



PROVINCIA
DI AREZZO

SETTORE VIABILITA' E LAVORI PUBBLICI
Servizio di Coordinamento Lavori Pubblici e PNRR

Coordinamento
Lavori Pubblici
e PNRR



LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA'
ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS
TRA PIEVE S.STEFANO NORD E CANILI
lotto 1 stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori
sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone
CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013

PROGETTO ESECUTIVO

STAZIONE APPALTANTE: PROVINCIA DI AREZZO - Settore Viabilità e Lavori Pubblici

PROGETTISTA E RESPONSABILE INTEGRATORE PRESTAZIONI
SPECIALISTICHE

Ing. D. BONADIES
Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n° A829

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. M. RASIMELLI
Ing. R. ALUIGI
Ing. S. PELLEGRINI
Ing. A. POLLI
Ing. M. MARELLI
Ing. A. LUCIA

IL GEOLOGO

Dott. Geol. S. PIAZZOLI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. L. IOVINE

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. P. BRACCIALI

PROTOCOLLO

DATA:

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



MANDATARIA



PINI
SWISS

PINI SWISS ENGINEERS SA

Via Besso 7 - 6900 Lugano - Svizzera

MANDANTE



PINI
ITALIA

PINI SWISS ENGINEERS Srl

Via Cavour 2 - 22074 Lomazzo (CO) - Italia

MANDANTE

GEOLOGIA E GEOTECNICA

RELAZIONE GEOLOGICA

CODICE UNICO DI PROGETTO (CUP) I27H23000190001

P00_GE00_GEO_RE01_A

REVISIONE

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

- - - - - - - - - -

CODICE
ELAB.

P00GE00GEORE01

A

D

C

B

A

PRIMA EMISSIONE

GIUGNO 2024

PIAZZOLI

ARCELLI

BONADIES

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 2 di 110
---	--

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVE E DOCUMENTI UFFICIALI DI RIFERIMENTO	6
3. STUDI E INDAGINI ESEGUITI	8
3.1 Generalità	8
3.2 Campagna di indagine pregressa (2016)	10
3.3 Campagna di indagine eseguita per la presente progettazione (2020)	11
4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E IDROGRAFICO	14
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO E TETTONICO	15
6. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DI RIFERIMENTO	20
6.1 Generalità	20
6.2 Unità del substrato	20
6.2.1 Arenarie del Monte Falterona (FAL) – Unità Tettoniche Toscane – Unità Falterona	20
6.2.2 Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola (FMA)	21
6.2.3 Unità Tettonica Monte Nero – Membro di Premilcuore (FMA3)	22
6.2.4 Unità Tettonica Pietralunga – Membro di Montecoronaro (FMA6)	23
6.2 Unità di copertura oloceniche	23
6.2.1 Depositi di frana (a1s, a1q, a1a, fd)	23
6.2.1 Depositi di versante (aa)	24
6.2.1 Depositi alluvionali (b) e conoidi alluvionali (ca)	24
6.2.1 Depositi antropici	25
7. SCHEMA GEOMORFOLOGICO	26
8. SCHEMA IDROGEOLOGICO	38
9. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE, LITO-STRATIGRAFICHE, STRUTTURALI ED IDROGEOLOGICHE DI DETTAGLIO LUNGO IL TRACCIATO DI PROGETTO	41
10. CARATTERISTICHE SISMICHE	99
10.1 Caratteristiche sismiche del territorio di studio	99
10.2 Classificazione sismica del territorio di studio – Pericolosità sismica	105

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 3 di 110
---	--

1. PREMESSA

La presente relazione geologica illustra le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche del territorio in cui ricade il tracciato di progetto riguardante gli interventi necessari per il ripristino della funzionalità della viabilità alternativa all'itinerario SS 3 bis tra Pieve S. Stefano e Verghereto, all'interno del Comune di Pieve S. Stefano, con l'obiettivo di dimensionare gli interventi necessari per il ripristino della viabilità della strada ex SS3 Tiberina nel tratto settentrionale del Comune di Pieve Santo Stefano (AR), fino al confine regionale. Gli interventi di progetto sono localizzati, in particolare, nel tratto di strada compreso tra l'abitato di Valsavignone e la località Casa Canili, per una lunghezza complessiva di 1.185 m (Fig. 1.1).

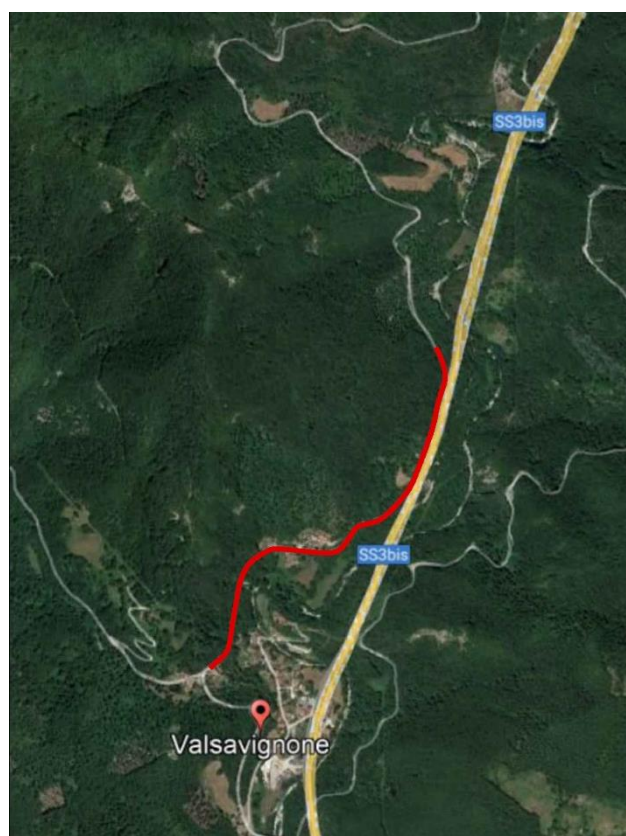


Figura 1.1: Inquadramento territoriale dell'area di intervento (fonte [Google Maps](#))

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 4 di 110
---	--

Il precedente progetto esecutivo, nella documentazione prodotta, evidenziava per il tratto in oggetto che, a causa delle avverse condizioni meteorologiche che si erano succedute negli anni, caratterizzate da nevicate e forti escursioni termiche (fattori tipici del clima appenninico), le condizioni della strada in oggetto si erano deteriorate al punto da imporre una chiusura al traffico.

Veniva evidenziato, oltre ad un generale deterioramento della pavimentazione stradale con formazione di buche e avvallamenti, la presenza di:

- massi franati all'interno della carreggiata stradale che ne riducevano la larghezza;
- presenza di frane per rottura dei muri di sostegno lato valle della sede stradale; si evidenziava che tale situazione è da considerarsi in rapida evoluzione in ragione della totale mancanza di attività manutentiva che conduce a progressivi ammaloramenti.

In generale gli interventi proposti miravano al ripristino/miglioramento delle condizioni di equilibrio del versante, mediante il ripristino della funzionalità delle reti paramassi e la regimazione delle acque superficiali con la profilatura dei fossi di guardia sul lato di monte della strada, nonché al ripristino della viabilità mediante opere strutturali (i.e. terre armate e muri di sostegno) laddove si è manifestato un cedimento del substrato o frane, e opere accessorie (i.e. cordoli porta barriere paraurti e muretti parapetto in mattoni) lungo tutti i tratti oggetto di intervento. Il progetto prevedeva, inoltre, interventi locali sulle infrastrutture presenti (i.e. ponti, muri di sostegno e gabbionate) come, ad esempio, ristrutturazione e stuccatura superficiale. Si prevedeva, infine, per l'intero tratto di strada, la fresatura degli strati di pavimentazione stradale e contestuale rifacimento degli stessi. Il progetto in questione era supportato da una serie di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche, localizzate in n. 4 punti di intervento (sui n. 19 previsti) che, sia in considerazione del numero di interventi individuati che della lunghezza complessiva dell'intervento (quasi 5 km), sono risultate piuttosto limitate. Considerando quindi le numerose situazioni di dissesto presenti, nell'ambito del lavoro in oggetto si è completato e approfondito lo studio geologico e geomorfologico, sia attraverso il rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio che l'esecuzione di una nuova campagna di indagine geognostica, geotecnica e geofisica.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 5 di 110
---	--

Nel presente studio sono state affrontate tutte le tematiche di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico, geostrutturale, sismico, per il corretto ed esaustivo inquadramento e studio del territorio in cui il tracciato si inserisce.

