetto, sito in Montefredente, consiste nella realizzazione di un'area destinata a parco urbano e di un nuovo parcheggio. Tale intervento fungerà da elemento di connessione tra l'area del cimitero posta a nord-est e l'area comunale/ricreativa posta a sud ovest (baita alpini); i parcheggi adiacenti, in fase di esecuzione, diverranno elementi a servizio ad entrambi i luoghi. L'area oggetto di intervento, oltre a fungere da canale connettivo tra funzioni differenti, diverrà un parco attrezzato a servizio della cittadinanza e ad integrazione del parco giochi già presente ad est del complesso parrocchiale. Sarà inoltre compresa all'interno dell'appalto la sistemazione/ripristino dell'area eventi posta a sud della baita alpini.

L'area posta a sud di via Borgo (futuro "parco"), oggi può definirsi area verde non urbana; lo spazio è caratterizzato da vegetazione spontanea, arbusti ed alberi. Tale spazio, in concomitanza della festa del paese, diventa accesso di servizio/punto di connessione tra via Borgo ed il complesso comunale posto a sud-ovest dell'area in oggetto.



*Figura 80 – Area verde su via Borgo*

Obiettivo del presente progetto è quello di riqualificare l'area adiacente al cimitero, costituendo un parco urbano di connessione tra la stessa area nord-est e l'area civica/comunale posta a sud-ovest; a sud dell'area oggetto, verrà creato un collegamento tra percorso pedonale interno al parco e tracciato storico adiacente l'area. Tale tracciato dovrà essere completamente ripristinato e riqualificato.



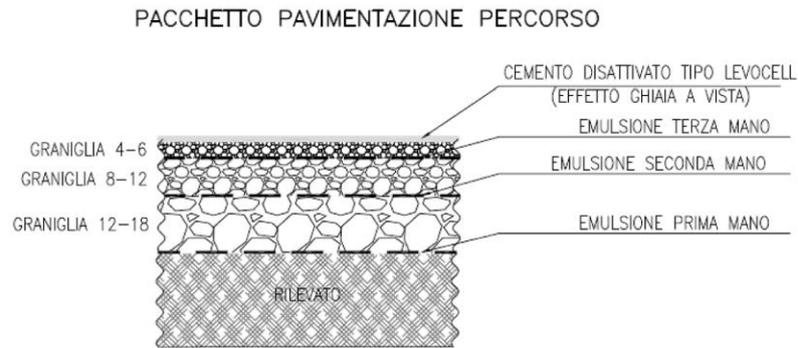


Figura 82 – Stratigrafia percorsi all'interno del parco

Le attività previste all'interno dell'area possono essere suddivise in 4 grandi categorie:

- Aree a parcheggio su via Borgo
- Parco urbano
- Riqualificazione del percorso storico
- Ripristino dell'area ricreativa/comunale

E' prevista la realizzazione di n.2 parcheggi, entrambi su via Borgo, a nord dell'area in oggetto. Il primo, più grande, si sviluppa sull'asse nord-est / sud-ovest e si pone in adiacenza con l'asse pedonale ad ovest del parco; il secondo invece, più piccolo e definito, si pone in continuità con via Borgo e delimita a nord l'estensione del parco urbano.

Le due aree destinate a parcheggio di circa 600 e 250 mq, raccoglieranno rispettivamente 16 e 9 stalli (di cui 1 per portatori di handicap). L'accesso è garantito dalla strada comunale (via Borgo) ed in entrambi i casi, particolare attenzione dovrà essere data alla gestione delle pendenze in fase di accesso. Le aree in oggetto saranno connesse alla rete pedonale attraverso l'integrazione di marciapiedi che si svilupperanno attorno agli spazi di manovra/sosta.

### 9.11 INTERVENTI PUNTUALI SULLA S.C. PREDIERA-SPARVO

Il presente progetto esecutivo riguarda gli "Interventi puntuali sulla strada comunale Prediera - Sparvo" ubicata nel tratto appenninico Tosco-Emiliano collocata nel comune di Castiglione dei Pepoli. Si tratta di due interventi di limitata estensione che ricadono lungo la viabilità esistente che collega gli abitati di Sparvo e Prediera di Sopra.

Il progetto, quale intervento di manutenzione straordinaria, ha come obiettivo principale la messa in sicurezza dell'attuale viabilità e delle aree strettamente adiacenti; gli interventi sono volti a:

- migliorare il drenaggio delle acque superficiali (intervento 1 e 2);
- prevedere opere di sostegno e di controripa, quale ripristino di un pregresso intervento di stabilizzazione del movimento franoso (intervento 2);
- ripristinare i due rispettivi tratti di strada preesistenti (intervento 1 e 2), migliorando ove possibile l'andamento altimetrico e prevedendo la stesa di un nuovo pacchetto di pavimentazione e l'installazione di barriere di sicurezza.



*Figura 83: Inquadramento territoriale*

La viabilità esistente è fa parte di una rete stradale caratterizzata da una maglia irregolare con elevata tortuosità plano-altimetrica poiché fortemente vincolata dalle caratteristiche geomorfologiche tipiche dell'ambito montuoso.

Il territorio risulta poco antropizzato, presenta centri abitati non contigui di piccole dimensioni ed aree residenziali frammentate che talvolta caratterizzate da edifici isolati.

Dal punto di vista geologico l'itinerario si colloca in un'area sensibile caratterizzata da fenomeni gravitativi di versante.

### 9.11.1 INTERVENTO N°1

L'intervento di progetto, quale manutenzione straordinaria, prevede la messa in sicurezza di un breve tratto di strada di montagna di sviluppo pari a circa 75 m e precisamente collocato lungo il collegamento Prediera – Sparvo, a circa 500 dall'abitato Prediera di Sopra.

Nel seguito si riporta una fotografia significativa dello stato dei luoghi.



*Figura 84 – Tratto interessato dall'intervento – vista panoramica da monte*

La zona di intervento si colloca ai margini di un movimento franoso di forma allungata, in gran parte attivo, attraversato trasversalmente, nella sua parte mediana, dal tracciato della viabilità comunale: la strada, nel tratto interferente con il movimento franoso, si sviluppa in leggera mezzacosta passando da quota +588 m s.l.m. circa a quota +583 m s.l.m. Il fenomeno in esame è del tipo a colata o scorrimento-colata, con velocità di movimento molto basse. Il grado di attività del movimento franoso è testimoniato dalla presenza di evidenti deformazioni ed avvallamenti della sede stradale, nonché di lesioni significative sulla pavimentazione stradale, determinate dalla lenta evoluzione delle deformazioni di versante. Una forte depressione sulla sede stradale è visibile subito dopo l'intersezione con l'accesso alla località S. Pietro, come evidenziato dal profilo tracciato in asse alla strada. Il versante a monte della strada ha pendenze molto dolci e forme regolari; non sono visibili sistemi di drenaggio superficiale per la regimazione del deflusso delle acque meteoriche; ciò determina, unitamente

alle caratteristiche dei terreni a bassa permeabilità e ai regimi di falda presumibilmente prossimi a p.c., la presenza di punti localizzati in cui l'acqua tende a ristagnare.

In considerazione dell'estensione dell'area interessata dai fenomeni di instabilità delle coltri, dello spessore delle coltri stesse e delle evidenze di dissesto in sito, gli interventi di sistemazioni più idonei appaiono essere non già interventi di tipo strutturale, ma interventi di drenaggio profondo, da affiancare ai sistemi di drenaggio già esistenti.

In particolare, si prevedono le seguenti lavorazioni:

- realizzazione, sul versante a monte della strada, di una trincea drenante disposta lungo la linea di massima pendenza del versante stesso, con tubo di fondo microfessurato posto a una profondità  $H = 4.00$  m, sagomata nella parte sommitale con un fosso rivestito con geostuoia e con una riprofilatura di invito, in modo da favorire verso l'asta drenante principale il deflusso delle acque superficiali;

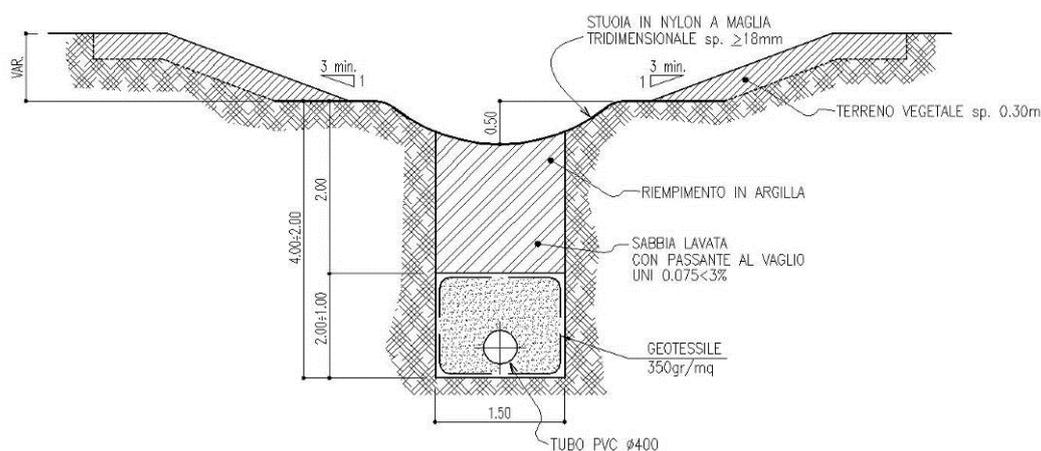


Figura 85 - Sezione tipo della trincea drenante di monte

- realizzazione, sul ciglio interno della strada ed in affiancamento al manufatto idraulico esistente, di un pozzetto idraulico per la raccolta delle acque di drenaggio profondo e delle acque superficiali;
- realizzazione, sul versante a valle della strada, di una trincea drenante affiancata alla tubazione esistente entro cui posizionare la tubazione di scarico del nuovo manufatto idraulico per il convogliamento dell'acqua verso lo stesso recapito finale del tombino esistente;
- sistemazione del recapito finale mediante realizzazione di edicola in gabbioni;
- regolarizzazione della livelletta e rifacimento della pavimentazione stradale.

Gli interventi proposti sono finalizzati ad incrementare in misura significativa i coefficienti di sicurezza, che conservativamente sono stati assunti prossimi all'unità nelle condizioni attuali. In tal senso, gli interventi proposti si prefiggono innanzi tutto di creare un sistema di

regimazione del deflusso delle acque meteoriche (sistemazione asta drenante principale) accompagnato dalla realizzazione di trincee drenanti.

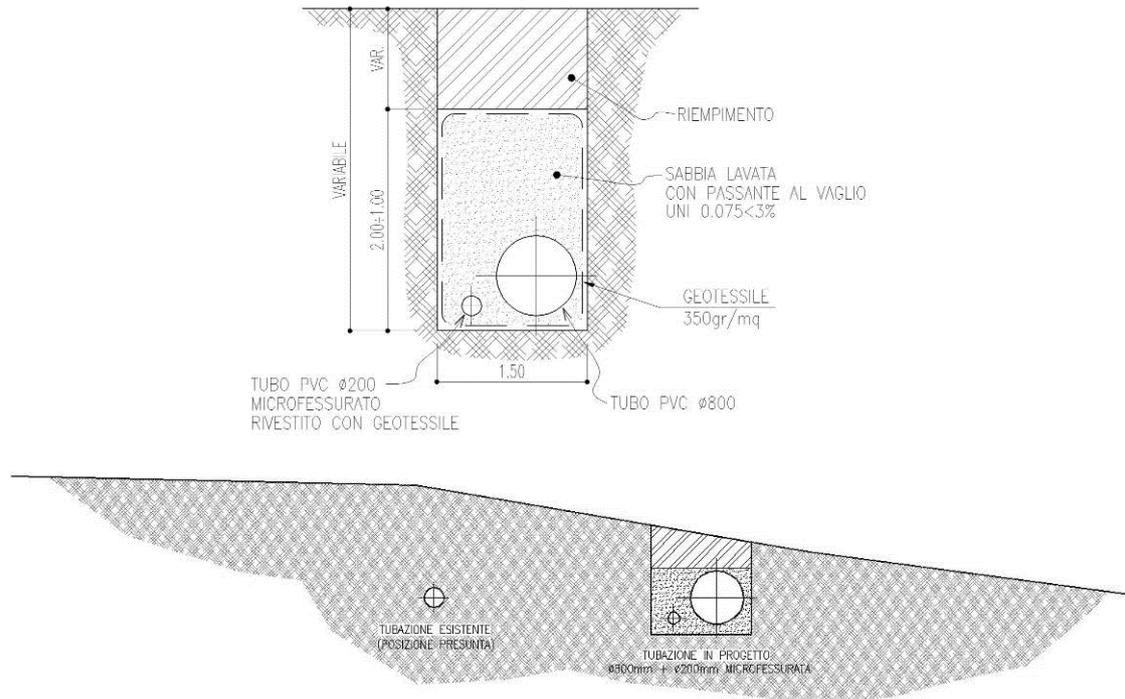


Figura 86 – Sezione tipo della trincea drenante di valle

L'intervento prevede inoltre, per uno sviluppo di 75m circa, il ripristino del tratto di viabilità esistente direttamente interessata dalle opere di drenaggio in progetto e tale da migliorare l'andamento altimetrico al fine di eliminare l'avvallamento esistente connesso al dissesto.

Tale sistemazione, inclusa la stesa di nuova pavimentazione e l'installazione delle barriere di sicurezza, è complessivamente volta al miglioramento della sicurezza stradale. L'intervento è da intendersi come manutenzione straordinaria di breve estensione, lungo una viabilità configurabile come strada di montagna, pertanto si assume che non sia prevista l'applicazione del DM 2001.

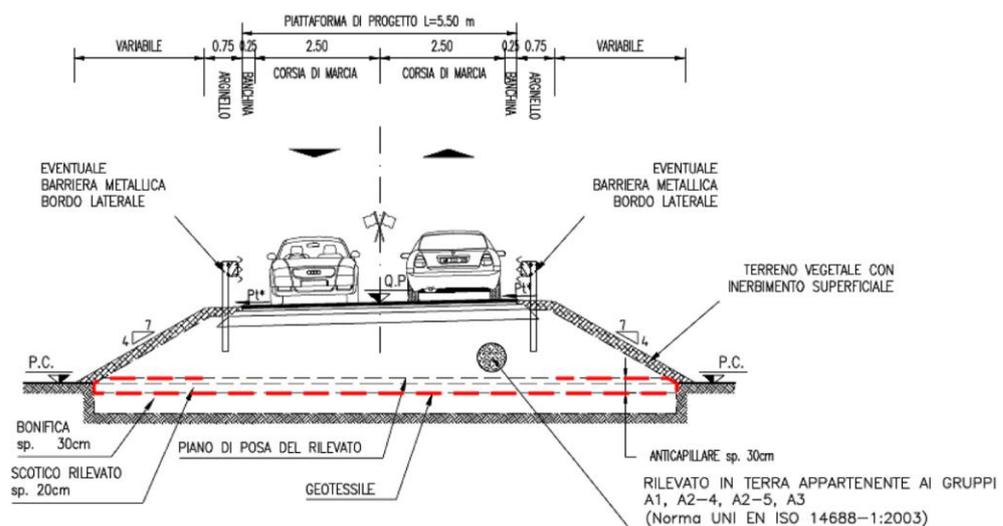


### 9.11.1.1 Descrizione e caratteristiche dell'intervento di progetto

In relazione ai vincoli geologici e geo-morfologici del territorio attraversato, oltreché alle caratteristiche geometriche plano-altimetriche e di sezione della strada esistente, si assume che le velocità di percorrenza siano basse, con valori indicativamente compresi fra 25 e 40 km/h.

#### Sezione stradale

Tenuto conto che la sezione stradale esistente presenta in rettilineo una larghezza media pari a 4.50m, maggiorata lungo le curve esistenti ad un valore di 5.50m circa, trattandosi di una rettifica di breve estensione si assume una sezione corrente di progetto di larghezza complessiva pari al valore massimo riscontrato sull'itinerario esistente, cioè pari a 5.50m.



N.B.  
Pt\*: pendenza trasversale massima in curva con  $Pt_{c,max}=6\%$ .  
In rettilineo il piano stradale è a falda unica con  $Pt,r=2.50\%$ .

Figura 88 – Sezione tipo

#### Margini esterni

Sui margini esterni sono previsti arginelli inerbiti da 0.75m (l'eventuale barriera di sicurezza metallica sarà installata mediante paletti ad infissione maggiorata).

In relazione alla contenuta larghezza della sezione pavimentata, ed al fine di evitare scarichi concentrati, si è previsto di realizzare l'arginello a raso in modo da assicurare una dispersione

uniforme su tutto il rilevato. Le scarpate di progetto sono previste con una pendenza pari a 7/4.

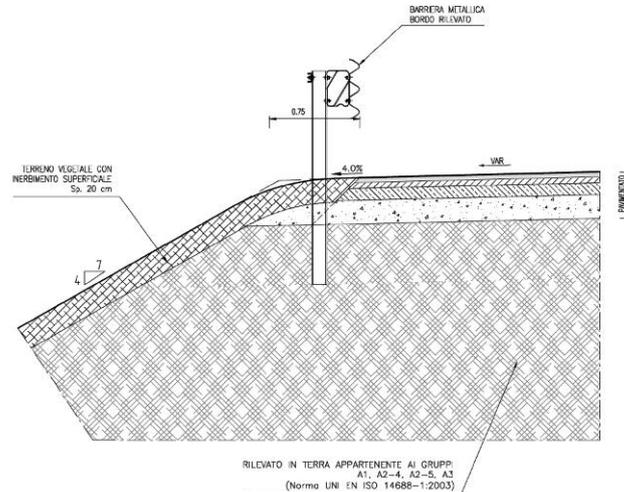


Figura 89 – Sezione tipo margine esterno

### Pavimentazione

È previsto un pacchetto di pavimentazione di 39 cm così composto:

- Usura in conglomerato bituminoso di 4cm;
- Binder in conglomerato bituminoso di 5cm;
- Base in conglomerato bituminoso di 10cm;
- Fondazione in misto granulare stabilizzato di 20cm.

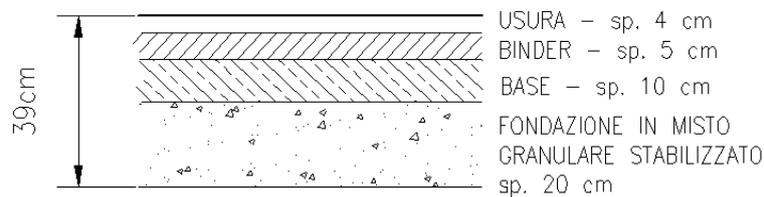


Figura 7 – Particolari pavimentazione

### Pendenza trasversale

Si assume in rettilineo una configurazione della piattaforma a falda unica con pendenza 2.5% in relazione alla convenienza del lato di smaltimento delle acque di piattaforma. In curva la pendenza trasversale massima è pari al 6% (strade a frequente innevamento).

La variazione della pendenza trasversale dalla curva al rettilineo dovrà verificare il criterio della sovrappendenza longitudinale massima al ciglio.

Nei tratti di inizio e fine intervento è previsto il raccordo alle pendenze della pavimentazione esistente.

### Caratteristiche planimetriche

Il tracciato planimetrico ripercorre l'asse esistente ed è caratterizzato da un flesso con curve di raggio pari a 40 e 50m, intervallate da un rettilineo di lunghezza pari a 10.65 m, oltre ai due rettilineo di brevissima estensione di inizio e fine intervento.

Trattandosi di strada caratterizzata dalla sequenza ravvicinata di curve di breve sviluppo e percorse a basse velocità, non sono stati previsti elementi di raccordo a curvatura variabile (clotoidi) i quali, proprio in ragione della natura tortuosa del tracciato, potrebbero portare ad una distorsione nella percezione del reale andamento plano-altimetrico dell'asse.

### Caratteristiche altimetriche

Nel tratto di intervento la pendenza longitudinale è pari a 5,50% e si raccorda ai due tratti esistenti la cui pendenza non supera il 10%. La riprofilatura altimetrica è volta soprattutto a migliorare il raccordo concavo incrementandone il valore da 300m circa ad un valore di 685m, compatibile la velocità di 40km/h.

### 9.11.2 INTERVENTO N°2

L'intervento di progetto, quale manutenzione straordinaria, prevede la messa in sicurezza di un breve tratto di strada di montagna di sviluppo pari a circa 145 m e precisamente collocato lungo il collegamento Prediera – Sparvo, a circa 500 dall'abitato di Sparvo.