La documentazione facente parte del presente lavoro è costituita dai seguenti elaborati e grafici, compresa la presente relazione:

DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOTECNICHE												
P	0	0	GE	0	0	GEO	RE	0	2	A	Relazione sui risultati delle indagini geotecniche	-
P	0	0	GE	0	0	GEO	RE	0	3	A	Risultati delle indagini geotecniche, geofisiche e delle prove di laboratorio	-
GEOLOGIA E GEOTECNICA												
P	0	0	GE	0	0	GEO	RE	0	1	A	Relazione Geologica	-
P	0	0	GE	0	0	GEO	PU	0	1	A	Planimetria con ubicazione delle indagini geotecniche e geofisiche - Tav. 1 di 2	1:2.000
P	0	0	GE	0	0	GEO	PU	0	2	A	Planimetria con ubicazione delle indagini geotecniche e geofisiche - Tav. 2 di 2	1:2.000
P	0	0	GE	0	0	GEO	CG	0	1	A	Carta geologica e geomorfologica - Tav. 1 di 2	1:2.000
P	0	0	GE	0	0	GEO	CG	0	2	A	Carta geologica e geomorfologica - Tav. 2 di 2	1:2.000
P	0	0	GE	0	0	GEO	FG	0	1	A	Profilo geologico - Tav. 1 di 3	1:2.000/200
P	0	0	GE	0	0	GEO	FG	0	2	A	Profilo geologico - Tav. 2 di 3	1:2.000/200
P	0	0	GE	0	0	GEO	FG	0	3	A	Profilo geologico - Tav. 3 di 3	1:2.000/200
P	0	0	GE	0	0	GEO	FG	0	4	A	Sezioni geologiche – Tav. 1 di 2	1:400
P	0	0	GE	0	0	GEO	FG	0	5	A	Sezioni geologiche – Tav. 2 di 2	1:400
P	0	0	GE	0	0	GEO	CI	0	1	A	Carta idrogeologica – Tav. 1 di 2	1:2.000
P	0	0	GE	0	0	GEO	CI	0	2	A	Carta idrogeologica – Tav. 2 di 2	1:2.000
P	0	0	GE	0	0	GET	RE	0	1	A	Relazione Geotecnica	-
P	0	0	GE	0	0	GET	FG	0	1	A	Profilo geotecnico – Tav. 1 di 3	1:2.000/200
P	0	0	GE	0	0	GET	FG	0	2	A	Profilo geotecnico – Tav. 2 di 3	1:2.000/200
P	0	0	GE	0	0	GET	FG	0	3	A	Profilo geotecnico – Tav. 3 di 3	1:2.000/200
SISMICA												
P	0	0	GE	0	0	GEO	RE	0	4	A	Relazione Sismica	-
P	0	0	GE	0	0	GEO	CS	0	1	A	Planimetria con classificazione sismica del territorio	1:5.000
GESTIONE DELLE MATERIE												
T	0	0	CA	0	0	CAN	RE	0	1	A	Relazione Gestione Materie	-
T	0	0	CA	0	0	CAN	CO	0	1	A	Corografia dei siti di cava e di deposito	1:50.000
T	0	0	SG	0	0	AMB	RE	0	1	A	Certificati delle analisi chimiche sulle terre e rocce da scavo	-

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 6 di 110
---	--

2. NORMATIVE E DOCUMENTI UFFICIALI DI RIFERIMENTO

Lo studio geologico e i relativi elaborati, compresa la presente relazione, sono stati redatti in osservanza alle seguenti normative tecniche e pianificazioni di carattere nazionale e territoriale:

- *D.M. 11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione."*
- *Circ. LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483 "Legge 2 febbraio 1974, art. 1 – D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione".*
- *Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e s.m.i. (O.P.C.M. 3316/2003)".*
- *Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 aprile 2006, n. 3519, "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle stesse zone".*
- *Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, "Aggiornamento delle 'Norme tecniche per le costruzioni'".*
- *Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP., "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".*
- *Decreto Legislativo 19 aprile 2016, n. 50, "Codice dei contratti pubblici".*
- *D. P. R. 05/10/2010, n. 207 (articoli ancora in vigore).*
- *Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico - Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana, scala 1:10.000, Tavole 300 e 303 di 304 - Autorità di Bacino del Fiume Tevere.*

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 7 di 110
---	--

- *Progetto IFFI – Inventario dei Fenomeni Franosì in Italia – SINAnet – ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (Sito web).*
- *DISS Database of Individual Seismogenic Sources, version 3 su Google Earth) – INGV, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Sito web).*
- *DBMI15 Database Macrosismico Italiano 2015 – INGV, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Sito web).*
- *Classificazione sismica al 2015 – Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile – Ufficio rischio sismico e vulcanico (Sito web).*
- *Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale - INGV, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Sito web).*
- *Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale - INGV, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Sito web).*

Inoltre sono state consultate e utilizzate le seguenti cartografie geologiche ufficiali:

- *Carta Geologica d'Italia, Foglio 278 "Pieve Santo Stefano", scala 1:50.000, Servizio Geologico d'Italia – ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.*
- *Carta Geologica Regione Toscana.*

Infine è stato consultato il seguente documento allegato al PRG - Piano Strutturale del Comune di Pieve Santo Stefano:

- *Relazione Geologica, Dott. Geol. Raffaele Rotili, 2003*

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 8 di 110
---	--

3. STUDI E INDAGINI ESEGUITI

La presente Relazione Geologica illustra le attività di tipo geologico, geognostico e geotecnico, svolte in relazione alla progettazione in oggetto.

3.1 Generalità

- Esame della documentazione fornita da ANAS S.p.A. Struttura Territoriale Toscana, riferita a progettazioni precedenti, in particolare: relazione geologica, relazione geotecnica, carta geologica, risultati delle indagini pregresse quali sondaggi geognostici a carotaggio continuo, prove SPT nel corso dei carotaggi, indagini sismiche tipo MASW, prove di compressione uniassiale e prove a trazione indiretta (Brasiliana) su carote litoidi.

- Esame della documentazione ufficiale reperita presso i siti web dei seguenti Enti:

- ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
- Regione Toscana
- Autorità di Bacino del Fiume Tevere
- INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
- DPCN Dipartimento della Protezione Civile Nazionale
- Comune di Pieve Santo Stefano

- Ricognizione e rilevamento geologico lungo l'itinerario di progetto, con lo scopo di analizzare:

- caratteristiche geomorfologiche del territorio, con particolare attenzione alle forme riconducibili a corpi di frana e aree in erosione intercettati dall'arteria;
- relazione tra le opere d'arte presenti ed i terreni, in particolare attraverso l'esame dello stato di dissesto e degrado delle opere stesse;
- osservazioni sulle litologie e sulle sequenze stratigrafiche presenti lungo il tracciato e sul loro assetto giaciturale e strutturale, in particolare in rapporto alle scarpate stradali;

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 9 di 110
---	--

- processi erosivi e gravitativi e forme e accumuli correlati in corrispondenza delle scarpate stradali e dei versanti a monte e a valle;
- esame delle condizioni generali dei rivestimenti in reti metalliche delle scarpate in roccia e degli ammassi rocciosi a tergo;
- esame delle lesioni presenti sulla sede stradale e studio degli eventuali collegamenti di queste con movimenti franosi in atto;
- caratteristiche idrologiche dei corsi d'acqua intercettati dalla strada o prossimi ad essa ed esame delle loro azioni erosive e morfogenetiche sui terreni limitrofi.
- Esecuzione di una campagna geognostica, geotecnica e geofisica integrativa.

La campagna di indagine, eseguita dagli scriventi nei mesi di aprile e maggio 2020, ha previsto l'esecuzione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo, con esecuzione di prove SPT, prelievo di campioni lapidei di roccia e campioni ambientali di terre e installazione di piezometri a tubo aperto, prove penetrometriche dinamiche, indagini sismiche tipo MASW, prove geotecniche di laboratorio sui campioni lapidei e analisi chimiche ambientali sui campioni di terre per analisi di caratterizzazione, test di cessione e aggressività nei confronti del calcestruzzo.

Le indagini sono state localizzate in corrispondenza delle zone di progetto non indagate nella precedente campagna.

Il giorno 24/04/2020 è iniziata l'esecuzione delle prove SCPT e delle indagini MASW, terminate il giorno successivo.

Il giorno 04/05/2020 sono iniziati i sondaggi geognostici, terminati il giorno 20/05/2020 con il completamento dei pozzetti di protezione dei piezometri installati, la smobilitazione del cantiere e il trasporto delle cassette catalogatrici presso un locale messo a disposizione dalla Struttura Territoriale Toscana dell'ANAS S.p.A..

Successivamente sono state seguite le prove di laboratorio sui campioni lapidei e le analisi chimiche sui campioni di terre da scavo.

Nei giorni 22/05/2020 e 29/05/2020 si è proceduto alla misurazione dei livelli idrici in corrispondenza dei piezometri a tubo aperto installati.

L'ubicazione delle indagini è riportata nei seguenti disegni:

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 10 di 110
---	---

P	0	0	GE	0	0	GEO	PU	0	1	A	Planimetria con ubicazione delle indagini geotecniche e geofisiche - Tav. 1 di 2	1:2.000
P	0	0	GE	0	0	GEO	PU	0	2	A	Planimetria con ubicazione delle indagini geotecniche e geofisiche - Tav. 2 di 2	1:2.000
P	0	0	GE	0	0	GEO	CG	0	1	A	Carta geologica e geomorfologica - Tav. 1 di 2	1:2.000
P	0	0	GE	0	0	GEO	CG	0	2	A	Carta geologica e geomorfologica - Tav. 2 di 2	1:2.000

Di seguito si riporta una sintesi delle campagne di indagine eseguite.

3.2 Campagna di indagine pregressa (2016)

Per la progettazione delle indagini da eseguire per la presente progettazione si è tenuto conto anche del piano di indagine già effettuato nell'anno 2016 dal ANAS S.p.A. Compartimento per la Viabilità della Regione Toscana.

In quella fase furono effettuate le indagini seguenti.

- Progr. 170 - 270

- Sondaggio S4 (m 8,00) – Progr. – n. 1 SPT (m 2,40-2,85 $N_{spt} = 7$) – N. 1 campione lapideo (m 7,20-7,87)
- MASW4
- N. 1 prova di trazione indiretta "Brasiliana" – N. 1 prova di compressione monoassiale

- Progr. 1.910 – 1.960

- Sondaggio S1 (m 5,00) – n. 1 SPT (m 1,00-1,10 $N_{spt} = R$) – N. 1 campione lapideo (m 4,60-5,00)
- MASW1
- N. 1 prova di trazione indiretta "Brasiliana" – N. 1 prova di compressione monoassiale

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 11 di 110
---	---

- Progr. 2.410 – 2.440

- Sondaggio S2 (m 5,00) – n. 1 SPT (m 1,00-1,15 Nspt = R) – N. 1 campione lapideo (m 4,54-4,88)
- MASW2
- N. 1 prova di trazione indiretta "Brasiliana" – N. 1 prova di compressione monoassiale

- Progr. 4.050 – 4.110

- Sondaggio S3 (m 5,00) – n. 1 SPT (m 1,00-1,15 Nspt = R) – N. 1 campione lapideo (m 2,60-3,10)
- MASW3
- N. 1 prova di trazione indiretta "Brasiliana" – N. 1 prova di compressione monoassiale

3.3 Campagna di indagine eseguita per la presente progettazione (2020)

Nella successiva tabella sono riportati i sondaggi geognostici, con campionamenti e prove SPT, effettuati nel corso della campagna e l'indicazione dei piezometri a tubo aperto installati.

Sondaggio	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Prof. (m)	15,8	12,0	19,9	19,5	30,5	13,4	24,7	12,0
SPT	3,0m (9-6-3)		3,0m (4-7-8)	2,5m (4-6-6)	3,0m (3-13-6)	3,0m (R)	3,2m (8-11-13)	3,0m (3-6-11)
	6,0m (11-12-13)		6,4m (8-14-21)	5,0m (R)	5,0m (4-2-6)		6,2m (8-16-11)	5,5m (6-3-9)
	9,0m (11-34-11)				23,6m (R)			
Camp.Amb. (m)	0,0-1,0						0,0-1,0	0,0-1,0
	6,0-7,0						9,0-10,0	4,0-5,0
	11,0-11,6						18,0-19,0	7,0-8,0
Camp.Lit. (m)	13,5-14,0	10,6-11,0	18,0-18,4	17,6-18,0	29,7-30,0	10,0-10,6	21,2-21,7	11,2-11,7
Piezometro TA	X		X	X	X	X	X	X

Nella campagna in oggetto sono state eseguite, inoltre, le seguenti prove penetrometriche dinamiche SCPT e indagini sismiche MASW:

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 12 di 110
---	---

- SCPT1 (m 5,20)
- SCPT2 (m 6,20)
- SCPT3 (m 3,00)
- SCPT4 (m 3,20)

➤ MASW5 – MASW13

Lungo il tracciato di progetto, in molti casi le diverse indagini sono state raggruppate in siti di particolare complessità geomorfologica.

Nell'elenco seguente vengono riportate le suddette indagini con riferimento alle progressive di progetto.

- | | |
|-----------------------------|---------------------|
| - Progr. 360 - 410... | S5 – SCPT3 – MASW12 |
| - Progr. 1.750 – 1.850 | S11 – MASW11 |
| - Progr. 2.000 – 2.075 | S10 – MASW10 |
| - Progr. 2.125 – 2.225 | SCPT2 – MASW9 |
| - Progr. 2.875 – 2.950... | S9 – MASW8 |
| - Progr. 3.515 | S8 |
| - Progr. 3.625 – 3.700..... | S7 – MASW7 |
| - Progr. 4.325 – 4.425... | SCPT4 – MASW6 |
| - Progr. 4.510 | S12 |

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 13 di 110
---	---

- Progr. 4.575 – 4.675 SCPT1 – MASW5

- Progr. 4.700 – 4.750.....S6 – MASW13

- Il giorno 22.05.2020 e il giorno 29.05.2020 sono state eseguite misure dei livelli piezometrici in corrispondenza di tutti i piezometri installati. I risultati delle misure sono contenuti nel capitolo specifico della presente relazione.

- Sui campioni lapidei prelevati sono state effettuate le seguenti prove:

- descrizione petrografica e fotografia del campione
- determinazione della porosità aperta e della massa volumica apparente
- determinazione della resistenza a compressione monoassiale
- determinazione del modulo elastico statico e del coefficiente di Poisson

- Sui campioni ambientali di terre sono state effettuate le seguenti analisi:

- caratterizzazione analitica di tutti i parametri della Tab. 4.1 del D.P.R. 120/2017, ad eccezione di IPA e BTEX
- test di cessione in ottemperanza al punto 2 dell'Allegato III del D.M. 27.09.2010
- aggressività del terreno al CLS mediante determinazione di SO₄ - - e acidità del suolo

I risultati delle indagini effettuate sono contenuti nei seguenti elaborati di progetto:

P 0 0 GE 0 0 GEO RE 0 3 A	Risultati delle indagini geotecniche, geofisiche e delle prove di laboratorio	-
---------------------------	---	---

T 0 0 SG 0 0 AMB RE 0 1 A	Certificati delle analisi chimiche sulle terre e rocce da scavo	-
---------------------------	---	---

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 14 di 110
---	---

4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E IDROGRAFICO

Il tracciato di progetto, della lunghezza complessiva di circa 1.185 m, si sviluppa interamente a mezzacosta sulla destra idrografica del Fiume Tevere e a ridosso del medesimo, nel tratto in cui la valle del fiume incide profondamente la catena montuosa, orientata in direzione NW-SE, Poggio Tre Vescovi – Monte Nero – Poggio Bandita – Monte della Zucca, parte dell'Appennino Tosco-Romagnolo, ultima propaggine a sud dell'Appennino Settentrionale.

Esso è compreso tra le località di Valsavignone, a sud, e C. Canili, a nord, sviluppandosi integralmente nel Comune di Pieve Santo Stefano (AR) (Fig. 1.1).

Il tracciato di progetto ha inizio alla quota di circa 560 m s.l.m., nei pressi del ponte sul T. Cananeccia, quindi prosegue lungo il fianco dei versanti in destra idrografica che costeggiano la valle del Tevere, seguendo con un percorso tortuoso tutti i crinali e gli avvallamenti del rilievo. Il tracciato sale continuamente di quota, mantenendo una pendenza piuttosto modesta, fino alla quota massima di circa 620 m s.l.m. alla progr. 1+485 circa.

I versanti attraversati dalla strada sono caratterizzati da un'alternanza di profonde e strette incisioni, valli più ampie e crinali morfologici. Le prime sono spesso percorse da fossi, anche molto incisi, affluenti del Tevere, le seconde sono generalmente sede di accumuli di frana o detritici. I crinali morfologici sono impostati sulle rocce costituenti il substrato lapideo dell'area rappresentato da formazioni flyschoidi (Fig. 4.2).

Dal punto di vista idrologico tutta l'area di progetto ricade nel bacino del Fiume Tevere, sulla sua destra idrografica.

Il tracciato attraversa una serie di piccoli bacini, quasi tutti tributari diretti del Fiume Tevere. Il primo, poco fuori dal tracciato di progetto, è il Torrente Cananeccia che attraversa la frazione di Valsavignone. Procedendo lungo il tracciato, non vengono intercettati corsi d'acqua ma una serie di ampie depressioni, sede di accumuli colluviali e di frana.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO E TETTONICO

L'area interessata dal progetto ricade nel foglio 278 "Pieve Santo Stefano" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.

L'area in oggetto ricade nella Catena Appenninica (Fig. 5.1), in particolare in una piccola parte ricadente nel settore settentrionale Umbro-Marchigiano-Romagnolo.