Sul suo sviluppo è presente la porzione marginale di un ampio movimento franoso, in gran parte attivo, di forma allungata caratterizzato da fenomeni gravitativi con velocità di movimento molto basse.

Subito a monte del tratto di strada comunale che sarà oggetto del nuovo intervento di sistemazione, è già stato oggetto di un pregresso intervento di stabilizzazione, realizzato mediante l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica e finalizzato principalmente a ripristinare il sistema di drenaggio superficiale dell'area, mediante la creazione di un sistema di canalette in terra e la sistemazione dell'asta drenante principale. Gli interventi esistenti sopra descritti appaiono in un cattivo stato di conservazione.

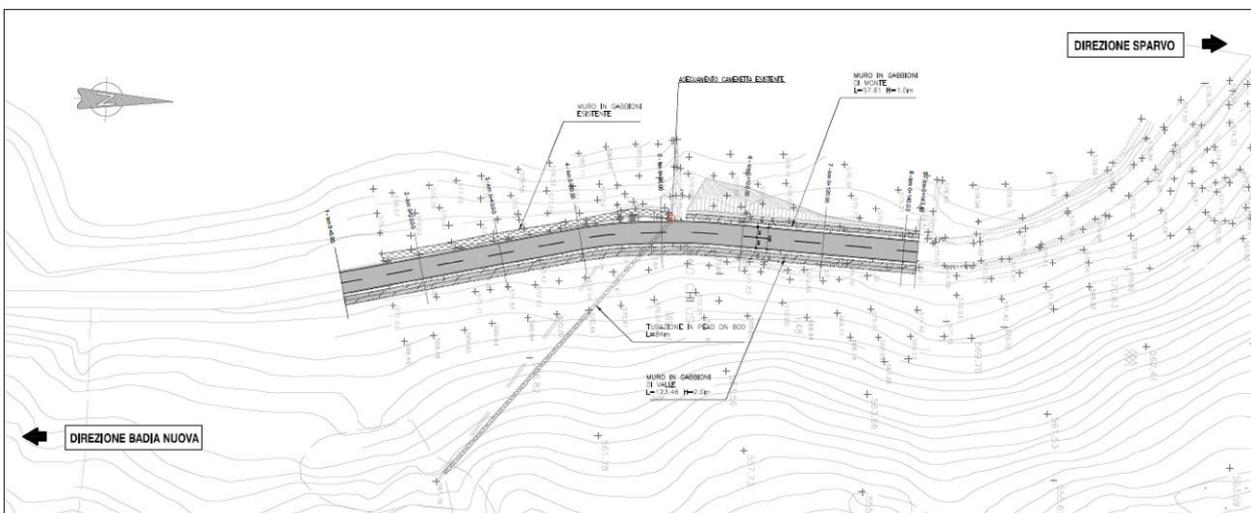


Figura 7 – Stralcio planimetrico

Gli interventi previsti per la sistemazione della sede stradale sono essenzialmente interventi di carattere strutturale, in sostituzione delle opere di ingegneria naturalistica deformate e danneggiate.

Gli interventi, schematicamente, sono articolati come segue:

- demolizione della palizzata in legname esistente;



#### 9.11.2.1 Descrizione e caratteristiche dell'intervento di progetto

Il breve tratto di ripristino ricade lungo la viabilità di collegamento locale dei nuclei abitati di Prediera e Sparvo.

In relazione ai vincoli geologici e geo-morfologici del territorio attraversato, oltreché alle caratteristiche geometriche plano-altimetriche e di sezione della strada esistente, si assume che le velocità di percorrenza siano basse, con valori indicativamente compresi fra 25 e 40 km/h.

#### Sezione stradale

Tenuto conto che la sezione stradale esistente presenta in rettilineo una larghezza media pari a 4.50m, maggiorata lungo le curve esistenti ad un valore di 5.50m circa, trattandosi di una rettifica di breve estensione si assume una sezione corrente di progetto di larghezza complessiva pari al valore massimo riscontrato sull'itinerario esistente, cioè pari a 5.50m.

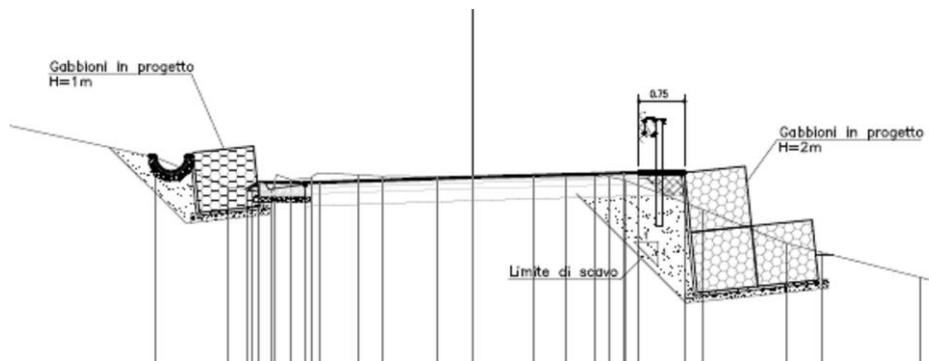


Figura 92 - Sezione tipo

#### Margini esterni

Sui margini esterni sono previsti arginelli inerbiti da 0.75m (l'eventuale barriera di sicurezza metallica sarà installata mediante paletti ad infissione maggiorata).

In relazione alla contenuta larghezza della sezione pavimentata, ed al fine di evitare scarichi concentrati, si è previsto di realizzare l'arginello a raso in modo da assicurare una dispersione uniforme su tutto il rilevato. Le scarpate di progetto sono previste con una pendenza pari a 7/4.

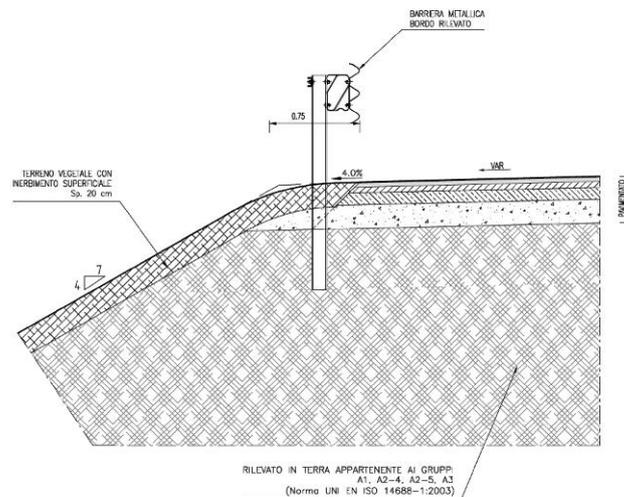


Figura 93 – Sezione tipo margine esterno in rilevato

### Pavimentazione

È previsto un pacchetto di pavimentazione di 39 cm così composto:

- Usura in conglomerato bituminoso di 4cm;
- Binder in conglomerato bituminoso di 5cm;
- Base in conglomerato bituminoso di 10cm;
- Fondazione in misto granulare stabilizzato di 20cm.

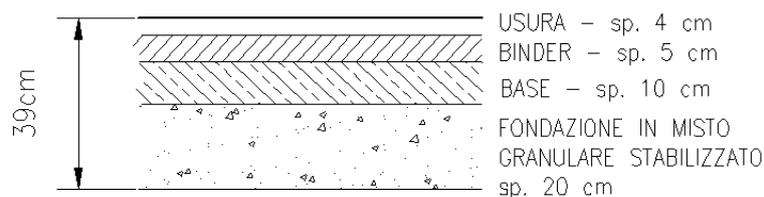


Figura 7 – Particolari pavimentazione

### Pendenza trasversale

Si assume in rettilineo una configurazione della piattaforma a falda unica con pendenza 2.5% in relazione alla convenienza del lato di smaltimento delle acque di piattaforma. In curva la pendenza trasversale massima è pari al 6% (strade a frequente innevamento).

La variazione della pendenza trasversale dalla curva al rettilineo dovrà verificare il criterio della sovrappendenza longitudinale massima al ciglio.

Nei tratti di inizio e fine intervento è previsto il raccordo alle pendenze della pavimentazione esistente.

#### Caratteristiche planimetriche

Il tracciato planimetrico ripercorre l'asse esistente caratterizzato da rettilineo ed ampie curve circolari

#### Caratteristiche altimetriche

L'andamento altimetrico ripercorre quello della strada esistente e risulta caratterizzato da raccordi verticali compatibili con la velocità di 40km/h.

### **9.11.3 BARRIERE DI SICUREZZA**

Lungo il tracciato stradale sarà prevista la posa di dispositivi di contenimento rispondenti alle prescrizioni contenute nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione" (D.M. n° 223 del 18/2/1992 e successive modificazioni ed integrazioni).

Per definire le soluzioni tecniche alla base del presente progetto, il Progettista ha preso a riferimento le principali tipologie di barriere, installabili secondo normativa vigente, presenti sul mercato. Quanto rappresentato negli elaborati del progetto delle barriere di sicurezza rappresenta pertanto una esemplificazione atta a definire compiutamente il progetto.

L'Appaltatore dovrà, presentando ai sensi di legge il relativo progetto, individuare ed utilizzare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, barriere installabili secondo quanto previsto dalla normativa vigente (ai sensi del D.M. 28.06.2011 (Gun. 233 del 06.10.2011), dovranno essere installate barriere marcate CE) che possano garantire prestazioni analoghe secondo i criteri definiti nel presente progetto. In conseguenza, tutti i disegni e i dettagli costruttivi dovranno, in fase costruttiva, essere adeguati alle caratteristiche delle barriere effettivamente utilizzate. La definizione delle classi minime di barriere da adottare in progetto è stata operata, secondo quanto previsto dal D.M. 21/06/2004, con riferimento alla classe funzionale a cui appartiene la strada, alla classe di traffico e alla destinazione delle protezioni.

Il tracciato di progetto è vincolato dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio e dalle caratteristiche geometriche della viabilità esistente che presenta un elevato grado di tortuosità plano-altimetrica e si configura ai sensi del DM 67-S del 22.04.04 come "riqualifica e adeguamento di viabilità esistente"; inoltre in relazione al contesto territoriale e alle caratteristiche geometriche di tracciato, la viabilità in esame ricade nel caso delle strade di montagna così come riportato nel D.M. 2001 al "Cap. 1 - definizioni e riferimenti normativi".

L'intervento in esame è pertanto assimilabile a strada locale in ambito extraurbano (tipo F) con velocità di progetto inferiori ai 70km/h, di conseguenza in termini di inquadramento normativo ai sensi dell'art.2 del D.M. n°223 del 18.02.1992, la stessa non ricade nel campo di applicazione della norma.

Infatti, la Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali", al riguardo ha chiarito che:

*"Il campo di applicazione della normativa in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali è definito dall'art. 2 comma 1 del D.M. 223/1992 e riguarda i progetti esecutivi relativi alle strade ad uso pubblico extraurbane ed urbane che hanno velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h. Sono espressamente escluse dal campo di applicazione della norma in argomento le progettazioni inerenti le strade extraurbane ed urbane con velocità di progetto inferiore a 70 km/h".*

In progetto, laddove ritenuto opportuno, si è comunque prevista l'installazione di dispositivi di ritenuta in linea con quanto indicato dalla Circolare stessa:

*"Nei progetti relativi a strade ad uso pubblico che non rientrano invece nel campo di applicazione delle norme richiamate, tenuto conto delle specifiche condizioni locali in termini di configurazione dello stato dei luoghi e di circolazione, qualora sia previsto anche un intervento sui margini o sui dispositivi di ritenuta, il progettista dovrà comunque valutare le situazioni ove si rendono necessarie protezioni in relazione alla presenza od all'insorgenza di condizioni di potenziale pericolo".*

In particolare sono state previste barriere di sicurezza a protezione dei rilevati alti (altezza superiore a 3 m) e per tutti gli ambiti in presenza di ostacoli (ad es. pali di illuminazione).

Riguardo alle classi minime da adottare per le barriere di sicurezza nelle diverse destinazioni (bordo laterale e bordo ponte), in assenza di dati di traffico a favore di sicurezza, si è fatto riferimento a quanto indicato dal D.M. 21/06/2004 all'art. 6 per strade locali (F) e condizioni di traffico di tipo III, come riportato nel terzo rigo della tabella seguente.

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico a	Barriere bordo laterale b	Barriere bordo ponte c
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	<b>III</b>	<b>H1</b>	<b>H1</b>	<b>H2</b>

Tabella 8: classi minime di barriere per strade urbane di quartiere

Di conseguenza, per la protezione del bordo laterale sono previsti in progetto dispositivi di classe H1 in linea con i criteri della tabella sopra riportata.

La tipologia delle barriere per bordo laterale è quella di barriere metalliche a nastri e a paletti infissi, caratterizzate da un livello di severità di classe A.

I dispositivi metallici a paletti infissi dovranno avere una larghezza non inferiore 30cm per consentirne la corretta installazione in relazione alla presenza sul margine di cordolature ed altri elementi facenti parte del sistema di smaltimento idraulico delle acque di piattaforma. Inoltre, considerando che gli arginelli hanno larghezza minima di 75cm le barriere dovranno avere una larghezza totale del dispositivo non superiore a 50cm, in modo da consentire l'installazione del palo nel tratto sub-orizzontale dell'arginello stesso.

Tutti i dispositivi impiegati dovranno avere caratteristiche di deformazione compatibili con il posizionamento degli elementi di arredo funzionale (ad es. pali di illuminazione).

Le barriere di progetto sono state previste cercando di garantire in progetto sviluppi di barriera pari alla lunghezza minima di funzionamento dei dispositivi ( $L_f=90$  m ca.).

Per quanto riguarda l'installazione delle barriere da bordo laterale con paletti infissi si è fatto riferimento a quanto indicato nell'art. 6 del DM 21.06.04, che prescrive di adattare il supporto dei dispositivi di ritenuta alle caratteristiche della sede stradale ove questi sono installati.

Lo studio per definire le modalità di installazione nelle diverse condizioni ha riguardato due aspetti distinti:

- una verifica di natura geotecnica mirata a definire la profondità di infissione necessaria affinché il terreno risultasse in grado di offrire un resistenza almeno pari a quella delle condizioni di riferimento;
- una verifica di natura geometrica per valutare le condizioni di rollio potenzialmente associabili ad un mezzo in svio per una data configurazione geometrica dell'arginello.

In appendice è riportato il calcolo della profondità d'infissione necessaria ad assicurare il corretto funzionamento della barriera nel caso di arginello di larghezza minima 75 cm. Il

calcolo della profondità di infissione è stato effettuato con riferimento alle caratteristiche costruttive delle barriere riportate nell'appendice alla presente relazione; qualora al momento dell'effettiva realizzazione delle opere, l'impresa Appaltatrice intendesse utilizzare barriere aventi requisiti prestazionali e dimensionali non rientranti nel campo assunto a riferimento, sarà sua cura ed onere dimostrare l'idoneità del prodotto in fornitura.

L'infissione maggiorata dei paletti è da considerarsi una modifica di prodotto ai sensi dell'Allegato ZA della UNI EN 1317-5. Il dispositivo di sicurezza adottato discenderà pertanto da un prodotto esistente dotato di marcatura CE per il quale un ente certificatore regolarmente accreditato abbia rilasciato l'estensione del marchio CE anche per la modifica introdotta (pali di lunghezza maggiorata). Tale procedura investe quindi il produttore del dispositivo e l'ente certificatore.

## **9.12 RECUPERO AMBIENTALE OPERE DI CANTIERIZZAZIONE VARIANTE DI VALICO LOTTI 6/7**

### **9.12.1 PERCORSO PEDONALE P1 E RINATURALIZZAZIONI (VS19 e VS6)**

L'intervento consiste nella dismissione e successiva trasformazione delle viabilità di cantiere VS19, VS6E, VS6P e VS6S oggi esistenti in un percorso pedonale di sviluppo complessivo pari a 2120m.

Per il tratto finale della viabilità VS6S si prevede la dismissione, con rimozione del ponte Bailey esistente (vedasi tavola specifica per dettagli), e la successiva rinaturalizzazione dell'area.

La viabilità oggetto di trasformazione ricade nel territorio della Regione Emilia Romagna, precisamente nel comune di Castiglione dei Pepoli.

La rete infrastrutturale esistente, caratterizzata da una maglia irregolare, è fortemente vincolata dalle caratteristiche geomorfologiche.