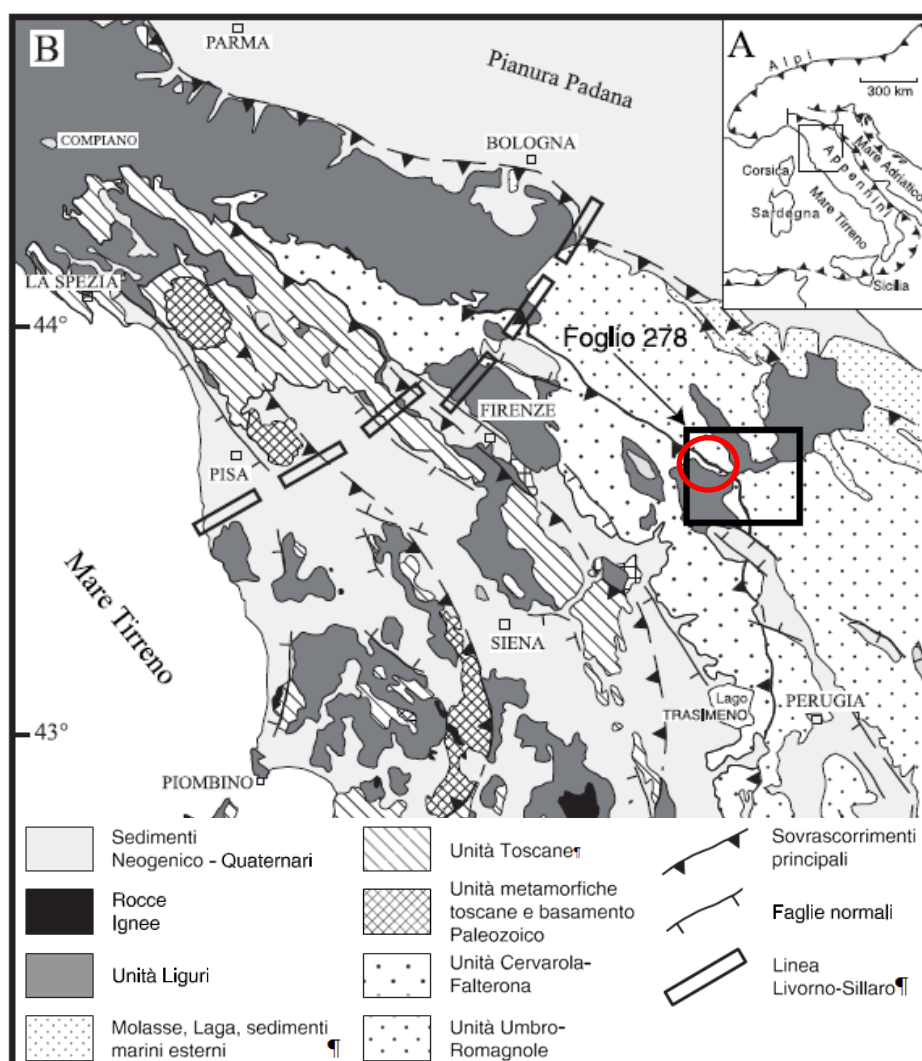


Fig. 5.1 – Schema geologico-strutturale dell'Appennino Settentrionale e relativa legenda (fonte: Note Illustrative Foglio 278 "Pieve Santo Stefano", Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, mod.). L'area di studio è schematicamente individuata con il cerchio di colore rosso.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 16 di 110
---	---

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

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

La Fig. 5.1 precedente mostra in quale settore dell'Appennino Settentrionale ricade l'area di studio, in particolare all'interno di quale unità tettonica: si tratta del settore in cui le Unità Umbro-Marchigiano-Romagnole sono sormontate dalle Unità Cervarola-Falterona. La struttura generale delle Unità Umbro-Marchigiano-Romagnole è

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 17 di 110
---	---

caratterizzata, come quella delle Unità Cervarola-Falterona più occidentali, da thrust e pieghe associate, sia anticlinali di tetto che sinclinali di muro, anche in assetto rovesciato. Nel settore di studio le Unità Cervarola-Falterona sono rappresentate dall'Unità Tettonica Falterona con la formazione delle Arenarie del Monte Falterona (FAL) (Aquitano superiore p.p.), presente nella parte sud-occidentale dell'area di studio. La successione Umbro-Marchigiano-Romagnola è rappresentata da due unità tettoniche: nella parte centrale dall'Unità Tettonica Monte Nero con la Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola, membro di Premilcuore (FMA3) (Langhiano p.p.); nella parte nord-orientale dall'Unità Tettonica Pietralunga, membro di Montecoronaro (FMA6) (Serravalliano p.p. – Tortoniano inferiore p.p.).

L'elemento tettonico dominante è la presenza di uno stile a faglie inverse con vergenza a ENE evolventesi verso est in sovrascorrimenti con associati rovesciamenti sul fronte. Nella figura seguente è riportato uno stralcio della carta geologica in scala 1:50.000 relativo all'area di studio (Fig. 5.2).

Nella parte meridionale dell'area di studio l'unità delle Arenarie del Falterona (FAL) si trova in posizione sovrascorsa sull'unità della Formazione Marnoso Arenacea Romagnola - membro di Premilcuore (FMA3), la quale occupa gran parte dell'area di studio. Nella parte settentrionale tale unità si trova in posizione sovrascorsa sull'unità Formazione Marnoso Arenacea Romagnola - membro di Montecoronaro (FMA6) che occupa la zona settentrionale dell'area di studio.

La cronologia delle deformazioni riportata nei documenti geologici ufficiali si basa soprattutto sull'età dei membri e delle litofacies della Marnoso-Arenacea Romagnola. L'età delle unità coinvolte negli accavallamenti varia dall'interno, cioè da SW, verso l'esterno, cioè verso NE e va dal Miocene medio in poi. Questa graduale variazione cronologica permette di ipotizzare una migrazione dell'avanfossa appenninica verso l'avampaese, con le unità occidentali che si sovrappongono tettonicamente a quelle poste ad oriente (Fig. 5.3).

Nel Tortoniano la sedimentazione torbidity si sposta più a est, dove si sviluppa il bacino della Formazione Marnoso-Arenacea Marchigiana: si tratta di una avanfossa complessa controllata dai processi di thrusting che coinvolgono probabilmente anche il substrato carbonatico.

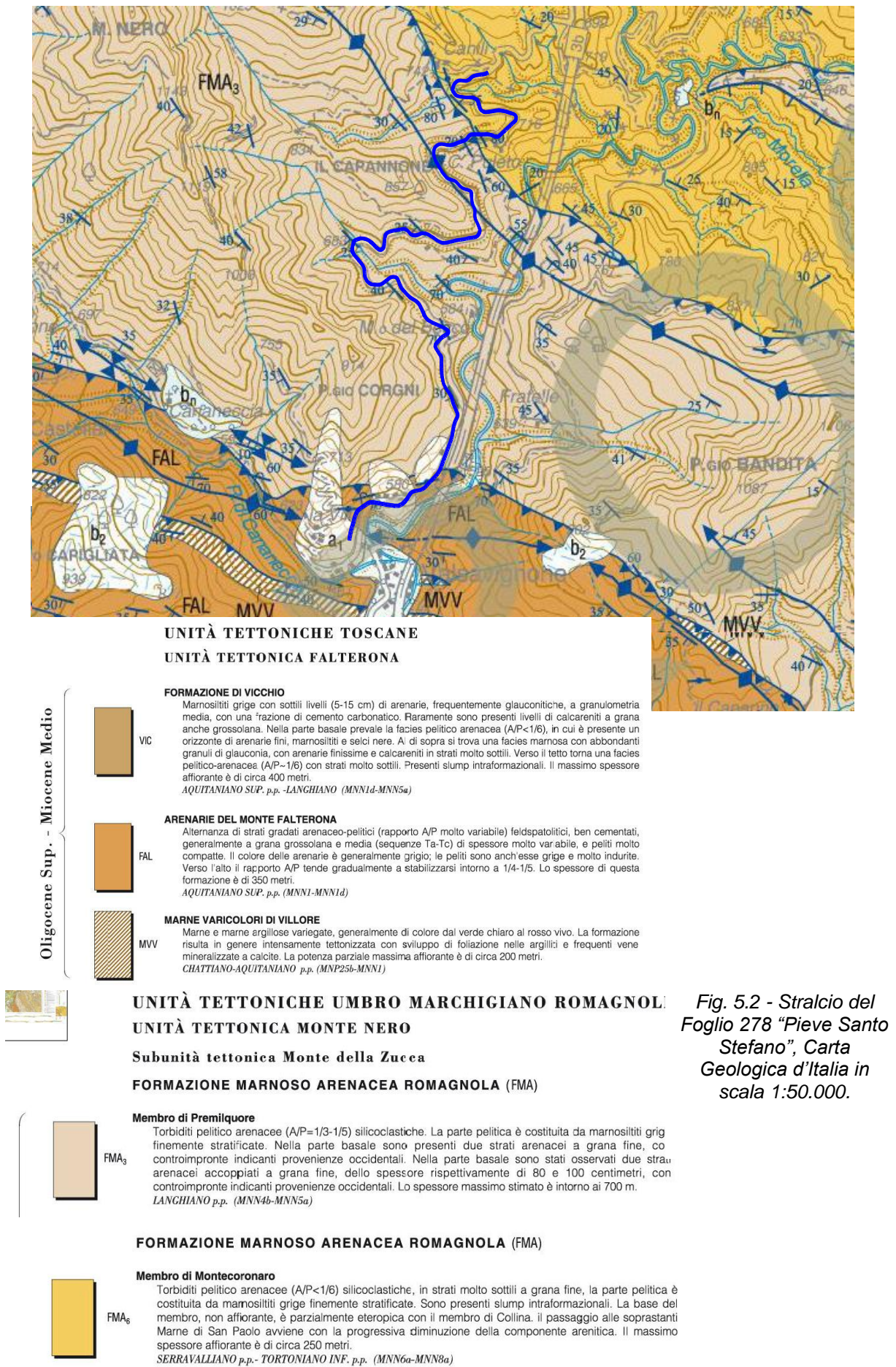
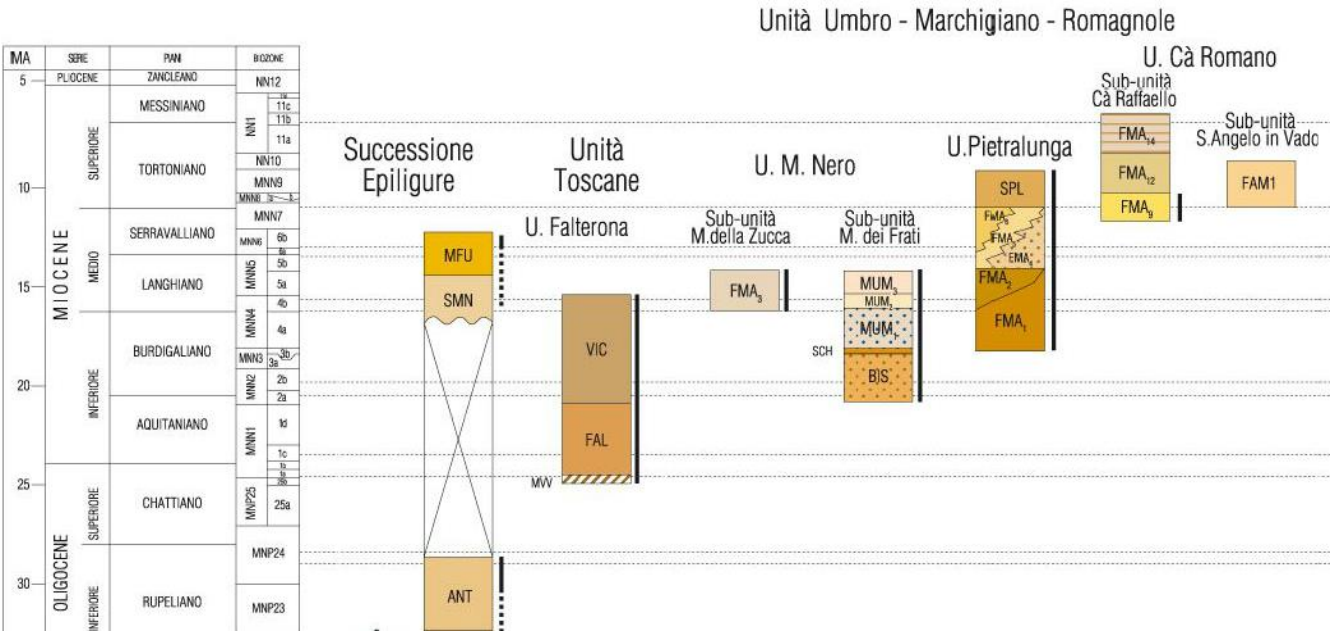


Fig. 5.2 - Stralcio del Foglio 278 "Pieve Santo Stefano", Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.



LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 20 di 110
---	---

6. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DI RIFERIMENTO

6.1 Generalità

Di seguito viene descritta la successione stratigrafica affiorante nell'area interessata dal progetto stradale, con le unità elencate in ordine di età decrescente, partendo dal termine più antico per arrivare al più recente. La terminologia utilizzata per le unità del substrato torbiditico corrisponde a quella più recente, che fa riferimento alla cartografia geologica ufficiale in scala 1:50.000 del progetto CARG, riportata nel foglio in cui ricade l'area, cioè il 278. La descrizione delle unità del substrato è quella ufficiale ripresa quasi integralmente dal Foglio 278, seppure sintetizzata considerando lo scopo del presente lavoro. Per quanto riguarda le unità quaternarie sono state adottate le sigle relative alla carta geologica della Regione Toscana, più vicina come scala di restituzione a quella del rilievo geologico e geomorfologico del presente progetto. Quest'ultimo ha consentito di posizionare in dettaglio i limiti tra le unità, in particolare quelli delle coperture quaternarie e di riconoscere e cartografare depositi di copertura olocenici, di diversa origine e stato di attività. La descrizione, a scala locale, delle formazioni riscontrate lungo il tracciato viene effettuata in uno specifico capitolo.

6.2 Unità del substrato

6.2.1 Arenarie del Monte Falterona (FAL) – Unità Tettoniche Toscane – Unità Falterona

Affiora in una fascia con andamento NW-SE nei pressi di Valsavignone. Questa formazione è costituita da alternanze di strati gradati arenaceo-pelitici con spessore e rapporto A/P molto variabile. Le areniti hanno generalmente grana grossolana e media (sequenze Ta-Tc), colore grigio, composizione feldspatolitica e sono molto ben cementate; le peliti sono anch'esse grigie e molto indurite. Verso l'alto il rapporto A/P tende gradualmente a stabilizzarsi intorno a 1/4-1/5; il passaggio alla soprastante Formazione di Vicchio avviene quando il rapporto A/P si riduce ulteriormente a 1/6. Dal

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 21 di 110
---	---

punto di vista petrografico i campioni analizzati sono rappresentati da extrareniti non carbonatiche che presentano una frazione terrigena dell'ossatura a composizione feldspatico-litica e una frazione litica dell'ossatura, dominata da frammenti di rocce metamorfiche con subordinati frammenti di rocce sedimentarie e rari clasti vulcanici.

Lo spessore della formazione è 350 metri.

L'ambiente di sedimentazione di questa formazione torbiditica è stato riferito ad una piana bacinale confinata e relativamente profonda, dapprima sovralimentata e in seguito sottoalimentata, e ad una scarpata, probabilmente interna, relativamente alla porzione sommitale. Questo bacino costituiva l'avanfossa del dominio toscano.

La formazione è riferibile all'Aquitaniense superiore p.p..

6.2.2 Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola (FMA)

Il rapporto A/P e lo spessore degli strati variano con tendenza *thickening upward* nella parte inferiore, mentre nella porzione superiore la successione mostra una tendenza *thinning upward* con prevalenti marne nella parte sommitale. Le arenarie si presentano in strati da molto spessi a medi, e talora sottili, con geometria generalmente tabulare, gradazione prevalentemente da media a molto fine, e strutture sedimentarie trattive (flute e groove-casts alla base, laminazione piano-parallela nella parte inferiore, ripples e laminazione convoluta nella parte superiore). Le impronte di fondo indicano apporti prevalenti da WNW/NW, subordinatamente da ESE/SE. Al tetto dei livelli arenitici le peliti sono grigie e laminate; nelle successioni meno arenacee, sopra alle peliti laminate, a diretto contatto con le areniti soprastanti, si osservano frequentemente marne siltose, grigie chiare, compatte.

Dal punto di vista petrografico le arenarie sono arcose caratterizzate da un elevato contenuto di quarzo, feldspati e frammenti di rocce plutoniche e gneissiche. I plagioclasti prevalgono sui feldspati potassici. I frammenti di roccia a grana fine sono rappresentati da metamorfiti di basso grado, quali filladi, scisti a muscovite, cloritoscisti e serpentinoscisti, e da vulcaniti, prevalentemente acide. I frammenti di dolomie e calcari micritici e spatitici caratterizzano le associazioni dei frammenti di rocce carbonatiche. Le miche sono localmente abbondanti. Il cemento calcitico rappresenta il

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 22 di 110
---	---

costituente intergranulare più abbondante, anche se talora la matrice, sia silicatica che carbonatica, è presente in quantità significative.

Le torbiditi con indicazioni di paleocorrenti da SE, sono invece classificabili come, areniti ibride (sensu ZUFFA, 1980), o calcarenitiche ("colombine" Auct.). Queste areniti sono più ricche in costituenti intrabacinali, in particolare in bioclasti a guscio carbonatico. I feldspati potassici sono molto abbondanti, talora prevalenti rispetto ai plagioclasti. La differente composizione appena descritta, insieme al verso delle paleocorrenti, indica differenti aree sorgenti del detrito. Queste vengono in genere individuate nelle piattaforme laziali abruzzesi poste paleogeograficamente a SE dell'avanfossa appenninica.