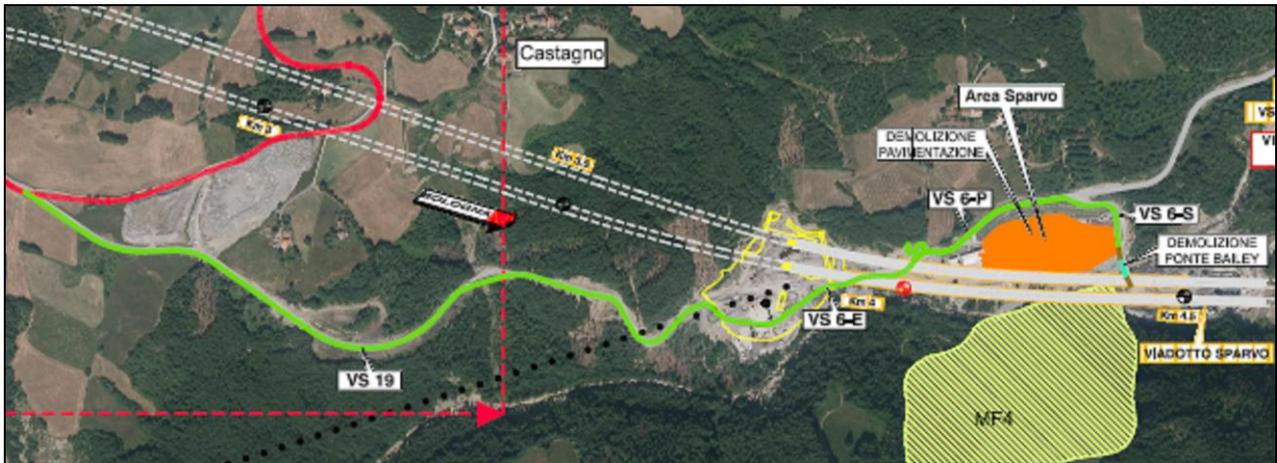


Figura 94 - Inquadramento

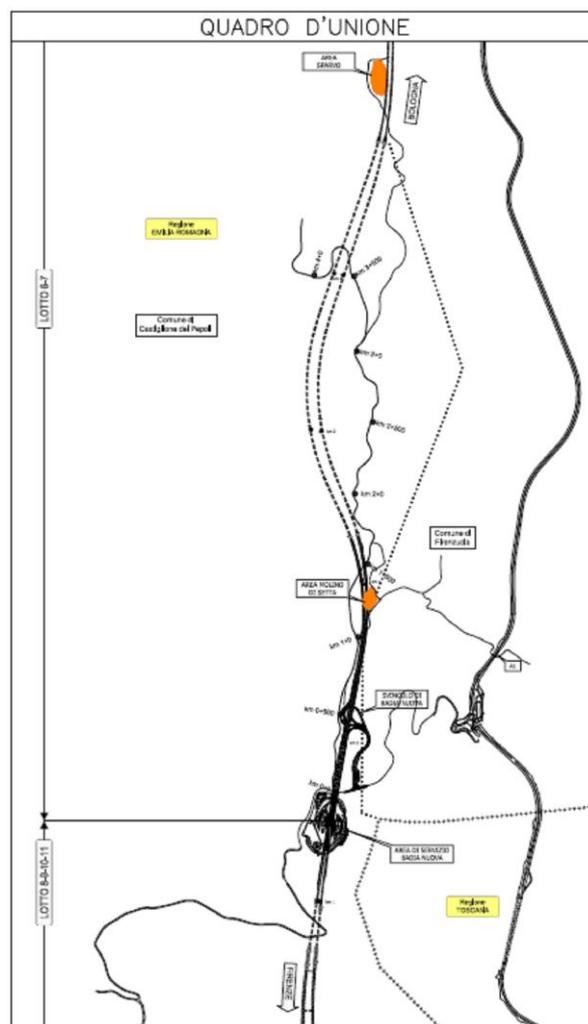


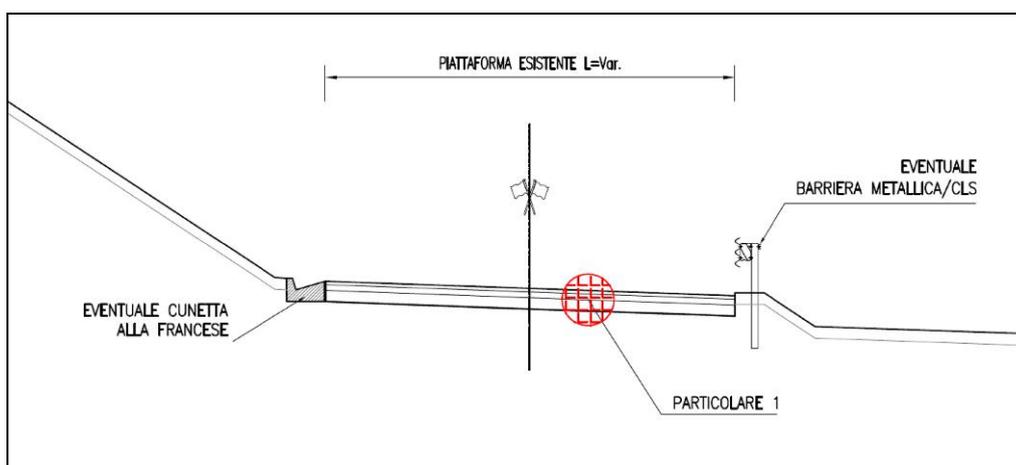
Figura 95 - Itinerario di progetto

### L'infrastruttura in progetto

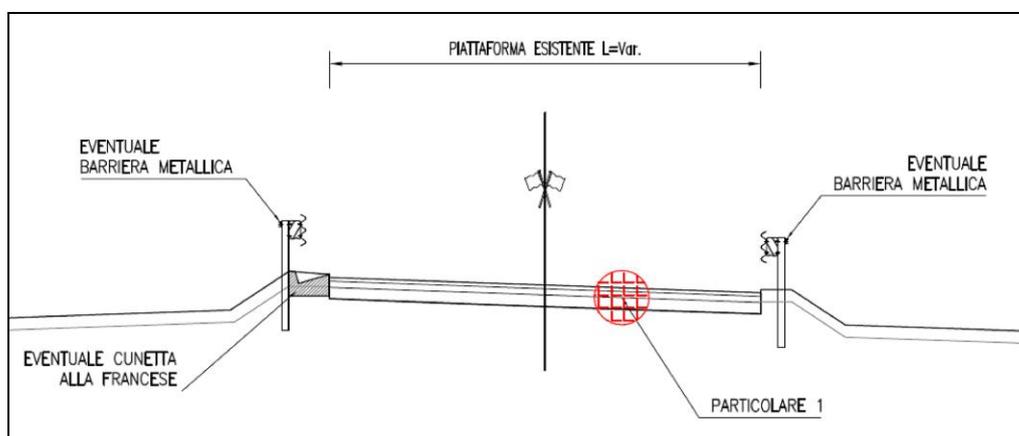
L'intervento prevede la demolizione degli strati superficiali della pavimentazione fino a quota fondazione, realizzata in misto granulare stabilizzato, e tracciamento del percorso pedonale, avente calibro 3,00m, interno al sedime delle viabilità esistenti.

Lateralmente alla nuova piattaforma individuata è previsto lo scavo della fondazione in misto granulare stabilizzato esistente e la posa di terreno vegetale per la risagomatura delle scarpate.

Le viabilità di cantiere esistenti presentano sezione in rilevato o a mezza costa. Nei tratti in mezza costa è prevista la realizzazione di un fosso di guardia inerbito posto a valle della scarpata, previa rimozione, laddove presenti, delle cunette alla francese.



*Figura 96 - Sezione esistente a mezza costa*



*Figura 97 - Sezione esistente in rilevato*

È possibile distinguere tre differenti tipologie gli interventi sulla pavimentazione esistente:

- Demolizione degli strati di usura, binder e base per uno spessore complessivo di 16cm quando la pavimentazione è di tipo flessibile; questa tipologia di intervento si sviluppa lungo l'intero itinerario ad eccezione dei tratti compresi tra la pk 1+020 e la pk 1+220 e tra la pk 1+300 e la pk 1+720

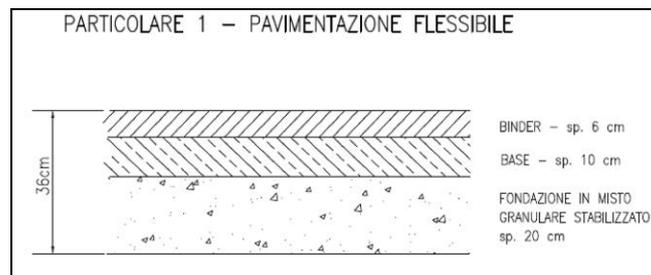


Figura 98 - Pacchetto pavimentazione flessibile esistente

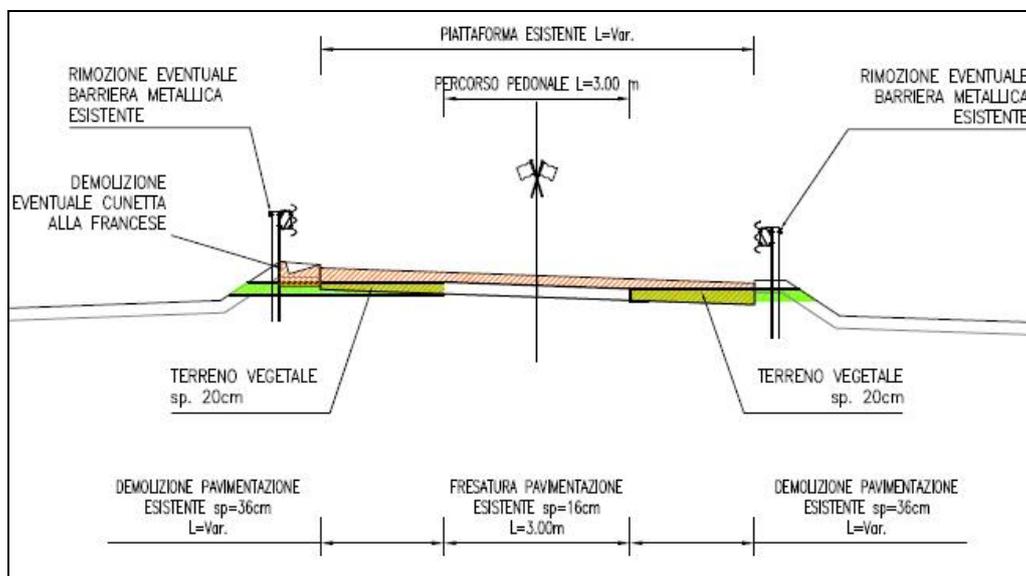


Figura 99 - Schema demolizione pacchetto di pavimentazione flessibile

- Demolizione dello strato di usura e del massetto in cls per uno spessore complessivo di 22cm quando la pavimentazione è in cls; questa tipologia di intervento si sviluppa nel tratto compreso tra la pk 1+100 e la pk 1+220

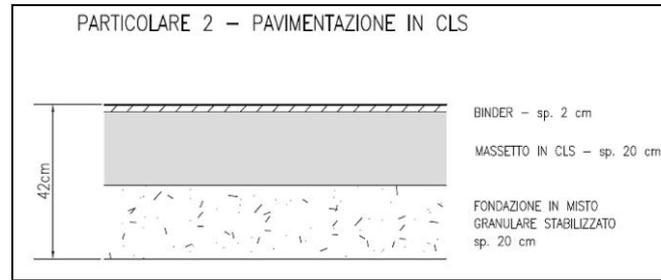


Figura 100 – Pacchetto pavimentazione in cls esistente

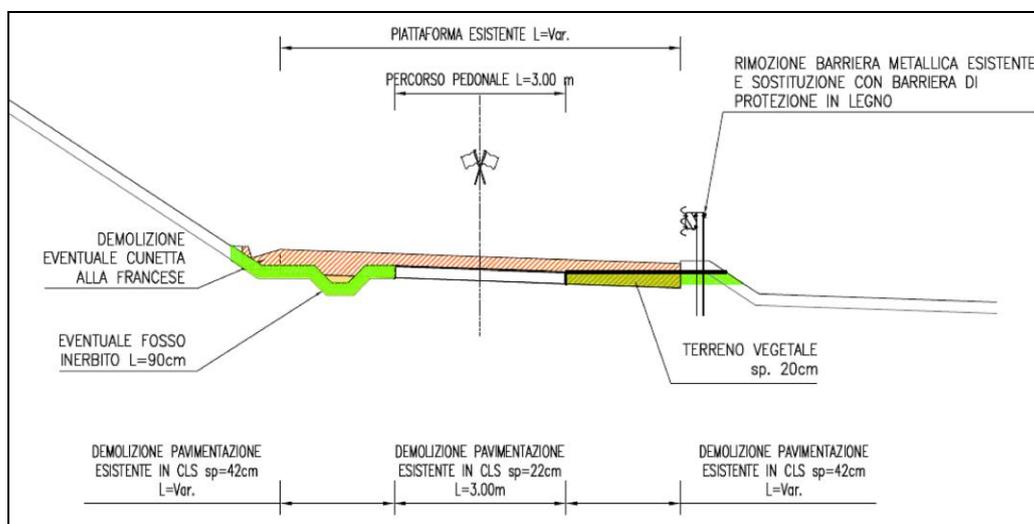


Figura 101 – Schema demolizione pacchetto di pavimentazione in cls

Nel tratto compreso tra la pk 1+300 e la pk 1+720 si prevede il mantenimento dello stato di fatto in quanto il percorso pedonale risulta già realizzato nell'ambito dei lavori autostradali dei lotti 6/7.

Nel progetto sono inoltre previsti l'installazione dei dispositivi di ritenuta laddove necessario, interventi di tipo strutturale non portante (rivestimento paratie, gabbionate di pulizia, ecc...), interventi di sistemazione idraulica.

Nel tratto compreso tra la pk 1+300 e la pk 1+720, dove si prevede il mantenimento dello stato di fatto, l'intervento consiste nella rimozione/spostamento del cancello esistente, nella rimozione della recinzione esistente e nella posa di una nuova recinzione, al fine di consentire il libero accesso al percorso pedonale oggetto della presente relazione.

Sezione percorso pedonale

La sezione del percorso pedonale è costituita da una piattaforma avente larghezza pari a 3,00m ricavata nella fondazione della viabilità di cantiere.

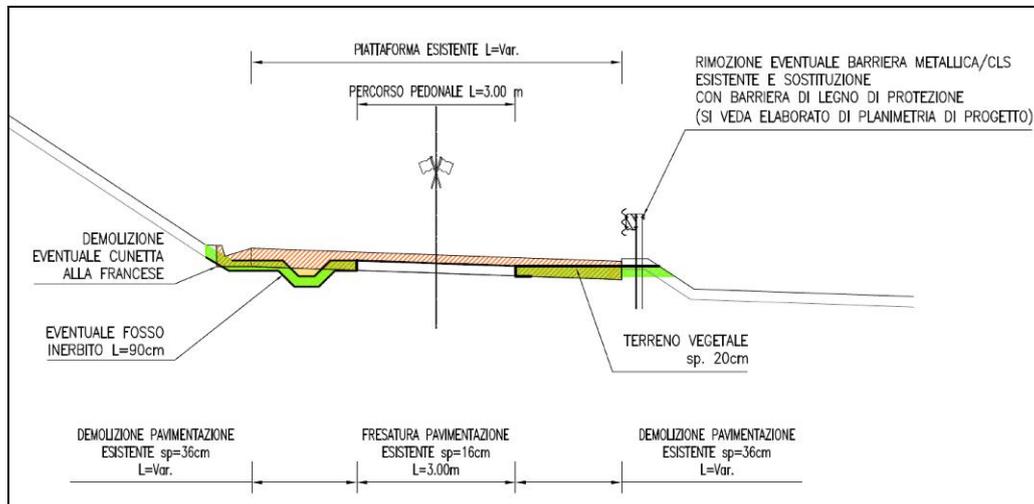


Figura 102 – Sezione tipologica

### Pendenza trasversale

Le pendenze trasversali del percorso pedonale non vengono modificate rispetto a quanto oggi esistente sulla viabilità di cantiere.

### Caratteristiche planimetriche

Il tracciato planimetrico è caratterizzato da rettifili e curve circolari che seguono, rimanendo all'interno del sedime esistente, la piattaforma stradale di stato di fatto.

### Caratteristiche altimetriche

Altimetricamente il tracciato ha andamento analogo a quanto oggi presente, ribassato rispetto allo stato di fatto dello spessore della demolizione in funzione del pacchetto di pavimentazione esistente nel tratto interessato.

#### 9.12.1.1 MARGINI ESTERNI E PAVIMENTAZIONI

I margini esterni vengono sagomati mediante posa di terreno vegetale di spessore pari a 20cm.

Lungo le tratte di intervento è previsto un pacchetto di pavimentazione ricavato dalla fondazione della viabilità esistente avente spessore di 20cm (vedi paragrafo precedente ed elaborati grafici).

Solo in corrispondenza dell'OP 5 esistente, vista la presenza di una soletta in cls su micropali che viene mantenuta in essere, si è optato per la posa di una pacchetto di pavimentazione minimo da realizzare sopra la struttura in C.A..

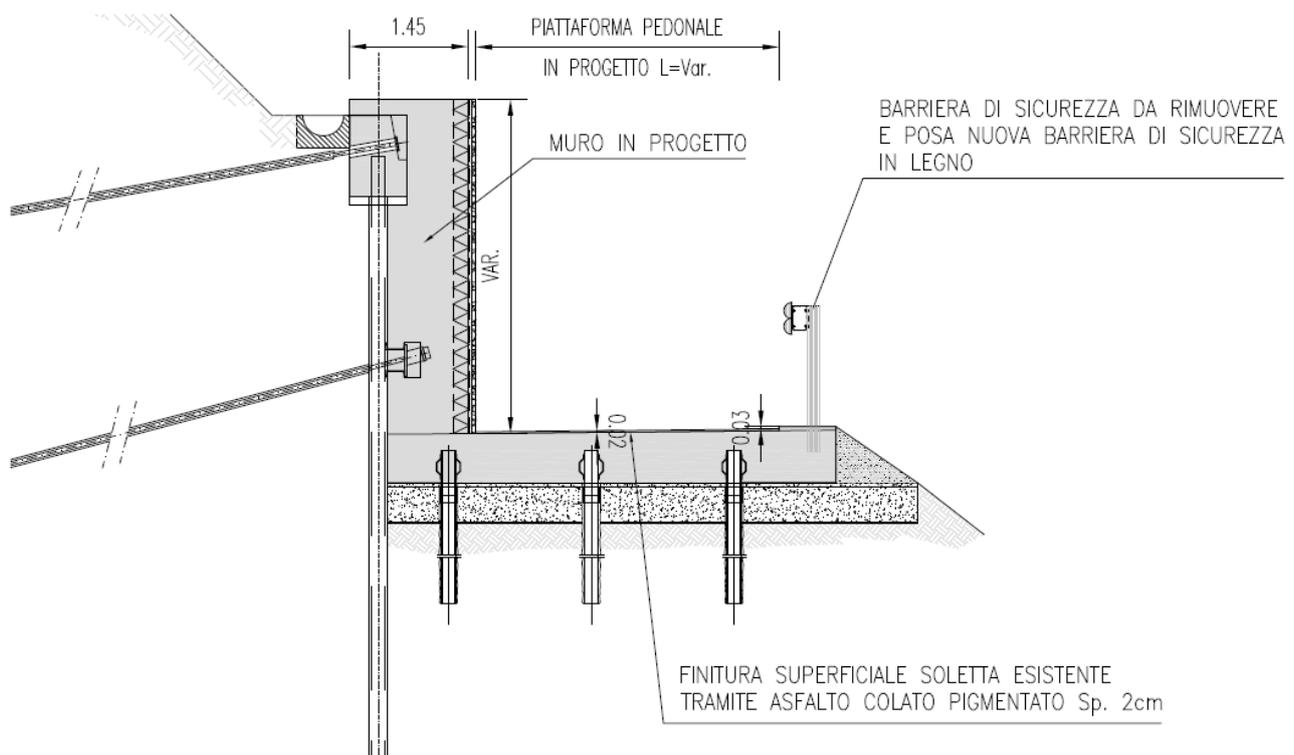


Figura 103 – Particolare pacchetto di pavimentazione su soletta esistente

#### 9.12.1.2 BARRIERE DI SICUREZZA

Lungo l'itinerario di progetto è prevista la rimozione delle barriere di sicurezza metalliche e dei new jersey in cls presenti, e la loro sostituzione mediante barriere in legno laddove la nuova conformazione del tracciato lo impone.

#### 9.12.1.3 SEGNALETICA

Non si prevede segnaletica né orizzontale né verticale.

#### 9.12.1.4 OPERE D'ARTE MINORI

Le opere minori previste nell'ambito dell'intervento sono costituite principalmente da opere non portanti con funzione di pulizia o estetica.

Lungo l'itinerario di intervento è prevista la rimozione delle barriere new jersey intorno alla pk 0+480, e la successiva posa di un muro in gabbioni di H=1,00m e L=82,00m, avente funzione di pulizia e protezione dal riversamento sul percorso pedonale di detriti potrebbero eventualmente distaccarsi dal versante. Il muro in gabbioni non ha funzione di sostegno.

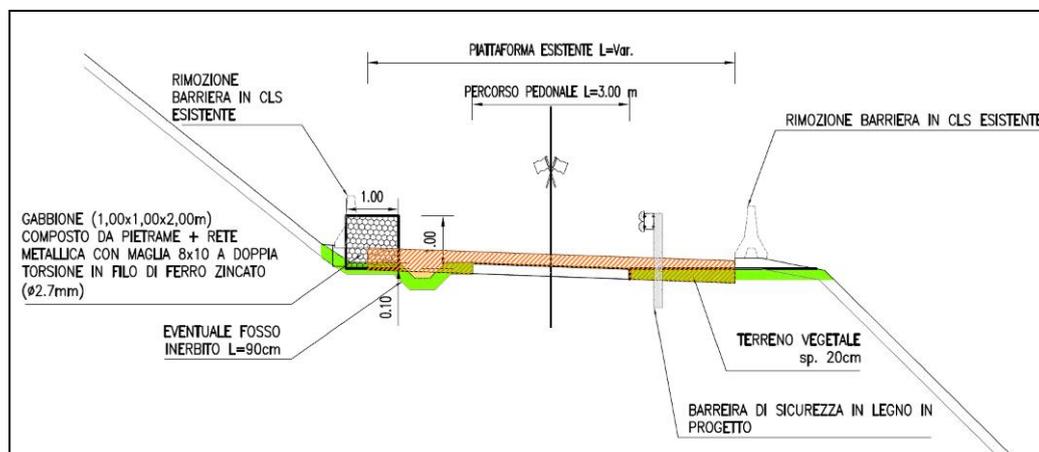


Figura 104 – Particolare sezione tipologica con gabbioni

L'OP5 progettata e realizzata come opera provvisoria per la realizzazione dell'attuale viabilità di cantiere, verrà mantenuta come opera definitiva, prevedendo un rivestimento mediante lastre prefabbricate in C.A. dello spessore di 10cm (con finitura in bozze di pietra), ancorate alla paratia mediante traliccio metallico a sua volta immerso nel getto di riempimento. Il rivestimento ha funzione puramente estetica e di protezione della paratia.

E' inoltre prevista la posa di tubazioni di drenaggio e la realizzazione di tasche per il controllo delle teste dei tiranti.