Oltre alle aree di provenienza delle areniti sopra descritte, dalle Alpi (NW) e dalle piattaforme Laziali Abruzzesi (SE) in accordo con GANDOLFI et alii (1983), è possibile ipotizzare per alcune areniti una provenienza da un'area sorgente appenninica (Appenninico I di GANDOLFI et alii, 1983) legata verosimilmente al riciclaggio delle precedenti successioni di avanfossa (Macigno, Arenarie del Monte Cervarola).

6.2.3 Unità Tettonica Monte Nero – Membro di Premilcuore (FMA3)

Affiora estesamente nella zona di progetto e nei suoi dintorni in corrispondenza della cresta M. Nero - M. della Zucca. Questo membro è costituito da torbiditi pelitico arenacee con un rapporto A/P variabile da 1/3 a 1/5, generalmente 1/3; nelle arenarie prevalgono sequenze Tb-Td e la parte pelitica è costituita da marnosiltiti grigie finemente stratificate. Nella parte basale sono stati osservati due strati arenacei accoppiati a grana fine, dello spessore rispettivamente di 80 e 100 centimetri, con controimpronte indicanti provenienze occidentali.

Lo spessore massimo stimato è intorno ai 700 m.

L'età è riferibile al Langhiano p.p..

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 23 di 110
---	---

6.2.4 Unità Tettonica Pietralunga – Membro di Montecoronaro (FMA6)

Affiora nel settore nord di progetto estendendosi in una grande plaga verso NE. E' costituito da torbiditi pelitico-arenacee con $A/P < 1/6$. Le arenarie sono di colore marrone, in strati molto sottili a grana fine, mentre la parte pelitica è costituita da marnosiltiti grigie finemente stratificate. Sono presenti slump intraformazionali.

Il massimo spessore affiorante è di circa 250 metri.

L'età è riferibile al Serravalliano p.p.- Tortoniano inferiore p.p.

6.2 Unità di copertura oloceniche

6.2.1 Depositi di frana (a1s, a1q, a1a, fd)

E' stata verificata una buona corrispondenza tra le coltri di frana riportate nella carta geologica della Regione Toscana e quelle rilevate nel presente studio. La terminologia utilizzata corrisponde a quella riportata in questa carta (a1s e a1q). Oltre alle coltri di frana suddette, nello studio eseguito, a livello di scala di dettaglio, sono state individuate frane attive che non erano riportate nella carta geologica della Regione Toscana (a1a), verosimilmente attivatesi successivamente. Per quanto concerne la franosità diffusa (fd), in questo studio si è optato per non considerarla come formazione al pari delle frane, poiché abbiamo rilevato che se è vero che in tali vaste aree rientrano versanti con una forte propensione al dissesto, per esempio ampie superfici con erosione areale, è pur vero che i corpi di frana di estensione significativa sono pochi, mentre all'interno di queste aree sono presenti anche estesi affioramenti del substrato. Per tale motivo le aree a franosità diffusa sono rappresentate con un sovrassegno che non oblitera l'indicazione delle unità presenti. Nella cartografia geologica prodotta nel presente lavoro sono inoltre riportati i perimetri delle frane del PAI e delle frane del Progetto IFFI, che in molti casi coincidono con le frane rilevate. Nella carta geologica e geomorfologica sono riportate le seguenti tipologie di frana.

- Frane stabilizzate (a1s)

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 24 di 110
---	---

- Frane quiescenti (a1q)

- Frane attive (a1a)

La distinzione operata in base al grado di evoluzione stimato verrà descritta in uno specifico capitolo. I corpi di frana sono rappresentati da accumuli di materiale eterogeneo ed etero- metrico, costituente in genere lo scheletro, in abbondante matrice sabbio-limo-argillosa. In questi ammassi possono essere presenti massi del substrato lapideo di dimensione fino a metrica. Gli spessori dei corpi di frana presenti sono variabili, sia tra una frana e l'altra, sia nell'ambito dello stesso corpo di frana anche a seconda della posizione al suo interno.

6.2.1 Depositi di versante (aa)

Anche per i depositi di versante si è verificata una buona corrispondenza tra quelli riportati nella carta geologica della Regione Toscana e quelli rilevati nel presente studio. Per identificare i depositi di versante si è applicata la terminologia riportata in questa carta (aa). Tuttavia, anche in questo caso, si è reso necessario, per la maggiore scala di rilievo, apportare alcune modifiche e integrazioni. Le coperture detritiche sono rappresentate da depositi incoerenti costituiti da clasti eterometrici a spigoli vivi delle formazioni di provenienza, accumulati in situ. I clasti costituiscono uno scheletro che presenta una matrice sabbio-limo-argillosa.

6.2.1 Depositi alluvionali (b) e conoidi alluvionali (ca)

I depositi alluvionali sono depositi attualmente in sedimentazione ad opera dei fiumi e e dei torrenti. La loro granulometria è molto varia, a seconda del tratto fluviale e, all'interno di questo, a seconda della distanza dal corso d'acqua. Nella zona in studio, tuttavia, essendo un tratto montano, i depositi alluvionali sono costituiti in prevalenza da ghiaia e sabbia, con percentuali minori di limo e argilla. Questi depositi non sono intercettati dal tracciato stradale e si riscontrano, con spessori significativi, nel fondovalle del Fiume Tevere e del Torrente Cananeccia.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 25 di 110
---	---

I depositi di conoide alluvionale sono costituiti da ghiaie, sabbie e limi, mal classati, con aspetto caotico. Questi depositi presentano, in pianta, la tipica forma a ventaglio ed una sezione leggermente convessa. Anche questi depositi non sono intercettati dal tracciato stradale e ne sono stati riscontrati due piccoli corpi in sinistra idrografica del Fiume Tevere.

La terminologia per identificare i due tipi di formazione utilizzata corrisponde a quella della carta geologica della Regione Toscana.

6.2.1 *Depositi antropici*

Si premette che tali depositi non sono stati rappresentati nella Carta geologica e geomorfologica. Lungo il tracciato di studio i depositi antropici sono rappresentati dai materiali costituenti il corpo stradale che, a seconda della morfologia del territorio, hanno spessori che variano tra circa 50 cm e 7,5 m, come è stato riscontrato nei sondaggi geognostici eseguiti. Oltre allo strato bituminoso superiore, spesso in genere fino a circa 30 cm, il materiale è rappresentato da uno scheletro di clasti arenacei, calcarenitici e calcarei, più raramente marnosi, di dimensioni eterometriche, fino 10 cm, e localmente oltre, in matrice limo-sabbiosa.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 26 di 110
---	---

7. SCHEMA GEOMORFOLOGICO

L'area di studio è rappresentata da rilievi collinari, ad acclività variabile da blanda a sostenuta, ricadenti nell'estrema propaggine a sud dell'Appennino Settentrionale.

Il tracciato di progetto si sviluppa interamente a mezzacosta, sulla destra idrografica del Fiume Tevere e a ridosso del medesimo, non intercettandolo mai ma intercettando alcuni suoi tributari di destra e altri fossi minori.

Come già illustrato nel Cap. 4, le quote entro cui è compreso l'intervento sono tipiche di un territorio da alto-collinare a basso-montano, e vanno da 560 m a 715 m s.l.m. circa.

L'elemento geomorfologico più evidente e significativo del territorio esaminato è la presenza di ampie depressioni interessanti i versanti, che si sviluppano a immediato ridosso del Tevere, e che sono occupate da vasti corpi di frana e, talora, depositi di versante. I corpi di frana si originano in corrispondenza di pronunciate nicchie nelle zone a monte, che raggiungono talora le linee di cresta, e si estendono fino all'alveo del Fiume Tevere o a quello dei suoi affluenti (Fig. 7.1).



Fig. 7.1 – Frana stabilizzata, a monte di Molino del Becco. Il tracciato stradale è posto in alto, al termine della zona a prato, intorno alla progr. 1.800 circa

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 27 di 110</p>
--	---

Un altro elemento geomorfologico caratterizzante il territorio, e responsabile in parte dell'andamento del tracciato, sono i pronunciati speroni rocciosi su cui terminano le linee di crinale, impostati nelle formazioni del substrato lapideo e, in genere, compresi tra una depressione e l'altra.

Le incisioni torrentizie sono limitate come numerosità lungo il tracciato, ma risultano molto approfondite, per cui rappresentano il livello di base per frane e dissesti di vario tipo che si sviluppano sui versanti. Un esempio è l'incisione del Fosso di Montenero Alto, nella zona settentrionale dell'area di intervento che, con il suo effetto di richiamo ha prodotto un movimento generalizzato di creep sulle coltri superficiali, che è risalito raggiungendo la sede stradale e producendo la deformazione, talora importante, con frane incipienti, di alcuni tratti della sede stradale medesima (Figg. 7.2 e 7.3).

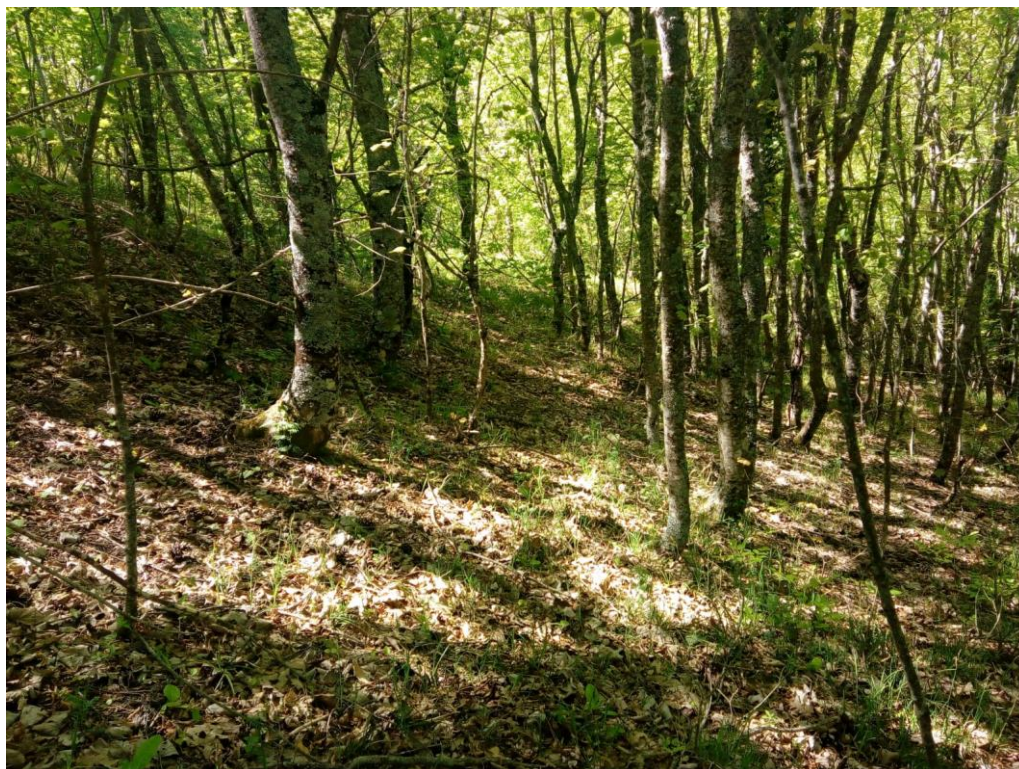


Fig. 7.2 – Fenomeno di creep evidenziato dall' uncinatura del tronco degli alberi sul versante a valle della S.S. 3 bis, intorno alla progr. 4.400 circa, a monte della profonda incisione del Fosso di Montenero Alto.

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 28 di 110</p>
--	---



Fig. 7.3 – Abbassamento della sede stradale della S.S. 3 bis, intorno alla progr. 4.400 circa (a monte della zona di Fig. 7.2), con morfologia concava verso valle per incipiente frana di scorrimento. A monte della strada smottamenti di detrito terroso dal versante caratterizzato da marne siltose prevalenti del membro di Montecoronaro (FMA6).

L'azione combinata di richiamo del corso d'acqua e delle condizioni litologiche del substrato (marne prevalenti superficialmente alterate) è stata causa anche di frane vere e proprie che attraversano il tracciato di progetto, oggi quiescenti o stabilizzate. Tuttavia, intorno alla progr. 4.500, una di queste frane si è riattivata, anche a causa dell'assenza negli anni di manutenzione e di una corretta regimazione delle acque, producendo l'innescio di una frana di scorrimento la cui nicchia giunge fino a metà carreggiata (Fig. 7.4). In corrispondenza del terreno ribassato si è misurato un abbassamento di circa 40-50 cm rispetto alla limitrofa parte rimasta in posto ma il sondaggio S12, eseguito al centro della zona ribassata, ha mostrato circa 50 cm di terreni di riporto al di sopra della vecchia pavimentazione stradale, evidenziando così

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 29 di 110
---	---

una ricarica eseguita nel passato che porterebbe a circa 90-100 cm l'abbassamento complessivo.



Fig. 7.4 – Abbassamento della sede stradale della S.S. 3bis, intorno alla progr. 4.500 circa, con morfologia concava verso valle per frana di scorrimento.

Anche il fosso intercettato intorno alla progr. 2.450 è molto inciso e produce sui versanti opposti una energica azione di richiamo. Questa si è manifestata con l'attivazione di processi gravitativi, oggi classificabili come stabilizzati e quiescenti.

Allo stato attuale anche una serie di dissesti minori e localizzati sta interessando la sede stradale lungo gran parte del tracciato di studio, affetta in più tratti da deformazioni e abbassamenti, riportati con apposita simbologia nella Carta Geologica e Geomorfologica.

Il Fiume Tevere rimane al di fuori del tracciato ma la sua vicinanza a quest'ultimo ha influenzato, e lo fa tutt'ora, l'equilibrio dei versanti a ridosso di esso, in particolare di quelli in destra idrografica che interessano il tracciato della S.S. 3 bis. I versanti sono in genere molto inclinati e il loro piede è lambito dal corso d'acqua. In molti tratti il fiume

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 30 di 110
---	---

incide direttamente il substrato lapideo e, in alcuni punti, mostra di aver riescavato le proprie alluvioni: questo testimonia il recente sollevamento della catena appenninica e indica l'azione di forte richiamo che, per tale ragione, il fiume e i suoi affluenti, come abbiamo visto, esercitano sui versanti. Sono evidenti, inoltre, numerose anse del fiume che rappresentano il risultato dello spostamento dell'alveo ad opera dell'accumulo dei corpi di frana. Sono presenti anche tratti in cui il fiume, con altre anse di segno opposto, origina su lineamenti tettonico-strutturali, sta esercitando una forte azione di richiamo verso monte: in queste situazioni si sono originate alte scarpate di erosione in roccia, alla cui sommità è posta la sede stradale e che, per la fortissima pendenza e per la generale assenza di vegetazione, sono molto esposte all'azione degli agenti meteorici. In questi casi i processi erosivi mettono a rischio la stabilità della sede stradale e delle opere di protezione presenti sul lato valle. Un esempio è rappresentato dall'ansa del Tevere, nella zona iniziale, intorno alla progr. 260 dove, pur non rilevandosi ancora effetti significativi sul corpo stradale per la presenza a valle di un muro di sostegno, il processo erosivo innescato dal fiume ha prodotto una scarpata fortemente inclinata, alta oltre 20 m, che ha raggiunto la base del muro mettendo a rischio l'infrastruttura. Le zone di fondovalle sono limitate a quella del T. Cananeccia presso la confluenza nel Tevere (località Valsavignone) e quella del F. Tevere stesso che è estremamente ridotta nell'area di studio, in quanto incassata nei versanti, un poco più ampia soltanto nella zona immediatamente a monte di Molino del Becco.

Anche le condizioni meteoclimatiche, associate a quelle litologiche, hanno comportato l'attivazione di processi di versante che, nell'area settentrionale della zona di studio, producono una situazione di erosione e degrado delle litologie affioranti, con coinvolgimento della sede stradale. Nella zona di studio, come in quelle dei territori contermini, è presente una piovosità intensa e si hanno in genere anche frequenti precipitazioni nevose, processi tipici di queste aree montane e di spartiacque. Nell'area settentrionale del tracciato, tra le progressive 4.050 e 4.450 circa, sono presenti pareti rocciose a ridosso della sede stradale caratterizzate da spesse coltri eluvio-colluviali e, in particolare, da abbondante frazione argillosa nella compagine litoide: queste condizioni, insieme a quelle climatiche, sono causa di piccoli ma numerosi franamenti per prevalente colamento, che invadono la sede stradale. In questo tratto è presente,

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 31 di 110
---	---

infatti, il membro FMA6 “Montecoronaro” della Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola, in grande prevalenza costituito da marne siltose fittamente suddivise da densa fessurazione. Queste, a causa dell’alterazione superficiale e dell’assenza di copertura vegetale, tendono a produrre grandi quantità di materiale minuto e, localmente, distacco di blocchi, che raggiungono la carreggiata stradale, specialmente durante le stagioni avverse dal punto di vista meteoroclimatico (Figg. 7.3 e 7.5).



Fig. 7.5 – Versante con pendenza moderata, intorno alla progr. 4.200, caratterizzato da marne, con vegetazione rada o assente. Al piede colate di terra che giungono in banchina stradale.