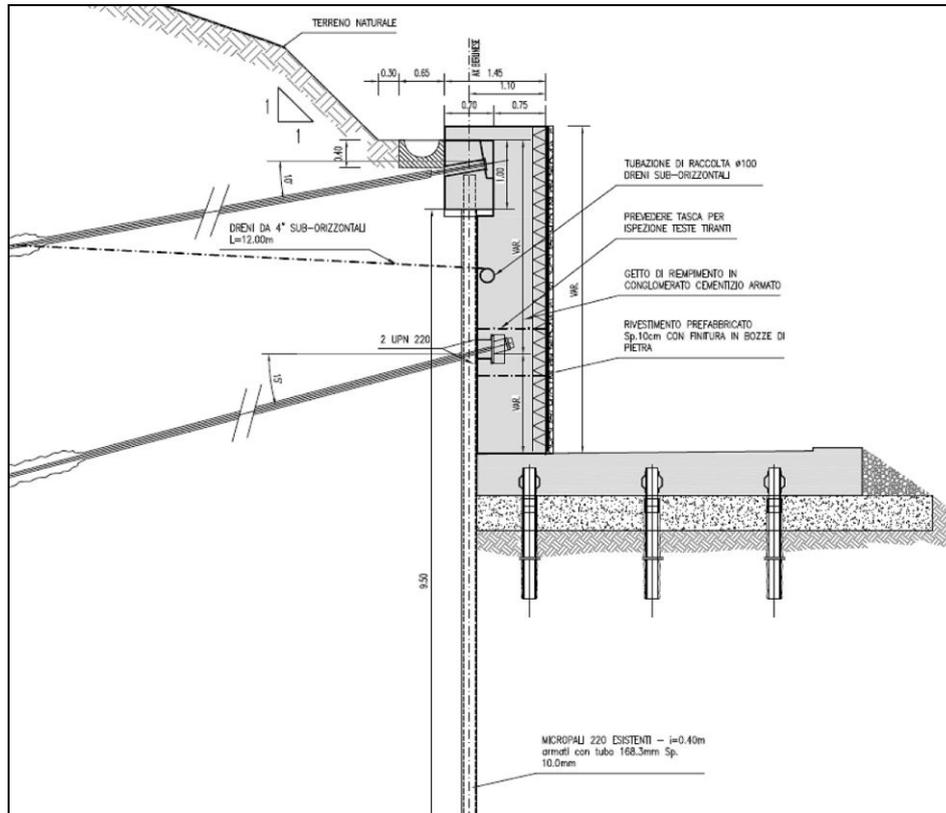


Figura 105 - Particolare rivestimento definitivo OP5

L'OP7 progettata e realizzata come opera provvisoria verrà anch'essa mantenuta come opera definitiva, ma ricoperta sino ad altezza cordolo di testa realizzando una scarpata con pendenza pari al 7 su 4.

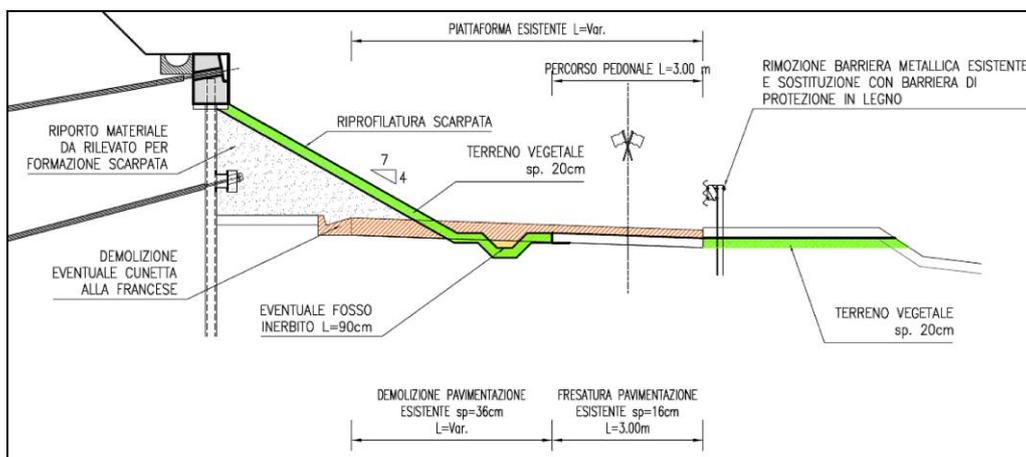


Figura 106 - Particolare copertura con scarpata OP7

#### 9.12.1.5 DEMOLIZIONE STRUTTURE PROVVISORIALI

Nell'ambito del recupero ambientale delle opere di cantierizzazione, al fine di ripristinare le sezioni idrauliche del torrente Setta ed il naturale deflusso delle acque e garantire il ripristino delle condizioni ante operam, è prevista la demolizione del ponte Bailey in corrispondenza del tratto di viabilità VS6-S.

Gli interventi saranno così articolati:

- rimozione ponte in acciaio esistente;
- demolizione spalle esistenti;
- demolizione muro di sostegno esistente in terra rinforzata con relativi gabbioni di protezione e difesa spondale in sinistra e destra orografica;
- demolizione, in sinistra e destra orografica, delle protezioni delle spalle realizzate con massi ciclopici;
- in destra orografica realizzazione nuovo muro di sostegno in terra rinforzata con protezione in gabbioni (previo scavo con pendenza 7 su 4, bonifica del piano d'appoggio con pietrame avvolto in geotessile non tessuto sp. 50 cm e successivo reinterro);
- in destra orografica realizzazione di nuova difesa spondale in massi ciclopici;
- in sinistra orografica riprofilatura scarpata (pendenza 7 su 4) posa del terreno vegetale per rinaturalizzazione.

#### 9.12.1.6 OPERE IDRAULICHE

Come sopra già richiamato, nei tratti a mezza costa è prevista la realizzazione di un fosso di guardia, lato monte, avente le dimensioni sotto riportate:

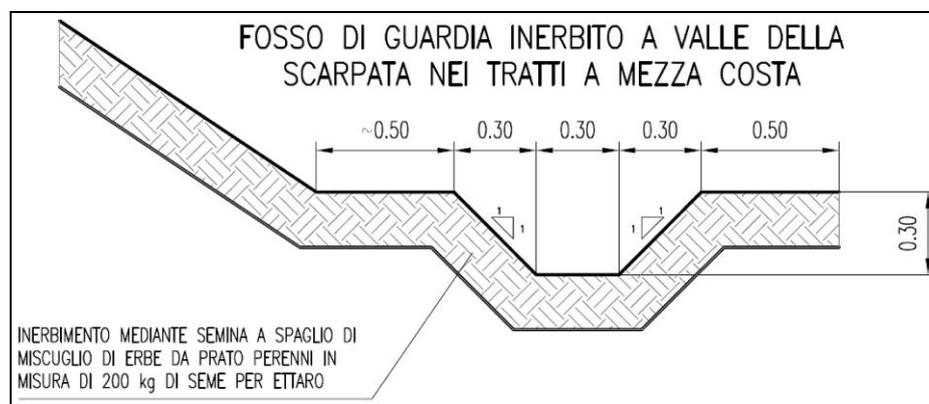


Figura 107 – Particolare fosso inerbito

Come richiesto da Servizio Tecnico del Bacino Reno si prevede la demolizione dei tombini alle pk 0+880 e 1+300 e il ripristino dei due tratti di fosso. Il percorso pedonale viene sagomato in modo da realizzare un guado dei due attraversamenti idraulici.

#### 9.12.1.7 OPERE A VERDE

Lateralmente alla nuova piattaforma individuata (avente calibro 3,00 m) è previsto lo scavo della fondazione in misto granulare stabilizzato esistente e la posa di terreno vegetale per la risagomatura delle scarpate. La rinaturalizzazione avverrà attraverso l'inerbimento mediante idrosemina, la messa a dimora di macchia arbustiva (arbusteto pioniere) e filari di ginestre.

Si rimanda agli elaborati di dettaglio (AEM SUA 1201 – 1202).

#### 9.12.2 PERCORSO PEDONALE P2 E RINATURALIZZAZIONI (VS8)

L'intervento consiste nella dismissione e successiva trasformazione della viabilità di cantiere VS8B, fino al ponte Bailey esistente da rimuovere (vedasi elaborati specifici di dettaglio), in un percorso pedonale di sviluppo complessivo pari a 280m.

Dal ponte Bailey esistente, fino al termine della tratta VS8B, così come per la viabilità VS8A, l'intervento consiste nella dismissione della strada di cantiere e successiva rinaturalizzazione. Lungo l'itinerario VS8A l'intervento prevede la demolizione del guado esistente (si vedano elaborati specifici di dettaglio).

La viabilità oggetto di trasformazione ricade nel territorio della Regione Emilia Romagna, precisamente nel comune di Castiglione dei Pepoli.

La rete infrastrutturale esistente, caratterizzata da una maglia irregolare, è fortemente vincolata dalle caratteristiche geomorfologiche.

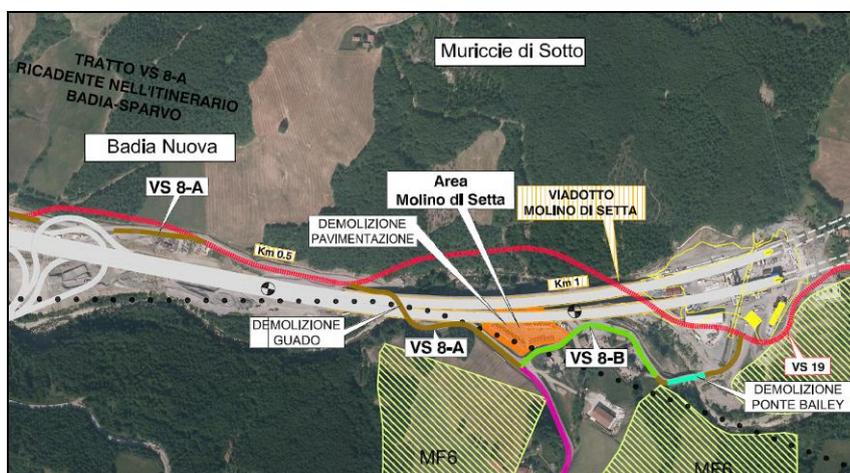


Figura 108 – Inquadramento

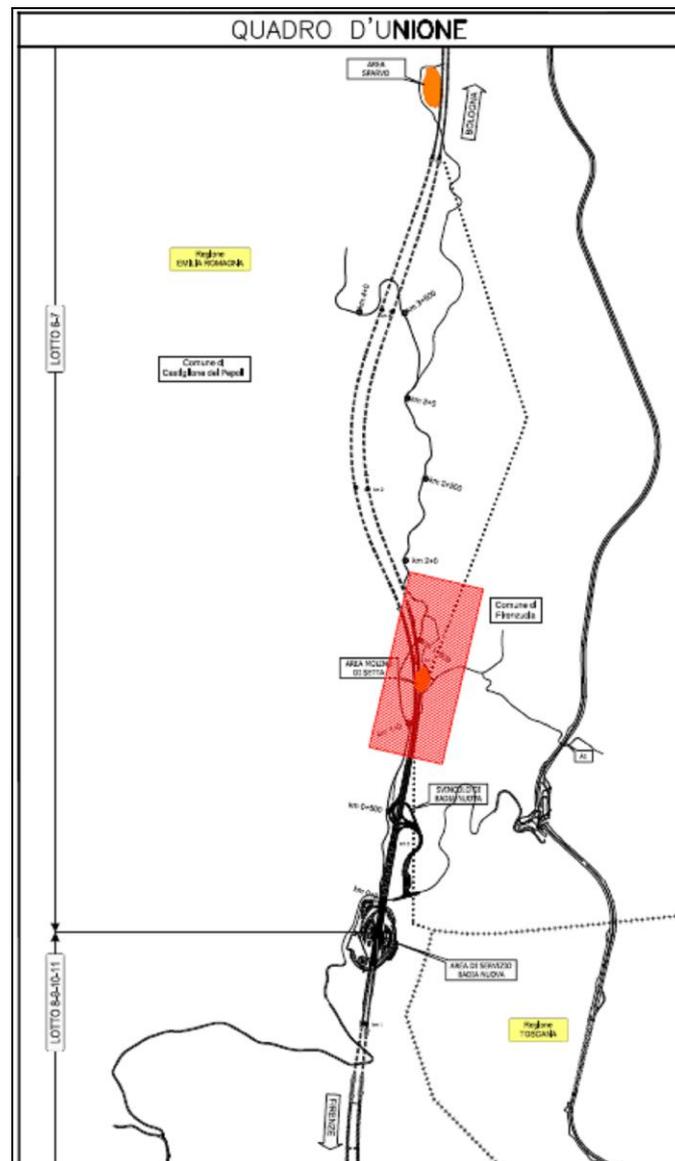


Figura 109 – Itinerario di progetto

### L'infrastruttura in progetto

L'intervento prevede la demolizione degli strati superficiali della pavimentazione sino a quota fondazione, realizzata in misto granulare stabilizzato, e tracciamento del percorso pedonale, avente calibro 3,00m, interno al sedime della viabilità esistente.

Lateralmente alla nuova piattaforma individuata è previsto lo scavo della fondazione in misto granulare stabilizzato esistente e la posa di terreno vegetale per la risagomatura delle scarpate.

Le viabilità di cantiere esistenti presentano sezione in rilevato o a mezza costa.

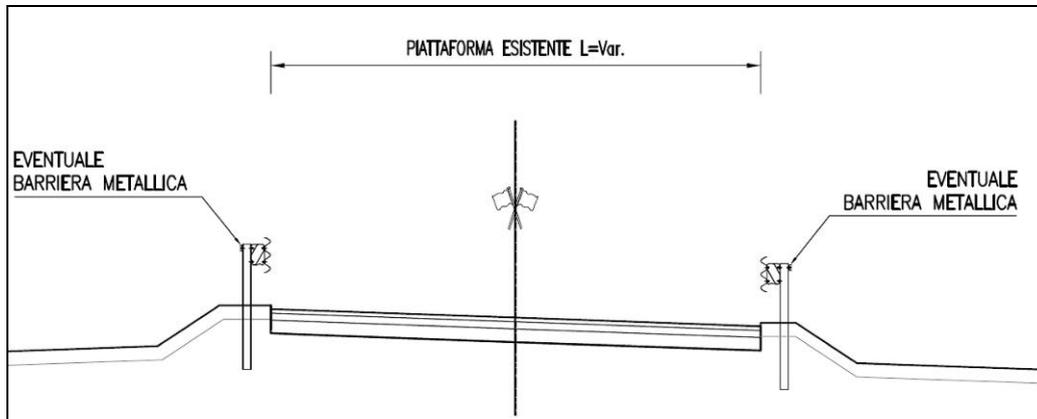


Figura 110 - Sezione esistente in rilevato

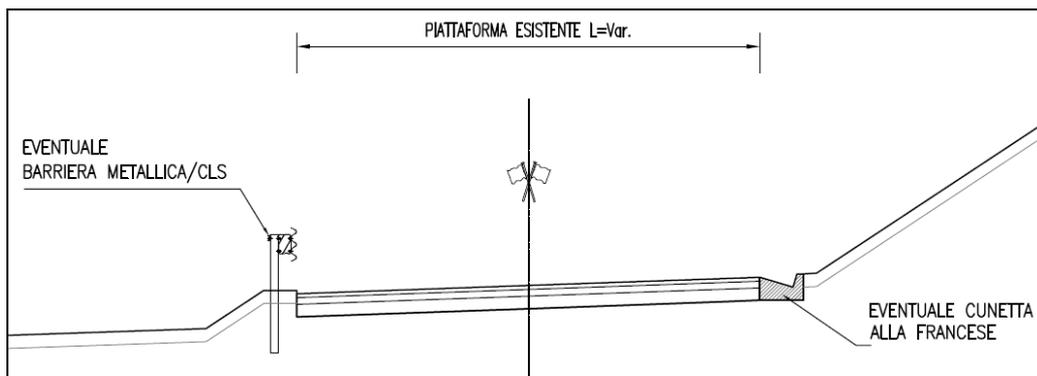


Figura 111 - Sezione esistente a mezza costa

L'intervento sulla pavimentazione esistente consiste nella demolizione degli strati di usura, binder e base per uno spessore complessivo di 16cm per tutto lo sviluppo dell'itinerario di progetto.

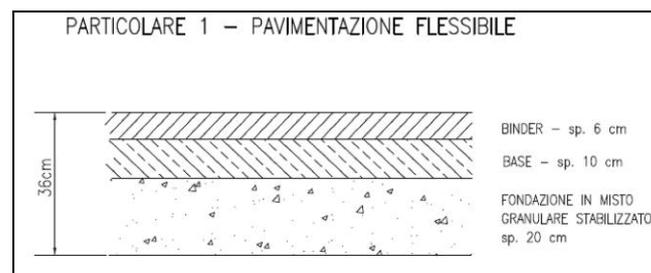


Figura 112 - Pacchetto pavimentazione flessibile esistente

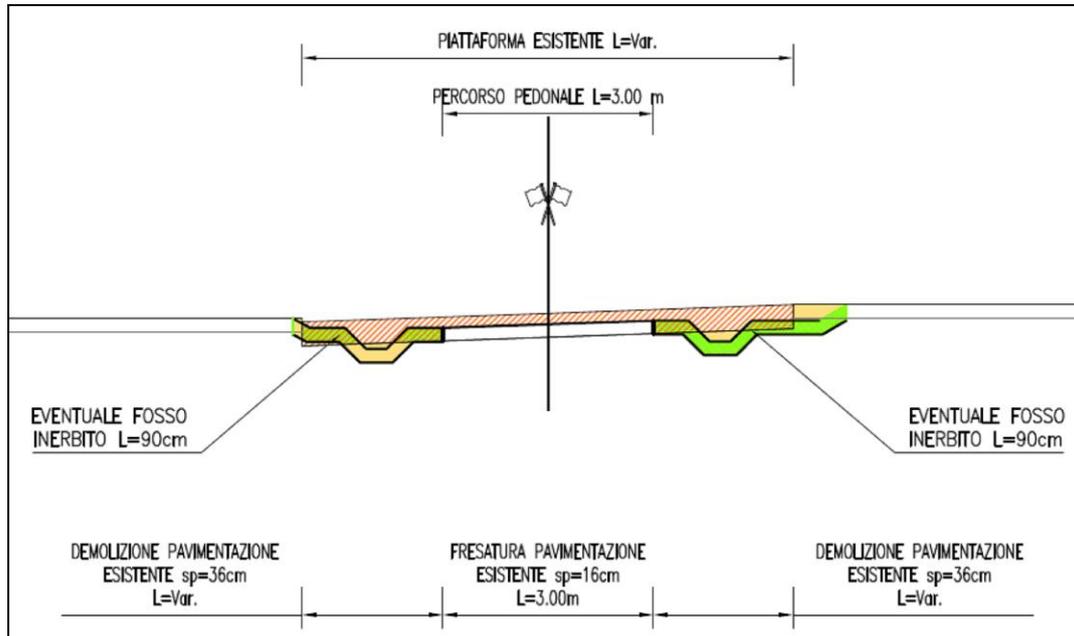


Figura 113 – Schema demolizione pacchetto di pavimentazione flessibile

Nel progetto è inoltre prevista l'installazione dei dispositivi di ritenuta laddove necessario.

#### Sezione percorso pedonale

La sezione del percorso pedonale è costituita da una piattaforma avente larghezza pari a 3,00m ricavata nella fondazione della viabilità di cantiere.

#### Pendenza trasversale

Le pendenze trasversali del percorso pedonale non vengono modificate rispetto a quanto oggi esistente sulla viabilità di cantiere.

#### Caratteristiche planimetriche

Il tracciato planimetrico è caratterizzato da rettili e curve circolari che seguono, rimanendo all'interno del sedime esistente, la piattaforma stradale di stato di fatto.

#### Caratteristiche altimetriche

Altimetricamente il tracciato ha andamento analogo a quanto oggi presente, ribassato rispetto allo stato di fatto dello spessore della demolizione compiuta

#### 9.12.2.1 MARGINI ESTERNI E PAVIMENTAZIONI

I margini esterni vengono risagomati mediante posa di terreno vegetale di spessore pari a 20cm.

Lungo le tratte di intervento è previsto un pacchetto di pavimentazione ricavato dalla fondazione della viabilità esistente avente spessore di 20cm.

#### 9.12.2.2 BARRIERE DI SICUREZZA

Lungo l'itinerario di progetto è prevista la rimozione delle barriere di sicurezza metalliche e dei new jersey in cls presenti, e la loro sostituzione mediante barriere in legno laddove la nuova conformazione del tracciato lo impone.

#### 9.12.2.3 DEMOLIZIONE STRUTTURE PROVVISORIALI

Nell'ambito del recupero ambientale delle opere di cantierizzazione, al fine di ripristinare le sezioni idrauliche del torrente Setta ed il naturale deflusso delle acque e garantire il ripristino delle condizioni ante operam, è prevista la demolizione del ponte Bailey in corrispondenza del tratto di viabilità VS8-B e del guado nel tratto VS8-A.

Gli interventi saranno così articolati:

Ponte Bailey in corrispondenza del tratto di viabilità VS8-B

- rimozione ponte in acciaio esistente;
- demolizione spalle esistenti;
- demolizione muro di sostegno esistente in terra rinforzata con paramento in gabbioni ed elementi terramesh system 5.0x2.0x1.0 in sinistra e destra orografica;
- realizzazione di nuova difesa spondale in massi ciclopici e riprofilatura scarpata (pendenza 7 su 4) in terra con inerbimento in destra orografica;
- in sinistra orografica mantenimento/ripristino della difesa spondale in massi ciclopici, raccordo con scogliera VS19 e riprofilatura scarpata (pendenza 7 su 4) posa del terreno vegetale con inerbimento.

#### Guado in corrispondenza del tratto di viabilità VS8-A

- rimozione della barriera di sicurezza e della soletta in lastre prefabbricate spessore 20cm;
- rimozione dei conci prefabbricati (7x6 dimensione 5,00x3,00x1,70);
- rimozione completa cls magro in alveo (spessore indicativo 20cm);
- rimozione misto granulare in corrispondenza del rccordo con le viabilità in destra e sinistra orografica;
- riprofilatura delle scarpate in destra e sinistra orografica (pendenza 7 su 4), posa del terreno vegetale per successiva rinaturalizzazione.

#### 9.12.2.4 OPERE IDRAULICHE

Nei tratti a mezza costa ma anche nei tratti in rilevato in funzione della situazione al contorno è stata prevista la realizzazione di fossi di guardia, lato monte, di dimensioni riportate nel seguito:

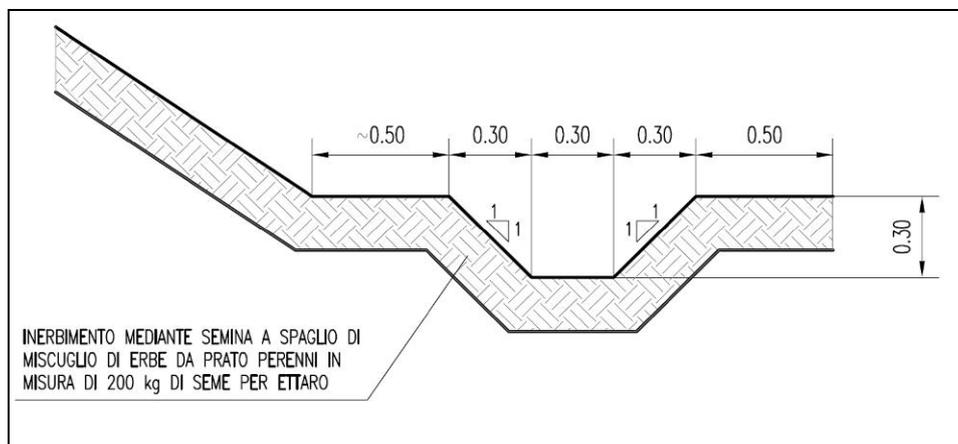


Figura 114 – Particolare fossa inerbita

#### 9.12.2.5 OPERE A VERDE

Lateralmente alla nuova piattaforma individuata (avente calibro 3,00m) è previsto lo scavo della fondazione in misto granulare stabilizzato esistente e la posa di terreno vegetale per la risagomatura delle scarpate. La rinaturalizzazione avverrà attraverso l'inerbimento mediante idrosemina, la messa a dimora di macchia di arbusti pionieri, filari di arbusti igrofilo e filari di ginestre.

Si rimanda agli elaborati di dettaglio (AEM SUA 1221 – 1222).

### 9.12.3 RIPRISTINO AREA DI CANTIERE CA' NOVA, MOLINO DI SETTA e SPARVO

In corrispondenza dei tratti VS8B e VS6S si trovano rispettivamente i campi base area Molino di Setta e area Sparvo. Nelle vicinanze della VS8, accessibile direttamente da via Campana, si trova il campo Ca' Nova.

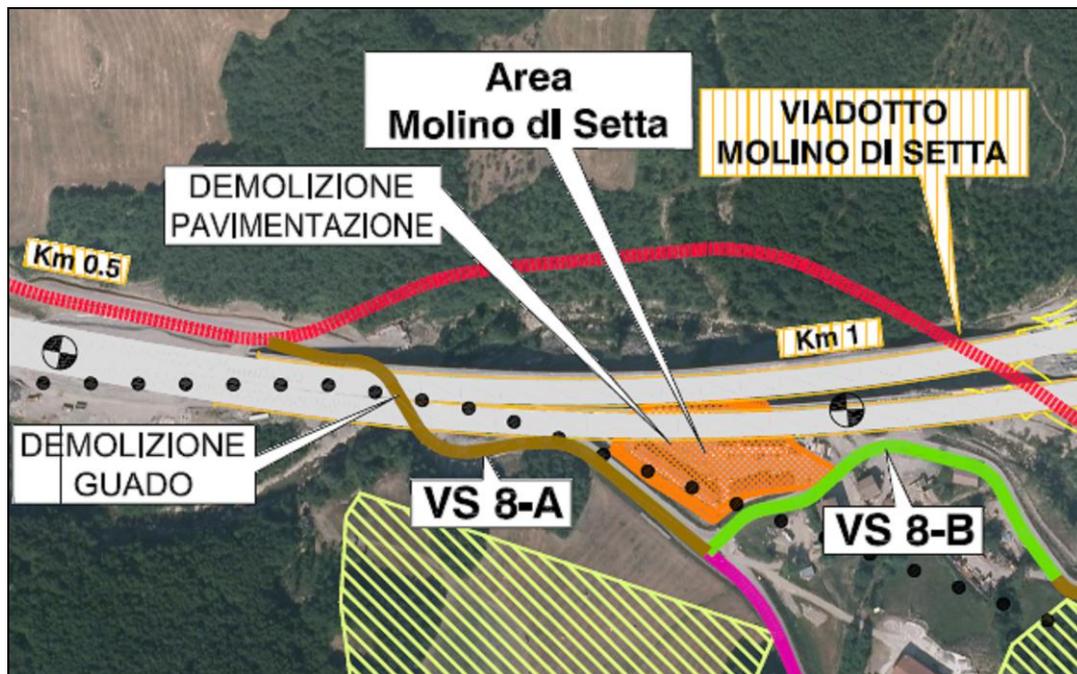


Figura 115 – Inquadramento campo base area Molino di Setta



Figura 116 - Inquadramento campo base area Ca' Nova

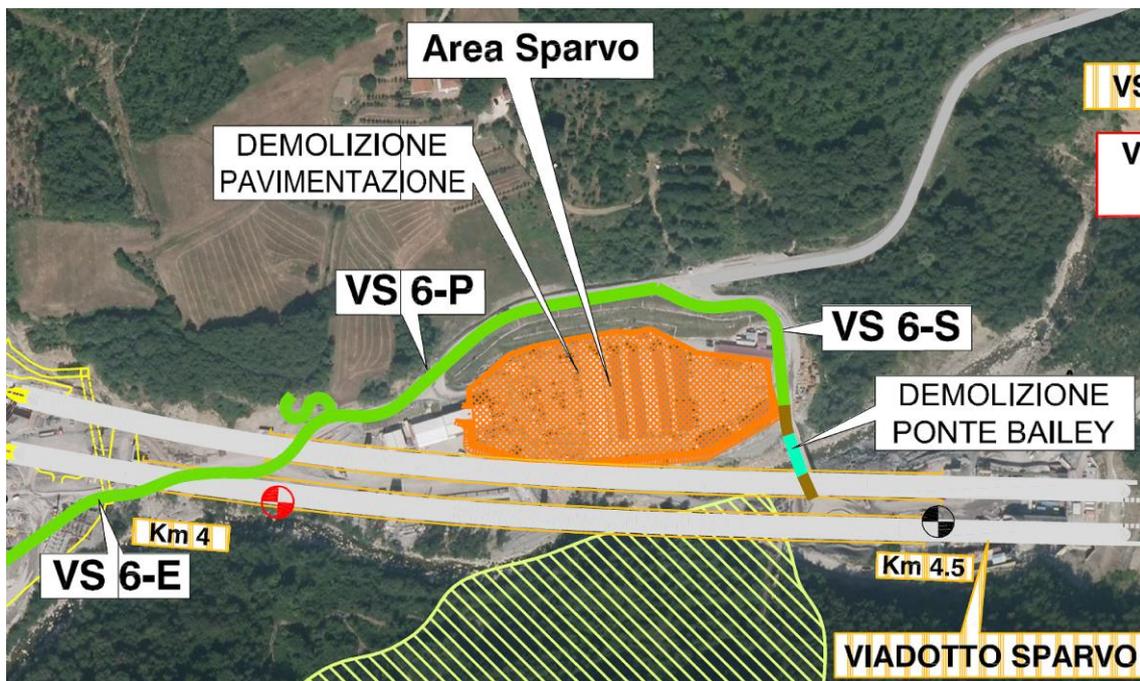


Figura 117 - Inquadramento campo base area di Sparvo

Il progetto prevede la dismissione dei tre campi. Il campo Molino di Setta e il campo Ca' Nova vengono ripristinati superficialmente a misto stabilizzato granulare.

Gli interventi di demolizione propedeutici al ripristino a misto stabilizzato dell'area, validi per entrambi i cantieri, riguardano:

- La demolizione degli strati superficiali usura, binder e base per uno spessore complessivo di 16cm per le pavimentazioni flessibili;
- La demolizione dello strato di usura superficiale e del massetto di cls per uno spessore complessivo di 22cm per le pavimentazioni in cls;
- La demolizione dei marciapiedi esistenti per uno spessore complessivo di 35cm;
- La demolizione di ogni tipo di opera in cls presente nell'area (fondamenta baracche, opere per la manutenzione dei mezzi, vasche, pozzetti e fossi rivestiti).

Per la definizione delle aree e degli spessori di demolizione dei campi base, così come per le aree e gli spessori di ripristino a misto granulare, si rimanda alle tavole specifiche.

Nell'area del cantiere Sparvo si prevede un rimodellamento realizzato con il terreno proveniente dagli scavi. L'intervento è volto a ricostruire un andamento del terreno degradante verso le sponde del Torrente Setta, con pendenze del pendio molto basse e terrazzamenti di larghezza pari a circa 10 m, in modo da garantire una adeguata stabilità dell'area. Al piede è prevista la realizzazione un dente di materiale con caratteristiche meccaniche adeguate a garantire stabilità al tratto di intervento, affondato nel terreno.

Lo strato superficiale verrà realizzato con terreno vegetale (Sp.20 cm) e rivendito con un trattamento di idrosemina con miscela di semi scelti, tali da garantire una buona copertura con piante erbacee, essenze arboree e arbustive.

La superficie interessata dall'intervento è pari a 18.450 mq, nella quale verranno allocati circa 116.000 mc di terra. L'intervento rimane al di fuori della fascia interessata dalla piena duecentennale del Setta.



al tratto interessato da un evento franoso. Il progetto prevede in questo ultimo tratto una regimazione superficiale delle acque. L'intervento non ha nessuna finalità di stabilizzare i fenomeni franosi verificatisi negli anni, ma ha il solo scopo di regolarizzare il deflusso superficiale.

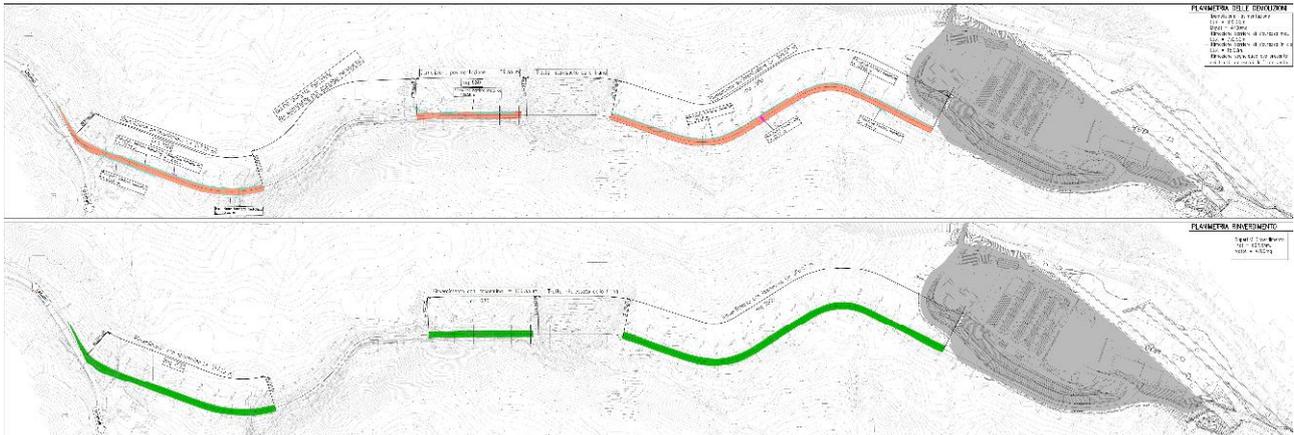


Figura 120 – Stralcio planimetrico demolizione e rinverimento VS6 Pista

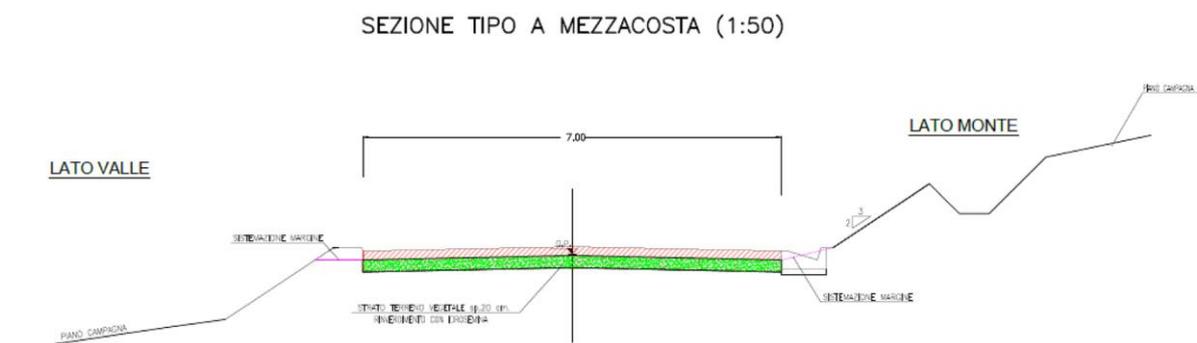


Figura 121 – Sezione tipo demolizione e rinverimento VS6 Pista

## 10. CANTIERIZZAZIONE

Il progetto esecutivo dei lotti 6/7 della Variante di Valico comprendeva anche la realizzazione delle opere di cantierizzazione funzionali alla realizzazione dei lavori autostradali (piazzi per campi e cantieri e viabilità di servizio), oltre all'adeguamento di alcune viabilità pre-esistenti che si era previsto di utilizzare come viabilità di accesso alle zone di cantiere.

Le opere di cantierizzazione afferenti ai lavori autostradali, ormai terminati, si sono rese oggi disponibili e risultano funzionali alla realizzazione delle opere in oggetto. Su alcune di queste aree ad oggi è presente un titolo di occupazione temporanea, altre sono già di proprietà ASPI.

Nell'ambito del progetto, viene quindi riproposta l'occupazione temporanea, al fine di ottenerne il prolungamento della validità per tutta la durata dell'appalto delle opere Prevam.

Al termine dei lavori le aree verranno saranno dismesse e restituite al territorio o cedute agli enti.

Nella seguente immagine sono rappresentate le opere realizzate nell'ambito dell'appalto dei lavori autostradali dei lotti 6/7 e utilizzate nel progetto delle opere Prevam.

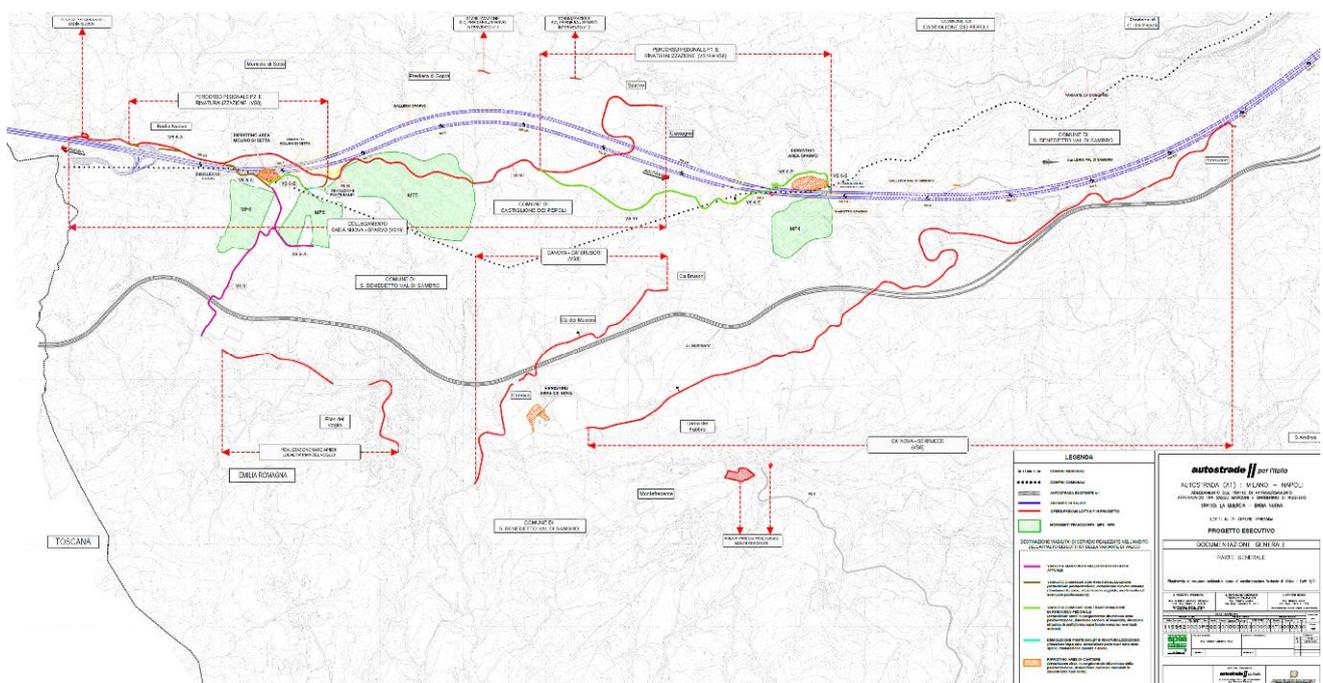
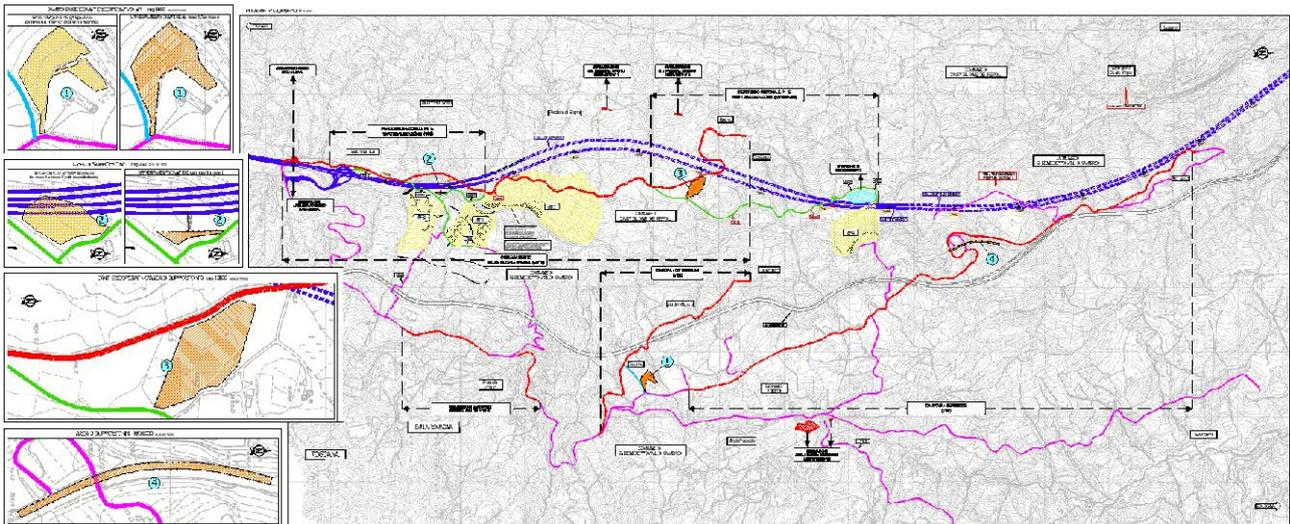


Figura 122 - Planimetria opere di cantierizzazione dei lotti 6/7 utilizzate per la realizzazione delle opere

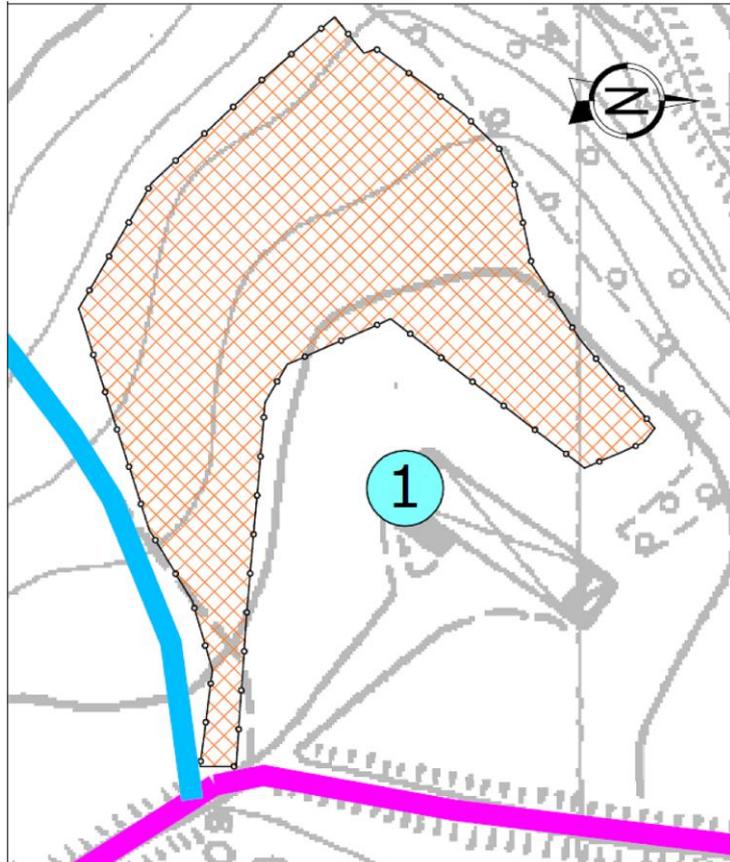
## 10.1 AREE DI CANTIERE

In funzione delle opere da realizzare sono state individuate, dopo un'attenta analisi del territorio, alcune aree, da adibire a campo base, a cantiere operativo, ad area di supporto.



*Figura 123 - Planimetria con ubicazione delle aree di cantiere*

La prima area, di superficie pari a circa 8.400 mq, è situata in corrispondenza del 'Campo Ca'Nova' (realizzato nell'ambito dei lotti 6/7 della Variante di Valico) nelle vicinanze della VS8 ed è accessibile direttamente da via Campana.



*Figura 124 - Aree di cantiere n. 1*

La seconda area, di superficie pari a circa 950 mq, è situata in corrispondenza del 'Cantiere Molino di Setta' (realizzato nell'ambito dei lotti 6/7 della Variante di Valico) situato in corrispondenza del Viadotto Molino di Setta, in prossimità del Collegamento Badia-Sparvo ed accessibile mediante le viabilità VS8-A e VS8-B.



Figura 125 - Aree di cantiere n. 2

La terza area, di superficie pari a circa 13.100 mq, è situata in corrispondenza dell'ultimo tratto della VS19, ed accessibile mediante le viabilità VS19 stessa.

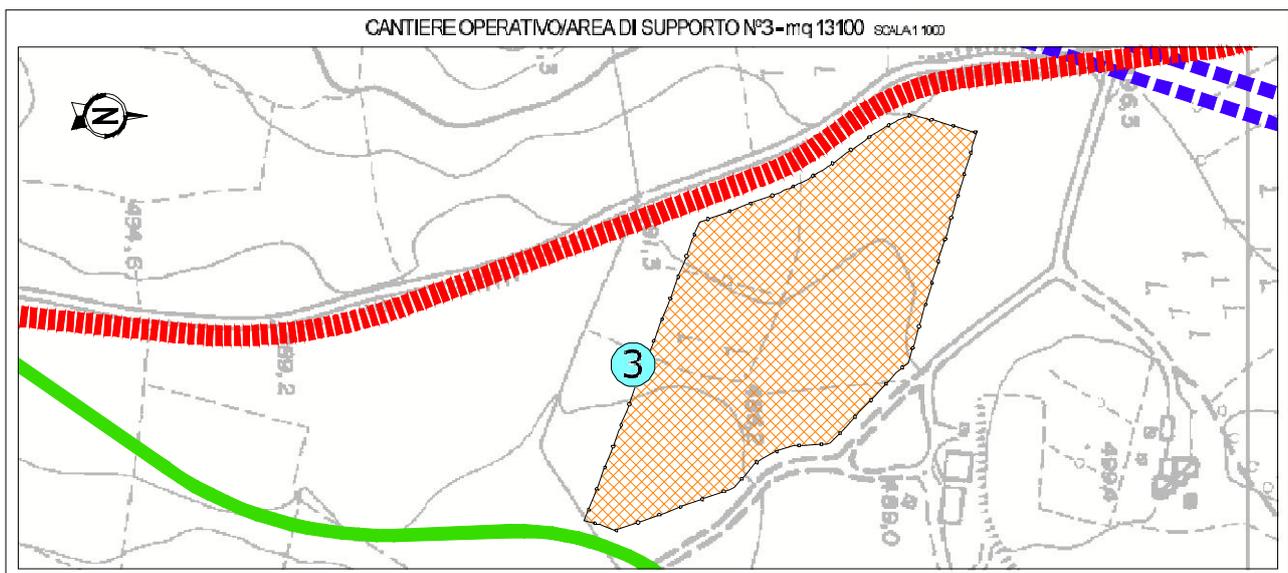


Figura 126 - Area di cantiere n. 3

L'ultima area, di superficie pari a circa 4.500 mq, è situata su una porzione della carreggiata dell'autostrada A1 dismessa all'altezza del movimento franoso MF4 ed accessibile direttamente dalla viabilità locale.

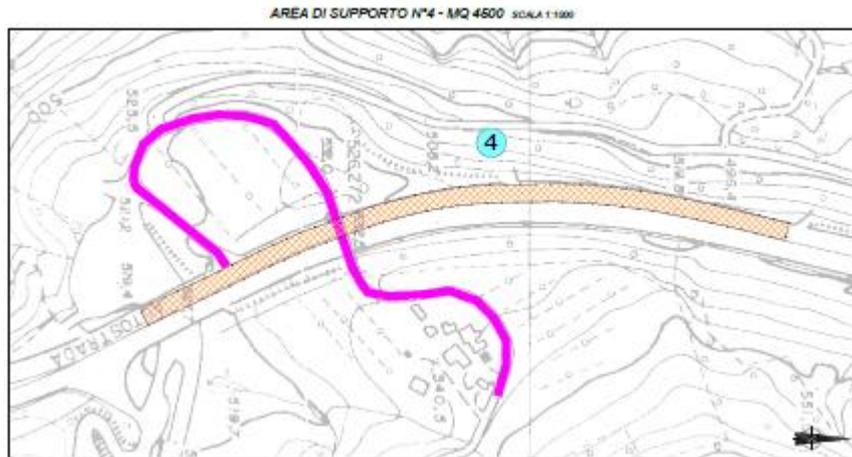


Figura 127 - Area di cantiere n. 4

Si rimanda all'elaborato specialistico CAP-0201 per l'individuazione delle suddette viabilità e di tutti i percorsi di accesso alle aree oggetto di lavorazione.

## 10.2 DURATA DEI LAVORI

I tempi totali di realizzazione degli interventi sono stati stimati in 30 mesi.

## 11. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO E DEI RIFIUTI

La gestione delle terre e rocce da scavo prodotte nell'ambito di attività di cantiere prevista nel Progetto Definitivo sottoposto a Conferenza dei Servizi (datato Novembre 2015) era basata sulla base sull'inquadramento a rifiuto dei materiali escavati derivanti dai lavori di costruzione, con la loro rimozione e smaltimento a discarica.

Di conseguenza era previsto l'approvvigionamento da cava per i materiali per la realizzazione e stabilizzazione dei rilevati e degli interventi previsti in progetto.

La gestione dei materiali di scavo avveniva pertanto con riferimento alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e le attività di smaltimento in discarica dei materiali di risulta, o di un loro recupero, avrebbero seguito la normativa di individuazione e classificazione dei rifiuti ed i criteri di gestione e trasporto in discarica.

A seguito dell'emanazione del DPR 120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo" nel giugno 2017 si è provveduto a riverificare l'inquadramento normativo delle attività di scavo previste in progetto e si è pervenuto pertanto a definire una soluzione progettuale basata sulle disposizioni del DLgs 152/2006 e s.m.i. (in particolare dell'art.184-bis – Sottoprodotto) e del DPR 120/2017 che permettono la gestione e il riutilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti.

L'art. 184-bis del DLgs 152/2006 definisce la fattispecie di "sottoprodotto", distinguendola da quella di "rifiuto", specificando che le condizioni che devono essere soddisfatte perché ciò si realizzi:

- a) *la sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto;*
- b) *è certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;*
- c) *la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;*
- d) *l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.*

Il "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo" (DPR 120/2017), definisce ulteriormente e operativamente la disciplina della gestione delle terre e rocce da scavo.

Nel presente progetto si prevede pertanto il riutilizzo delle terre scavate quali sottoprodotti ai sensi delle norme sopra citate, la cui gestione è stata pertanto sviluppata in riferimento ai criteri dettati dal DPR 120/2017 con particolare riferimento all'art. 22 (Cantieri di grandi dimensioni non sottoposti a VIA e AIA). Infatti il presente progetto:

- prevede uno scavo totale di circa 337.300 mc, superiore alla soglia che definisce i cantieri di piccole dimensioni (6.000 mc);
- il progetto non è sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale in quanto già sottoposto a Procedura di VIA ai sensi del quinto comma dell'articolo 6 della legge 8 luglio 1986 n.349, espresso con Delibera del Consiglio dei Ministri dell'agosto 2001.

L'art. 22 del DPR 120/2017 prevede che rispetto dei requisiti richiesti per la classificazione come sottoprodotto sia attestata dal produttore tramite una dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà (secondo le procedure e modalità indicate negli artt. 20 e 21 del medesimo decreto) da trasmettersi almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo.

Ai fini di una corretta elaborazioni tecnico-economica del progetto e di un'adeguata valutazione dell'iniziativa sotto il profilo dell'impatto ambientale nel seguito si anticipano i contenuti della dichiarazione che dovrà essere svolta dall'impresa esecutrice dei lavori in qualità di produttore. Nei paragrafi seguenti sono quindi riportati:

- le modalità e gli esiti della caratterizzazione ambientale dei terreni di scavo e dei siti di destinazione eseguita nell'ambito dello sviluppo della progettazione;
- le quantità di terre e rocce da scavo previste in progetto con la specificazione delle quantità destinate all'utilizzo come sottoprodotti;
- la descrizione operativa del sito di deposito intermedio.

### **11.1 CARATTERIZZAZIONE E CLASSIFICAZIONE**

Durante la fase cognitiva di progetto, sono state eseguite in sito indagini ambientali per la caratterizzazione ambientale dei terreni, interessati dagli scavi. Lo scopo della campagna ambientale è stato quello di verificare i requisiti pertinenti la protezione dell'ambiente e di non portare ad eventuali impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana. Inoltre, con l'esecuzione in sito di prelievi ambientali, si è potuto rispondere ad una prescrizione legislativa, rilevando la non contaminazione del sito.

I campioni ambientali sono stati prelevati in quantità commisurata al volume di terreno complessivo, all'estensione dell'area interessata dagli scavi ed all'omogeneità litologica del sito. In particolare, sono stati prelevati complessivamente n° 12 campioni da 6 sondaggi. Ciascun campione è formato da incrementi prelevati da intervalli a profondità diverse. In sintesi i prelievi sono considerati rappresentativi della zona d'intervento e sono così suddivisi:

<b>Opere accessorie, Lotti 6-7</b>		
Punto di indagine	Denominazione campione	Profondità
		m da p.c.
VS8-CS1	CA1	0-5;
	CA2	5-10;
VS8-CS2	CA1	0-5;
	CA2	5-10;
VS8-CS9	CA1	0-5;
	CA2	5-10;
VS19-1	CA1	1-2;
	CA2	2-5;
VS19-7	CA1	0-5;
	CA2	5-10;
VS19-10	CA1	0-5;
	CA2	5-10;

Le aliquote prelevate sono stati sottoposte ad analisi di laboratorio chimico per la caratterizzazione e la verifica dei requisiti di idoneità ambientale ai sensi del D.Lgs 152/2006 s.m.i., secondo il seguente set analitico:

- Composti inorganici: Arsenico (As); Cadmio (Cd); Cobalto (Co); Cromo (Cr) totale; Cromo (Cr) VI; Mercurio (Hg); Nichel (Ni); Piombo (Pb); Rame (Cu); Vanadio (V); Zinco (Zn);
- Idrocarburi pesanti (C>12) e leggeri (C<12);
- Composti aromatici ed Idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

- Amianto.

Il terreno è stato prima privato della sua frazione di particelle o materiale con diametro maggiore di 2 cm e, successivamente, le determinazioni analitiche in laboratorio sono state condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. Le concentrazioni dei parametri analizzati sono state poi determinate riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro seguendo il D.Lgs. 152/2006 (Parte Quarta, Titolo V, Allegato 2).

Le analisi di laboratorio sui campioni sono state effettuate secondo metodiche standardizzate o riconosciute valide a livello nazionale, comunitario o internazionale, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite. Allo scopo si è pertanto previsto il ricorso a laboratori di analisi certificati ai sensi della normativa vigente in modo conforme a quanto richiesto dalla UNI CEN EN ISO 17025 (con accreditamento ACCREDIA).

#### **11.1.1 Sintesi degli esiti analitici di laboratorio**

Per quanto riguarda l'analisi dei risultati della caratterizzazione ambientale ed il confronto con i limiti di contaminazione previsti dalla normativa, in relazione alla destinazione d'uso, i valori di Concentrazione Soglia di Contaminazione di riferimento (CSC) per le varie sostanze inquinanti possono essere assunti quelli della colonna B della Tabella 1 dell'Allegato 5 della Parte IV al Titolo V del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

Sulla base degli esiti sia delle analisi ai sensi del D.Lgs 152/2006 la caratterizzazione ambientale eseguita ha permesso di confermare che il terreno interessato dalle operazioni di scavo risulta avere concentrazioni chimiche in rispetto dei limiti normativi succitati. Allo stesso tempo, si è comprovata anche la non contaminazione del sito di scavo con l'idoneità dei materiali e la compatibilità rispetto alle caratteristiche d'uso del sito di destinazione. In tal senso i dati analitici di laboratorio hanno evidenziato in generale valori di concentrazione inferiori alle CSC indicate in colonna A, tranne 3 casi su 12 ove sono risultati dei superamenti in idrocarburi pesanti, ma comunque ampiamente entro i limiti di colonna B (VS8-CS1,CA1; VS19-1,CA1 e VS19-2,CA1).

#### **1.1 CAMPIONAMENTO ED ANALISI IN CORSO D'OPERA**

Il Regolamento stabilisce che la caratterizzazione ambientale può essere eseguita in corso d'opera nel caso di comprovata impossibilità di eseguire un'indagine ambientale propedeutica in fase di progettazione o qualora si faccia ricorso a metodologie di scavo in grado di determinare una potenziale contaminazione dei materiali da scavo.

Secondo l'allegato 1 del Regolamento, qualora si ravvisi, già in fase progettuale, la necessità di effettuare una caratterizzazione ambientale in corso d'opera, le modalità di esecuzione della stessa a cura dell'esecutore, dovranno essere rispettose di quanto indicato in Allegato 9 parte A.

L'attività di caratterizzazione in corso d'opera è effettuata dall'esecutore sotto la propria responsabilità, in base a quanto previsto dall'art. 21 del DPR 120/2017.

A tal fine, in conformità all'Allegato 9 parte A del Regolamento, vengono definiti nel presente documento i criteri generali di esecuzione della caratterizzazione ambientale in corso d'opera. La caratterizzazione durante l'esecuzione dell'opera potrà essere condotta, in base alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, in una delle modalità indicate all'Allegato 9 parte A:

- su cumuli all'interno delle opportune aree di cantierizzazione;
- direttamente sull'area di scavo e/o sul fronte di avanzamento;
- nell'intera area di intervento.

I criteri generali alla base dell'esecuzione della caratterizzazione ambientale in corso d'opera sono:

- 1) l'Impresa esecutrice ha l'obbligo di effettuare per le opere all'aperto la caratterizzazione dei materiali da scavo relativi ai punti risultati inaccessibili in fase progettuale, nel caso specifico le aree di cantiere (si veda il paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**);
- 2) l'Impresa esecutrice ha la facoltà di ricaratterizzare i materiali relativi agli scavi all'aperto.

Relativamente ai punti soprariportati, si precisa che:

- a) per caratterizzazione si intende la caratterizzazione ambientale di cui agli allegati 1, 2 e 4 del Regolamento, svolta per attestare la sussistenza dei requisiti di compatibilità ambientale, ove non è stato possibile indagare in fase propedeutica o per quei materiali la cui caratterizzazione necessita di un maggiore approfondimento esplicabile solo in fase realizzativa;
- b) per ricaratterizzazione si intende la verifica della permanenza dei requisiti di qualità ambientale a seguito dell'esecuzione di attività di scavo, da svolgere in fase di corso d'opera secondo gli allegati 4 e 9 parte A).

Per quanto riguarda il caso in esame la caratterizzazione in corso d'opera riguarda l'approfondimento di quanto svolto in fase progettuale in modo da garantire sia l'idoneità del materiale scavato in relazione ai requisiti normativi sia la compatibilità con i siti di destinazione.

Nel caso specifico la caratterizzazione in corso d'opera avverrà su cumuli all'interno di idonee aree di caratterizzazione individuate presso le aree di cantiere.

Inoltre andranno caratterizzate le stesse aree di cantiere per le quali è previsto il riutilizzo dei materiali scavati al termine dei lavori.

È stato pertanto stimato il quantitativo di campioni da analizzare (55) e il corrispettivo importo economico.

Il numero minimo di punti di indagine da eseguire per ciascun cantiere deriva dall'applicazione dei criteri indicati in tabella 2.1 dell'allegato 2 del DPR 120/2017:

- CO01 (8.550 mq): 6 punti di campionamento
- CO02 (3.600 mq): 4 punti di campionamento
- CO03 (4.000 mq): 5 punti di campionamento
- CB01 (10.150 mq): 9 punti di campionamento

### **11.2 CARATTERIZZAZIONE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA O FINALE**

In relazione a quanto indicato all'art. 9 comma 7 e all'art. 28 del Regolamento, è fatta salva la possibilità da parte dell'Autorità di controllo di eseguire controlli ed ispezioni in contraddittorio direttamente sull'area di destinazione, sia a completamento che durante la posa in opera del materiale, utilizzando gli stessi criteri adottati per la caratterizzazione in corso d'opera.

### **11.3 BILANCIO DELLE TERRE**

Come precedentemente indicato l'impostazione generale si basa sull'ipotesi di riutilizzo dei materiali di scavo derivanti dai lavori di costruzione del progetto, previo deposito temporaneo.

Per la realizzazione dell'intervento in progetto è stata effettuata la stima dei materiali provenienti dalle attività di scavo e la stima dei fabbisogni di materiali per la realizzazione dei rilevati e degli ulteriori elementi che compongono il progetto (riempimenti, reinterri).

Le lavorazioni connesse alla realizzazione delle opere in progetto prevedono l'esecuzione di scavi all'aperto dalle aree di intervento e presso le aree e le viabilità di cantiere.

I dati di sintesi riportati nel seguito sono riferiti al computo estimativo di progetto (CCP0010), al quale si rimanda per maggiori dettagli e al quale fanno riferimento le codifiche identificative utilizzate nel seguito.

I volumi complessivi delle terre da movimentare nella fase costruttiva del progetto in oggetto sono i seguenti (crf Tabella 11-1):

- produzione terre 337.289 mc;
- fabbisogno terre 362.051mc;

Il quadro risultante è il seguente:

*Tabella 11-1: riepilogo bilancio terre, corpo autostradale e cantieri.*

RIEPILOGO MOVIMENTI TERRE (m3)	CORPO STRADALE	VEGETALE	CANTIERI	TOTALE
<b>PRODUZIONI TOTALI (T.1a, T.1c, T.1d, T.1e, cantieri)</b>	301.008	21.696	14.585	337.289
<b>FABBISOGNI TOTALI (T.2a, T.2b, T.2c, T.2d, T.2e, T.7, cantieri)</b>	317.624	29.930	14.497	362.051
<i>- di cui A1/A3, alleggerito, anticapillare (T.3a, T.3b)</i>	66.471		641	67.112
<b>RIUTILIZZI TOTALI (T.5b, T.6a, T.7, T.2c, T.7 T.8)</b>	186.980	17.357	13.856	218.192
<i>- di cui per sistemazioni alveo al di fuori dei siti di intervent (T.7)</i>	28.072			28.072
<b>FONTI ESTERNE TOTALI (T.3a, T.3b, T.5a, T.6c, T.10)</b>	130.645	12.573	641	143.859
<b>DESTINAZIONI DISCARICA/IMPIANTO TERRE TOTALI (T.12)</b>	114.028	4.339	729	119.096

Dall'esame della tabella sopra riportata, si evince che il fabbisogno complessivo di terre necessarie per la realizzazione dell'intervento è stimato in 362.051 mc circa, incluse quelle per la realizzazione e il ripristino delle aree di cantiere.

Quota parte del fabbisogno per i nuovi rilevati, i reinterri e i riempimenti di progetto verrà soddisfatta con il riutilizzo di terre scavate presso i siti d'intervento.

Si specifica che non è previsto il riutilizzo dei materiali derivanti da perforazioni.

Per le aree di cantiere è previsto il riutilizzo dei materiali asportati all'inizio dei lavori, che dovranno essere depositati fino al termine dei lavori presso le aree di deposito previste nelle aree di cantiere di progetto.

Per gli scavi di scotico ove possibile saranno utilizzati mezzi dotati di lame e/o benna che a più passaggi asportano gli strati di materiale accantonandolo ai lati del sedime di intervento.

Lo scotico superficiale (materiale "vegetale") viene riutilizzato nei ricoprimenti finali e la quota parte non disponibile, considerando anche 4.339 mc non idonei al riutilizzo, verrà reperita sul mercato (circa 12.573 mc).

Considerando quindi i materiali non recuperabili (scavi da perforazioni per 2.200 mc, articolo T.1d) è possibile un riutilizzo come sottoprodotto ai sensi del DPR 120/2017 di 218.900 mc derivanti dagli scavi.

In tale volume sono inclusi i materiali per l'esecuzione di reinterri in alveo previsti in progetto come concordato con l'ex Servizio Tecnico di Bacino del Fiume Reno e per l'esecuzione di ulteriori distribuzioni di materiale nell'alveo del fiume Setta in ambiti territoriali che verranno indicati al momento dell'esecuzione dei lavori da parte dell'ex Servizio Tecnico di Bacino del Fiume Reno. Tali siti di spargimento saranno collocati in linea di massima a valle del sito di intervento e a una distanza indicativa di 10-15 km dallo stesso.

Per soddisfare il fabbisogno complessivo si prevede la fornitura da cava per un totale di 143.859 mc, di cui 67.112 mc costituiti da materiali con caratteristiche adeguate per fungere da anticapillare/materiale alleggerito, 64.174 mc di terre, 12.573 mc di vegetale.

Le terre non riutilizzabili risultano pari complessivamente a 119.096 mc (di cui 4339 mc di vegetale) per le quali è previsto lo smaltimento come rifiuto come indicato nei paragrafi seguenti. Al momento dell'esecuzione dei lavori per tali materiali sarà valutata la possibilità di riutilizzo come sottoprodotto in caso di nuove situazioni che si dovessero determinare (necessità di materiali al di fuori dei siti di intervento, opere di altri enti, ecc...).

Si specifica che nel bilancio terre non sono stati considerati i materiali provenienti dalle demolizioni in c.a. delle opere e delle strutture attualmente presenti sul luogo di intervento che dovranno essere considerati rifiuto e gestiti come tali.

Si precisa, infine, che i dati riportati nelle precedenti tabelle si riferiscono ai volumi in banco, al netto del rigonfiamento che, considerate le caratteristiche dei materiali da scavare, potrà essere compreso tra il 10 e il 20%.

## **11.4 DEPOSITO DELLE TERRE**

In base a quanto illustrato nei paragrafi precedenti, la gestione delle terre e rocce da scavo richiede il deposito delle medesime in apposite aree, identificate nell'ambito del progetto di cantierizzazione come "siti di deposito in attesa di riutilizzo".

I siti di deposito ricadono nei cantieri n. 1, 2, 3 e 4 indicati negli specifici elaborati della cantierizzazione.

### **11.4.1 Aree di deposito in attesa di riutilizzo**

I materiali che verranno depositati nelle aree possono essere suddivisi genericamente nelle seguenti categorie:

- terreno sterile derivante da scavi all'aperto;
- eventuale terreno vegetale (corrispondente al primo strato di terreno, risultante dalle operazioni di scotico, generalmente 20 cm).

L'area di deposito verrà realizzata in modo da contenere al minimo gli impatti sulle matrici ambientali, con specifico riferimento alla tutela delle acque superficiali e sotterranee ed alla dispersione delle polveri, con eventuale e continua umidificazione della superficie del deposito del materiale.

All'interno dell'area il terreno viene stoccato in cumuli separati, distinti per natura e provenienza del materiale, con altezza massima derivante dall'angolo di riposo del materiale in condizioni sature, tenendo conto degli spazi necessari per operare in sicurezza durante le attività di deposito e prelievo del materiale.

In linea generale poi si possono distinguere i materiali già caratterizzati sulla base degli esiti della caratterizzazione ambientale:

- deposito di terreni già caratterizzati, per i quali siano state riscontrate concentrazioni di inquinanti inferiori ai limiti di colonna A;
- deposito di terreni già caratterizzati, per i quali siano state riscontrate concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di colonna A, ma inferiori ai limiti di colonna B.

La preparazione e disposizione dell'area di deposito richiede in breve le seguenti lavorazioni:

- lo scotico dell'eventuale terreno vegetale, che verrà accantonato nelle stesse aree di deposito eventualmente in dune lungo il perimetro di ciascuna area;
- la regolarizzazione e compattazione ed impermeabilizzazione del fondo;
- la creazione di un fosso di guardia per allontanare le acque di pioggia;
- la posa, ove ritenuto necessario, di una recinzione di delimitazione.

Nella fase costruttiva verranno messi in pratica alcuni accorgimenti, utili ad evitare potenziali contaminazioni:

- garanzia di funzionamento continuo del sistema di regimazione e convogliamento delle acque superficiali e dell'impianto di raccolta e gestione delle acque di dilavamento;
- dotazione di misure idonee a ridurre i disturbi ed i rischi causati dalla produzione di polveri e di materiali trasportati dal vento, con protezioni e delimitazioni perimetrali;
- adozione di misure identificative delle aree di deposito, con opportuna segnaletica utile ad evitare contatti con terre e rocce da scavo potenzialmente inquinate ed evitare possibili errori di direzione;

Il terreno vegetale sarà separato dalle altre tipologie di terre.

Va evidenziato che il sistema impiegato sarà di tipo "dinamico". Le terre da scavo derivanti da scavi e sterri verranno reimpiegate, con tempistica diversa in funzione dell'avanzamento dei lavori, per la realizzazione di rinterri, sottofondi o rilevati o per la sistemazione ambientale.

Farà generalmente eccezione il deposito del terreno vegetale. Questo avrà origine dalle operazioni di scotico svolte nella prima fase di attività e verrà reimpiegato nell'ambito dei ripristini, delle riambientalizzazioni e del rivestimento delle scarpate. Tipicamente quindi l'eventuale terreno vegetale verrà stoccato fin dalla fase iniziale dei lavori e riutilizzato solo nella fase finale dei lavori.

#### **11.4.2 Prescrizioni per il deposito del terreno vegetale**

La rimozione del terreno vegetale interessa non solo le aree di sedime dell'opera, ma anche tutte le aree interessate dalla cantierizzazione (ivi comprese le piste, le aree di cantiere propriamente dette e le stesse aree di deposito).

Le aree di deposito del terreno vegetale saranno disposte o in prossimità dello scavo stesso o in uno spazio dedicato comunque all'interno della stessa area di deposito temporaneo in attesa del successivo reimpiego per rilevati e rimodellamenti, sistemazioni di aree di imbocco o di cantiere.

Il deposito del terreno vegetale sarà organizzato e disposto al fine di garantire che le caratteristiche agronomiche e chimico-fisiche del terreno vegetale non risultino compromesse nel tempo (dune di altezza non superiori ai 2 metri consigliati dalla letteratura). I cumuli hanno, infatti, lo scopo di mantenere la struttura e la potenziale fertilità del suolo accantonato e dovranno inoltre essere protetti dall'insediamento di vegetazione infestante e dall'erosione idrica superficiale. Tutte le operazioni di movimentazione dovranno essere eseguite con mezzi e modalità tali da evitare eccessivi compattamenti del terreno. Il materiale sarà riutilizzato al completamento dell'opera per l'inerbimento delle scarpate e/o dei corpi presenti in aree. Per mantenere le caratteristiche pedologiche del terreno vegetale, i cumuli dovranno essere irrigati nei periodi di particolare e grave siccità.

### 11.5 PRODUZIONE DI RIFIUTI

Nell'ambito dell'esecuzione dei lavori verranno prodotti rifiuti a seguito dell'attività di gestione terre (quota parte non riutilizzabile degli scavi) e delle demolizioni di strutture esistenti.

La tabella seguente riporta le quantità stimate con le indicazioni della famiglia di classificazione dei rifiuti (tramite codice CER) di appartenenza. L'attribuzione precisa dei codici CER andrà svolta dall'Appaltatore in fase di esecuzione sulla base di quanto indicato nel paragrafo successivo.

*Tabella 11-2: riepilogo produzioni rifiuti da gestione terre e demolizioni*

<b>TIPOLOGIA</b>	<b>Quantità rifiuti (mc)</b>
TERRE NON RIUTILIZZABILI (17.05.00)	119.096
TOTALE MATERIALI DA DEMOLIZIONI DI C.A. (17.01.00)	4.145
TOTALE MATERIALI DA DEMOLIZIONI DI CONGLOMERATI BITUMINOSI (17.03.00)	11.539
TOTALE MATERIALI DA DEMOLIZIONI DI PAVIMENTAZIONI BIANCHE (17.01.00)	3.131

È inoltre prevista la produzione di 591.657 kg di rifiuti derivanti dalla demolizione di opere in acciaio (17.04.05).

### **11.5.1 Disposizioni generali per la gestione dei materiali da smaltire a discarica od ad impianti di recupero**

Le modalità di gestione dei rifiuti dovranno essere specificate dall'Appaltatore mediante uno specifico Piano di gestione dei rifiuti da predisporre come indicato nel Capitolato Ambientale (MAM0001).

Tutte i materiali da scavo, che non rispettano le condizioni per il riutilizzo come sottoprodotti in sito o in siti diversi da quello di scavo, saranno sottoposte alle disposizioni vigenti in materia di rifiuti riportate nella Parte IV "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinanti" del D.Lgs. 152/06. Inoltre i materiali derivanti da smantellamento di strutture preesistenti (ad es. opere in c.a., massicciate stradali, fresatura asfalti, ecc) dovrà essere identificato- quale rifiuto e quindi opportunamente gestiti.

L'articolo 184, al comma 3, lettera b), del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. come modificato dall'art. 11 del D. Lgs. 205/2010, classifica come "rifiuti speciali", i materiali da operazioni di demolizione e costruzione, e quelli derivanti dalle attività di scavo in cantiere per cui il produttore abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi o per cui l'analisi di caratterizzazione ambientale non abbia soddisfatto i requisiti di idoneità al riutilizzo.

L'Appaltatore dovrà individuare tutte le aree fisiche destinate alla corretta gestione dei rifiuti (contenitori per la raccolta e la differenziazione, aree ecologiche, aree di deposito temporaneo) in ciascun cantiere evidenziandole in appositi allegati planimetrici.

Nel Piano di Gestione dei Rifiuti dovrà essere data evidenza delle modalità di gestione, compreso l'eventuale deposito temporaneo, di tutti i rifiuti prodotti durante le lavorazioni previste per l'ampliamento autostradale, compresi i rifiuti da demolizione e costruzione e quelli provenienti dalla demolizione e dalla dismissione delle pavimentazioni stradali.

Il deposito temporaneo dei rifiuti deve essere effettuato per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle relative norme tecniche, nonché per i rifiuti pericolosi nel rispetto delle norme tecniche che regolano il deposito delle sostanze pericolose in esso contenute. I rifiuti possono essere avviati a:

- Smaltimento: presso impianto di stoccaggio autorizzato per il successivo conferimento in discarica per rifiuti inerti.
- Recupero: presso impianti, fissi o mobili, debitamente autorizzati.

Ai fini della corretta gestione del rifiuto prodotto, il produttore è tenuto a:

- 1) attribuire il CER corretto e la relativa gestione;

- 2) organizzare correttamente il deposito temporaneo dei rifiuti prodotti;
- 3) stabilire le modalità di trasporto e verificare l'iscrizione all'Albo del trasportatore (Albo Nazionale Gestori Ambientali);
- 4) definire le modalità di Recupero/Smaltimento e individuare l'impianto di destinazione finale, verificando l'autorizzazione del gestore dell'impianto presso cui il rifiuto verrà conferito;
- 5) tenere, ove necessario, la tracciabilità della gestione del rifiuto (ad es. SISTRI, registro di Carico/Scarico, Formulario di Identificazione dei Rifiuti, ecc).

Dovranno inoltre essere individuati gli eventuali intermediari e i trasportatori che verranno utilizzati per lo smaltimento rifiuti e fornita la documentazione attestante le autorizzazioni atte al trasporto delle tipologie di rifiuti individuate nel Piano Gestione Rifiuti.

## **12. SOMME A DISPOSIZIONE**

### **12.1 ESPROPRI**

Sulla base della classificazione, risultante dagli elaborati progettuali, ed inoltre, determinate le superfici complessive da espropriare, identificate le destinazioni dei beni immobili da espropriare, nonché le relative colture in atto, con sopralluoghi sui siti interessati, effettuate le indagini relative alla destinazioni urbanistiche e determinato il valore riferito alla specifica attribuzione di aree non edificabili, edificate ed edificabili, si è provveduto ad eseguire i conteggi economici delle indennità di esproprio secondo i criteri indicati sul DPR 327 del 8 giugno 2001 e s.m.i. – Testo Unico in materia di espropriazione per pubblica utilità, valutando anche gli aspetti fiscali e tributari ed in particolare:

- per i terreni edificabili o edificati in base agli articoli 37, 38 e 39 ed in base alla sentenza della Corte Costituzionale n. 348/2007;
- per i terreni non edificabili in base all'articolo 40, comma 1.
- per i terreni espropriati parzialmente anche in base all'art. 33;
- per l'occupazione temporanea preordinata all'espropriazione e non in base agli art. 49 e 50.

Le aree interessate da esproprio definitivo saranno, fin dall'acquisizione delle stesse, intestate al futuro Ente Gestore delle opere in progetto.

### **12.2 INTERFERENZE**

Sulle aree interessate dal progetto dell'intervento è stato condotto il censimento di tutte le reti tecnologiche. Tale censimento è stato sovrapposto alle planimetrie di progetto al fine di avviare la fase di contatto con gli Enti proprietari delle reti per concordare le soluzioni per la rimozione delle reti che risultassero interferenti con le opere in progetto.

### **12.3 BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI**

Sulle aree oggetto di intervento dovrà essere realizzata adeguata Bonifica da Ordigni Bellici. Sulle aree assoggettate ad esproprio dovrà essere eseguita la bonifica superficiale, mentre sulle aree interessate da scavo e da lavorazioni dovrà essere prevista la bonifica profonda.

## 12.4 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il PMA prevederà il monitoraggio per le componenti Assetto fisico del territorio e Vibrazioni nelle fasi di ante operam, corso d'opera e post operam come richiesto dall'Osservatorio Ambientale con nota tecnica dell'11.10.2016 (prot. U122/2016/GR/pt).

Le metodiche e la frequenza dei rilievi saranno quelle presenti nel PMA approvato dall'Osservatorio Ambientale ed in particolare per la componente vibrazioni verranno eseguite misure presso gli edifici prossimi alle attività di cantiere più disturbanti (attività di rullaggio per compattazione terreno, transito di mezzi pesanti lungo le viabilità di servizio, ecc.) e che potenzialmente possono presentare maggiori problematiche in funzioni delle caratteristiche costruttive.

Le metodiche di monitoraggio che verranno utilizzate saranno le seguenti:

Metodica V1 Misure di breve periodo finalizzate al disturbo;

Metodica V2 Misure di breve periodo finalizzate al danno.

Per la componente Assetto fisico del territorio, in corrispondenza dei movimenti franosi MF4, MF5 e MF6, è prevista l'installazione di inclinometri e piezometri (qualora la strumentazione esistente non sia più utilizzabile) e le relative letture nelle fasi di corso d'opera e post operam.

Monitoraggio Opere Prevam							
Componente	Codice	Metodica	Prezzo unitario	n. siti ipotizzati	n. rilievi/anno	durata (anni)	Corrispettivo
Vibrazioni	C1	Misure di breve periodo finalizzate al disturbo (V1)	€ 968.20	4	4	2	€ 30,982.40
	C3	Misure di breve periodo finalizzate al danno (V2)	€ 1,287.32	4	4	2	€ 41,194.24
Assetto fisico del territorio	da G1 a G20	Installazioni	€ 10,479.34	14	-	-	€ 146,710.76
	G30-G32-G35	Letture	€ 482.82	14	12	2	€ 81,113.76
<b>Totale</b>							<b>€ 300,001.16</b>

## 12.5 IMPERVISTI, ACCORDI BONARI, PROVE E SPESE GENERALI

Ai sensi del comma 3, punto b), art. 42 del DPR 207/2010 "REGOLAMENTO DI ESECUZIONE ED ATTUAZIONE DEL DECRETO LEGISLATIVO 12 APRILE 2006, N. 163, RECANTE «CODICE DEI CONTRATTI PUBBLICI RELATIVI A LAVORI, SERVIZI E FORNITURE IN ATTUAZIONE DELLE

DIRETTIVE 2004/17/CE E 2004/18/CE», il quadro economico deve prevedere l'accantonamento per "Imprevisti".

A tale titolo è quindi accantonata l'usuale percentuale del 5,0% sui Lavori a Base d'Asta al lordo degli Oneri per la Sicurezza.

Ai sensi del comma 1, art. 12 del DPR 207/2010 "REGOLAMENTO DI ESECUZIONE ED ATTUAZIONE DEL DECRETO LEGISLATIVO 12 APRILE 2006, N. 163, RECANTE «CODICE DEI CONTRATTI PUBBLICI RELATIVI A LAVORI, SERVIZI E FORNITURE IN ATTUAZIONE DELLE DIRETTIVE 2004/17/CE E 2004/18/CE», è obbligatoriamente inserito in ciascun programma di interventi un accantonamento modulabile annualmente pari ad almeno il tre per cento delle spese previste per l'attuazione degli interventi compresi nel programma, destinato alla eventuale copertura di oneri derivanti dall'applicazione degli articoli 239 e 240 del Codice, nonché ad eventuali incentivi per l'accelerazione dei lavori.

A tale titolo è quindi accantonata l'usuale percentuale del 3,0% sui Lavori a Base d'Asta al lordo degli Oneri per la Sicurezza.

Ai sensi del comma 7, art. 167 del DPR 207/2010 "REGOLAMENTO DI ESECUZIONE ED ATTUAZIONE DEL DECRETO LEGISLATIVO 12 APRILE 2006, N. 163, RECANTE «CODICE DEI CONTRATTI PUBBLICI RELATIVI A LAVORI, SERVIZI E FORNITURE IN ATTUAZIONE DELLE DIRETTIVE 2004/17/CE E 2004/18/CE», gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico.

Per l'esecuzione delle prove suddette è quindi accantonata l'usuale percentuale dello 1,0% sui Lavori a Base d'Asta al lordo degli Oneri per la Sicurezza.

Per compensare le spese generali del Proponente è accantonata l'usuale percentuale del 9,0% sui Lavori a Base d'Asta al lordo degli Oneri per la Sicurezza.

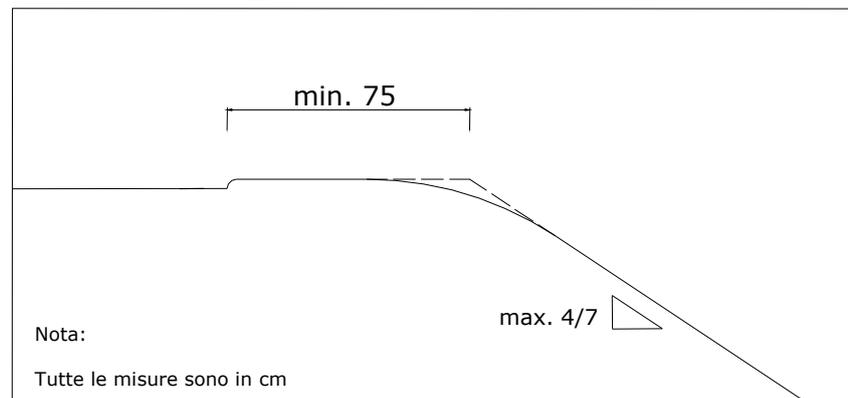


### 13. APPENDICE:

#### 13.1 BARRIERE DI SICUREZZA

##### 13.1.1 CALCOLO DELLA PROFONDITÀ DI INFIESSIONE DEI PALETTI DELLE BARRIERE BORDO LATERALE

Le dimensioni geometriche dell'arginello di progetto (larghezza pari a 75 cm, Figura 128) non sono considerate necessarie e sufficienti a ripristinare in opera le condizioni di installazione delle barriere adottate in occasione delle prove d'urto.



*Figura 128: Configurazione dell'arginello di progetto*

Di seguito è riportato il calcolo della profondità d'infiezione necessaria ad assicurare il corretto funzionamento della barriera nel caso di arginello di larghezza minima 75 cm.

Per lo sviluppo delle verifiche sono state condotte le seguenti attività preliminari:

- a) acquisizione delle caratteristiche geometriche e geotecniche dei rilevati (ad es. larghezza arginello, pendenza delle scarpate) nella tratta in esame;
- b) definizione della classe minima di contenimento necessaria lungo i tratti in esame in relazione alle prescrizioni normative (H1).

#### **Caratteristiche geotecniche dei terreni costituenti gli arginelli**

Per la caratterizzazione di natura geotecnica dei margini dei rilevati sono stati considerati i seguenti parametri a favore di sicurezza:

$$\gamma = 1900 \text{ kg/mc};$$

$$\phi = 30^\circ \text{ (pari all'angolo di naturale declivio della scarpata 4/7);}$$

c = 0.

Profondità massima della coltre vegetale che ricopre gli arginelli: 20 cm (considerando un dilavamento nel tempo dei primi 5 cm).

### **Caratteristiche delle barriere di riferimento**

Per la definizione delle caratteristiche delle barriere da adottare per le verifiche di installazione lungo il bordo laterale sono state esaminate le caratteristiche elencate di seguito delle barriere da bordo laterale di classe H1 installabili ai sensi della normativa vigente e presenti sul mercato<sup>3</sup>.

Per la barriera da bordo laterale di classe H1 sono state individuate le seguenti caratteristiche prestazionali (v. Figura 129):

- a. La distanza tra il fronte delle lame ed il retro del montante non deve essere maggiore di 50cm;
- b. La larghezza del montante (dimensione longitudinale alla strada) deve essere pari ad 8cm;
- c. L'infissione del montante deve essere minore o uguale ad 1.00m;
- d. Il baricentro della lama principale deve essere ad un'altezza dal piano viario non inferiore a 60cm;
- e. La deformazione dinamica durante la prova di crash test con mezzo pesante deve essere non maggiore di 1.20m.
- f. La deformazione dinamica durante la prova di crash test con veicolo leggero deve essere non maggiore di 0.75m.

---

<sup>3</sup> Sono state individuate caratteristiche comuni ad almeno 2 barriere in commercio.

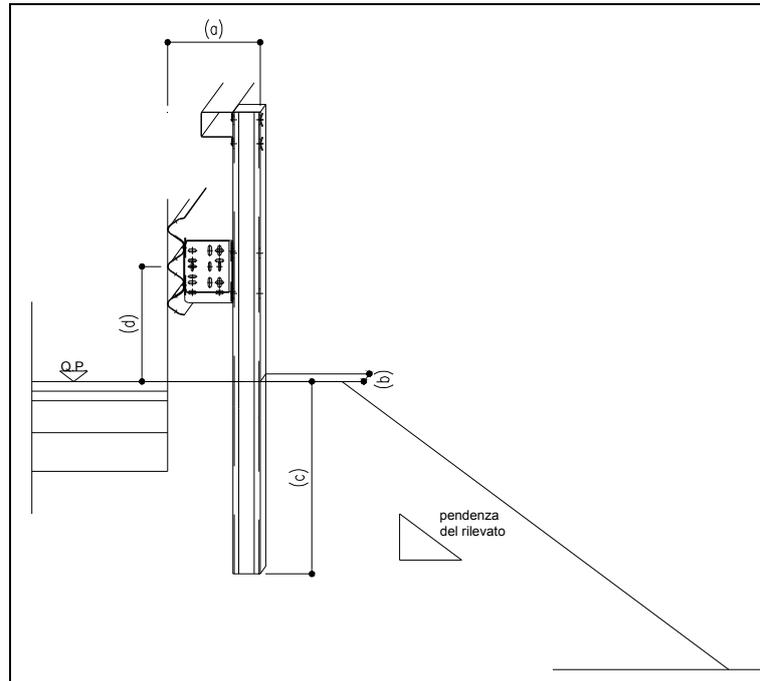


Figura 129: Configurazione geometrica della barriera da Bordo laterale

### Calcolo della profondità di infissione

Le prove di crash test delle barriere da bordo laterale sono generalmente eseguite su terreni pianeggianti (con estensione dietro la barriera che, rispetto alle dimensioni della stessa, può essere considerata indefinita) infisse in terreni generalmente con le seguenti caratteristiche:

$$\gamma = 1900 \text{ kg/mc};$$

$$\phi = 35^\circ;$$

$$c = 0.$$

Tali condizioni non sono presenti nel caso in esame in quanto sono presenti larghezze dell'arginello finite e pari a 75 cm, e sono stati ipotizzati a favore di sicurezza terreni del rilevato con angolo d'attrito pari all'angolo di naturale declivio della scarpata (scarpata 4/7 e quindi  $\phi = 30^\circ$ ) e con contributo nullo della coesione.

Appare quindi evidente la necessità, già richiamata dall'art. 5 del D.M. 21.06.2004, di verificare e eventualmente adattare il supporto dei dispositivi alla sede stradale dove questi dovranno essere installati.

La verifica geotecnica è stata condotta schematizzando il terreno con il modello di Broms per valutare il momento resistente massimo offerto dal terreno. Ai fini della resistenza meccanica del terreno sono state considerate come "equivalenti" due configurazioni alle quali possa essere associato un pari momento resistente.

Il modello di Broms risulta applicabile, nella sua formulazione originaria, al caso di terreno indefinito (Figura 130). L'applicazione del modello ad un terreno con una configurazione diversa richiede la schematizzazione dei cunei di spinta passiva in uno spazio tridimensionale, come illustrato in Figura 131.

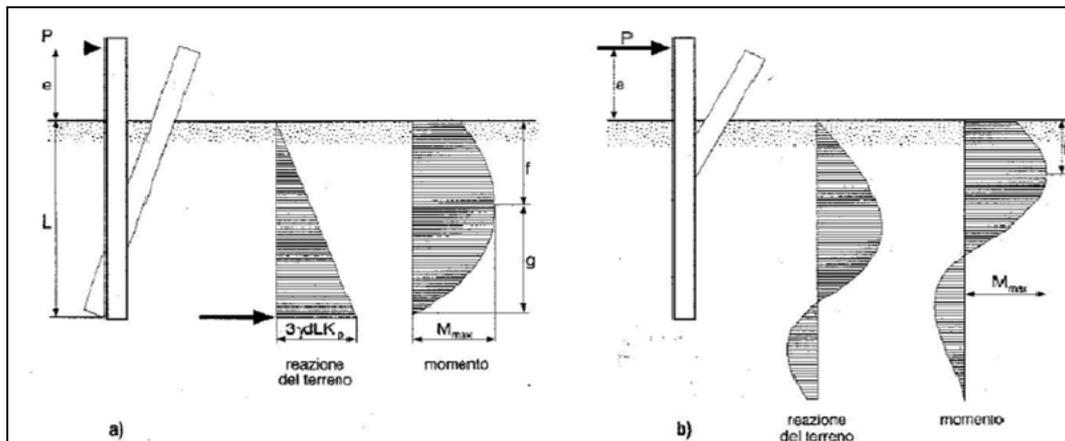


Figura 130: schematizzazione dell'azione del terreno su un palo infisso secondo Broms

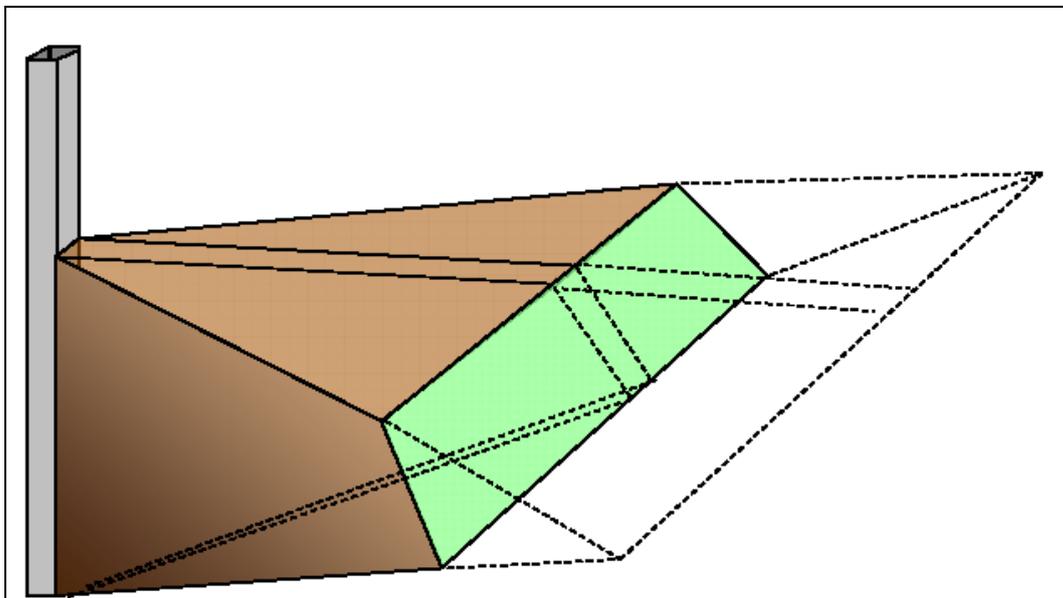


Figura 131: estensione del modello di Broms al caso di terreno con scarpata

Al diminuire della larghezza dell'arginello o all'aumentare della pendenza della scarpata il cuneo di spinta passiva si riduce ed è necessario aumentare la profondità di infissione del montante per garantire lo stesso momento resistente.

Il risultato della verifica ha evidenziato la necessità di installare le barriere a paletti infissi con una profondità d'infissione superiore a quella riportata nei certificati di crash test e pari a 1.30m per le tipologie prese a riferimento.

Il calcolo della profondità di infissione è stato effettuato con riferimento alle caratteristiche costruttive delle barriere sopra riportate. Qualora al momento dell'effettiva realizzazione delle opere, l'impresa Appaltatrice intendesse utilizzare barriere aventi requisiti prestazionali e dimensionali non rientranti nel campo assunto a riferimento, sarà sua cura ed onere dimostrare l'idoneità del prodotto in fornitura.

L'infissione maggiorata dei paletti è da considerarsi una modifica di prodotto ai sensi dell'Allegato ZA della UNI EN 1317-5. Il dispositivo di sicurezza adottato discenderà pertanto da un prodotto esistente dotato di marcatura CE per il quale un ente certificatore regolarmente accreditato abbia rilasciato l'estensione del marchio CE anche per la modifica introdotta (pali di lunghezza maggiorata). Tale procedura investe quindi il produttore del dispositivo e l'ente certificatore.

Potranno essere accettati dispositivi in configurazione standard se testati con esito positivo su supporti di caratteristiche equivalenti alle condizioni in opera. Potranno altresì essere accettate soluzioni alternative alle indicazioni di progetto (paletti ad infissione maggiorata) per i quali sia data evidenza tramite analisi ingegneristiche o prove dal vero che il comportamento atteso del sistema barriera/supporto è equivalente al comportamento ottenuto nelle prove di certificazione (crash test). Salvo diverse indicazioni contenute nella documentazione tecnica del dispositivo (manuale di installazione, certificati di crash test), per quanto attiene alla resistenza del terreno si può ritenere equivalente un supporto in opera in grado di generare la plasticizzazione del palo della barriera di sicurezza.

### **13.1.2 VERIFICA DI STABILITÀ TRASVERSALE DEL MEZZO IN SVIO**

Il modello adottato per le verifiche geotecniche prescinde da considerazioni sulla stabilità trasversale del veicolo impattante che, a seguito dell'urto, si può trovare a percorrere la scarpata del rilevato per effetto della presenza di un arginello di dimensioni ridotte. La posizione del mezzo durante l'urto dipende, oltre che dalla configurazione della scarpata, anche dalla deformazione trasversale dinamica della barriera (la massima registrata durante la prova

di crash, per la classe di contenimento richiesta) e dalle caratteristiche geometriche del mezzo impattante.

Per quanto concerne il mezzo in svio è stato considerato un veicolo pesante avente un asse posteriore a ruote gemellate di dimensioni coerenti con il tipo di veicolo pesante con cui vengono effettuate le prove di crash per la classe di barriera considerata (H1) e con distanza tra i punti più esterni delle ruote ( $p$ ) di 2.50 m.

Sulla base dei dati sopra riportati è stato stimato l'angolo di inclinazione del mezzo ( $\alpha$ ) nell'ipotesi che il veicolo mantenga il contatto con la superficie stradale e dell'arginello (o della scarpata) e che non avvenga la rottura dell'asse del veicolo stesso (v. Figura 132). I valori limite di accelerazione trasversale per i quali è probabile che un mezzo pesante ribalti sono, in campo dinamico, dell'ordine di 0.2-0.3g. Considerando cautelativamente come limite massimo durante l'urto una accelerazione trasversale del mezzo in svio di 0.2g sono state valutate le deformazioni dinamiche massime che le barriere devono avere perché sia scongiurata la possibilità che il mezzo si ribalti durante l'urto. Per le barriere di classe H1 si è riscontrato che, con i valori di deflessione dinamica presi a riferimento per il progetto, risultano soddisfatte le verifiche di stabilità trasversale.

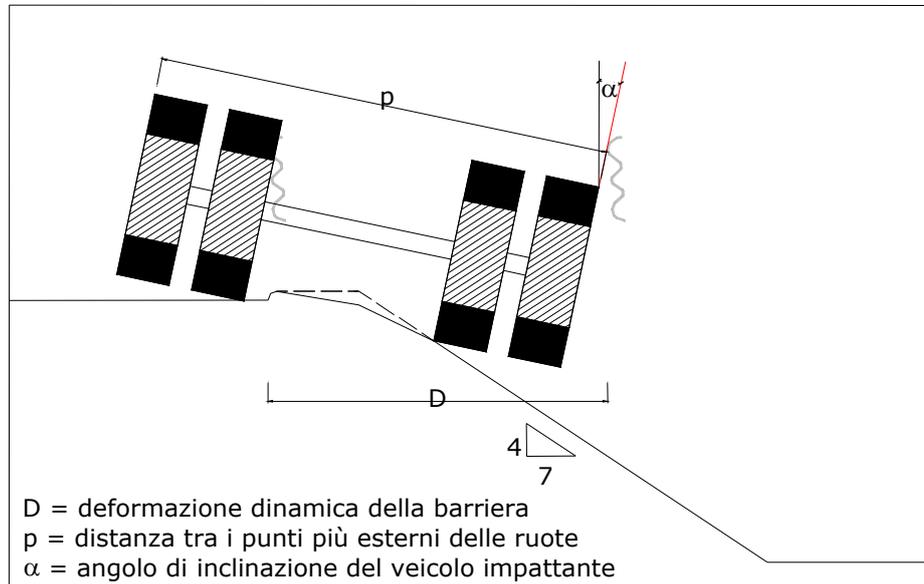


Figura 132: schema per la determinazione dell'angolo di inclinazione del mezzo in funzione della deformazione della barriera, della configurazione geometrica del mezzo e della larghezza dell'arginello

In particolare, per il caso specifico, il risultato della verifica geotecnica effettuata oltre ad evidenziare la necessità di installare le barriere a paletti infissi con una profondità d'infissione superiore a quella standard e pari a 1.30m per le tipologie prese a riferimento, ha evidenziato

un incremento della deflessione dinamica pari al 40% rispetto a quella misurata nel crash test, conseguente all'incremento dell'infissione dei paletti rispetto a quella standard ovvero all'abbassamento della cerniera plastica. Di conseguenza si è previsto in progetto un requisito di deflessione dinamica tale da scongiurare il ribaltamento del mezzo pesante durante l'urto con il dispositivo.

La limitazione della deflessione dinamica a 1.20m (requisito richiesto in progetto per la deflessione durante l'urto con veicolo pesante in condizioni dinamiche) è stata definita in modo da garantire, nel caso di arginello di progetto di larghezza pari a 0.75m, di non superare il valore limite dell'angolo di rollio per il ribaltamento (che come identificato nella letteratura tecnica di settore, è pari a 11°, corrispondenti ad un'accelerazione trasversale di 0.2g).

Si veda la figura seguente dove, alla configurazione dell'arginello di progetto e per un valore di deflessione dinamica di 1.70m (pari al valore limite imposto incrementato del 40%:  $1.20m + 1.20m \times 0.4 = 1.70m$ ) corrisponde un valore dell'angolo di rollio pari a 8° e quindi inferiore al valore limite sopracitato di 11°.

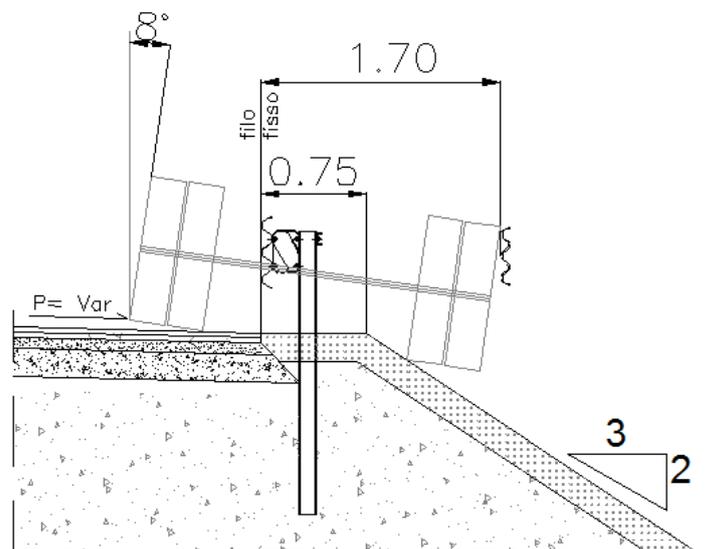


Figura 133: Verifica di stabilità trasversale per arginello di larghezza pari a 0,75 m

Nel caso di impiego di barriere diverse da quelle prese a riferimento, dovranno essere svolte analoghe valutazioni atte a dimostrare l'idoneità delle barriere di scurezza sui supporti di progetto, se non già testate dal vero in condizioni analoghe a quelle di installazione e in ogni caso previa verifica di compatibilità con quanto indicato nei manuali di installazione.