I fenomeni gravitativi presenti sono riconducibili in grande prevalenza a frane per scorrimento e colamento ma, molto frequentemente, le due tipologie coesistono nello stesso fenomeno. Per quanto concerne la valutazione riguardante i fattori geologico-strutturali predisponenti l’innescio dei movimenti gravitativi, occorre effettuare le seguenti considerazioni. Il rilevamento geologico eseguito ha consentito di individuare l’assetto giaciturale delle formazioni lapidee del substrato. In generale gli assetti delle

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 32 di 110
---	---

formazioni presentano immersioni orientate verso i quadranti occidentali (da SW a NW), tranne in vicinanza dei due sovrascorrimenti presenti, dove si hanno ripiegature delle sequenze stratificate al tetto, con immersioni stavolta verso N o i quadranti orientali (prevalentemente a NE): in questi casi le pendenze degli strati sono, tuttavia, molto sostenute, e talora si avvicinano alla verticale (in località Voltraio in corrispondenza del fronte del Falterona e presso la località Casa Puleto in corrispondenza del fronte con cui il Membro di Premilcuore sovrascorre sul Membro di Montecoronaro nell'ambito della Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola). Questo aspetto, legato all'esposizione orientale dei versanti attraversati, fa sì che le intersezioni tra i versanti e la stratificazione siano in genere a reggipoggio o traversopoggio, quindi non favorevoli all'attivazione di scorrimenti lungo i piani di stratificazione. Solo un corpo di frana, tra quelli individuati, potrebbe essere stato innescato da giaciture a franapoggio della Marnoso-Arenacea: si tratta di una frana quiescente la cui testata lambisce la sede della S.S 3 bis tra le progr. 3.350 e 3.450. Questa zona è prossima al fronte di sovrascorrimento del Membro di Premilcuore sul Membro di Montecoronaro e le giaciture misurate sono orientate verso NE e localmente si presentano a franapoggio con inclinazioni intorno a 60°: si tratta di un assetto a franapoggio comunque più inclinato del pendio, tuttavia potrebbe aver agito da fattore predisponente il distacco iniziale, soprattutto se in presenza di un orizzonte di alterazione della roccia, come si osserva in effetti in tutta l'area ed evidenziato dai sondaggi geognostici S8 e S7, eseguiti nella zona nel 2020. In tutti gli altri casi i fattori predisponenti prevalenti appaiono altri, in particolare la presenza di spesse coltri di alterazione delle rocce del substrato, come si è osservato in alcuni sondaggi geognostici: laddove si hanno pendenze sostenute e fenomeni erosivi di tipo idraulico al piede dei versanti, possono andare incontro alla perdita dell'equilibrio ed evolvere come fenomeni gravitativi. Osservando, inoltre, il territorio ad una scala ridotta si coglie anche un aspetto strutturale, nell'eventuale rottura degli equilibri, nell'allineamento delle cime montuose, nell'orientamento delle creste e dei reticoli idrografici, per l'esistenza di lineazioni di faglia e di fratturazione.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 33 di 110
---	---

Lo studio eseguito ha compreso il rilevamento geologico e geomorfologico, l'esecuzione di una campagna di indagine geognostica e geofisica e l'esame di foto aeree. Inoltre sono state analizzate e verificate le fonti cartografiche ufficiali quali:

- Carta Geologica della Regione Toscana in scala 1:10.000 (Database geologico regionale);
- Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, Foglio 278 "Pieve Santo Stefano (APAT, assorbita da ISPRA – Servizio Geologico d'Italia);
- IFFI Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia;
- Inventario dei fenomeni franosi e situazioni di rischio da frana, scala 1:10.000, Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico, Tavole 300 e 303, Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

Nel corso del lavoro di rilevamento geologico-geomorfologico e di esame delle foto aeree è emersa una buona corrispondenza tra le frane riportate nella carta geologica della Regione Toscana e nel progetto IFFI e i corpi di frana rilevati. In parte minore tale corrispondenza si è rilevata nei contorni delle frane riportate nel PAI.

Gli scriventi hanno, tuttavia, proceduto ad un proprio lavoro di rilievo a scala 1:2.000 e, per alcune zone, a scala 1:500 e di restituzione cartografica a scala 1:2.000, che ha portato a ridefinire per alcune frane i limiti, anche compatibilmente con la maggiore scala di rilievo, e a riconoscere anche altre frane, in particolare fenomeni attivi.

Nella carta geologica e geomorfologica del presente progetto vengono riportati i corpi di frana rilevati come unità geologiche, distinte con le seguenti sigle, in funzione del grado di attività:

- **Frane stabilizzate (a1s)**
- **Frane quiescenti (a1q)**
- **Frane attive (a1a)**

Il grado di attività stimato per le frane si è basato sul rilievo di una serie di parametri riscontrabili dall'esame delle foto aeree e dall'osservazione delle condizioni morfologiche attuali, della presenza o assenza di indizi di movimenti gravitativi recenti, dello sviluppo della vegetazione e delle condizioni al contorno.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 34 di 110
---	---

Nella stessa carta geologica sono riportati i contorni delle frane, con idoneo colore o campitura sovrapposta alla geologia della zona, della Carta Geologica della Regione Toscana e dei progetti PAI e IFFI.

Nella figura 7.6 seguente è riportata una mappa con i contorni delle frane contenute nelle cartografie ufficiali.

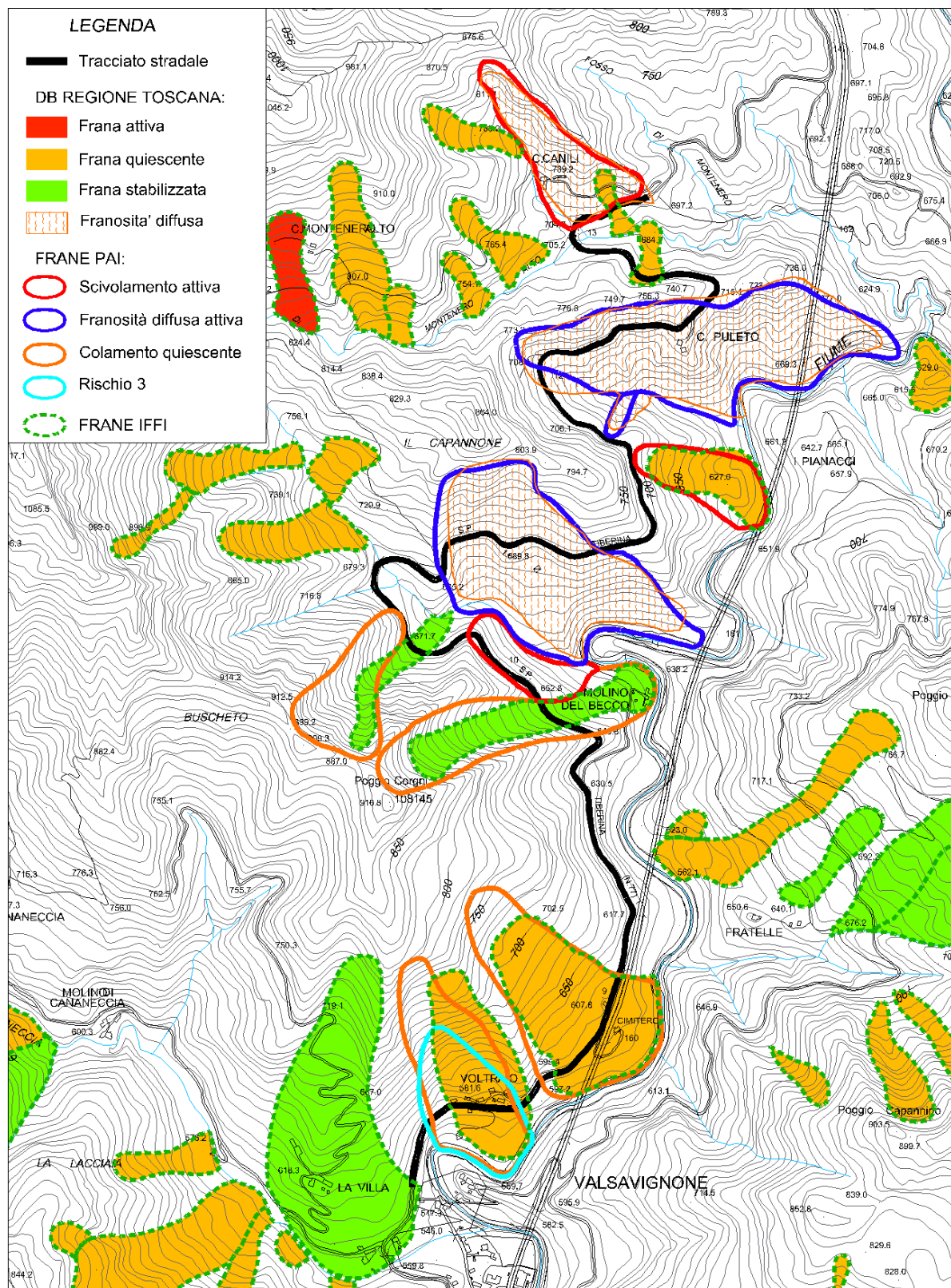


Fig. 7.6 – Mappa con riportate le frane delle cartografie di Regione Toscana, PAI e IFFI.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 36 di 110
---	---

La cartografia della Regione Toscana non valuta come attivo alcun fenomeno gravitativo interessante il tracciato di progetto ma solo frane quiescenti e stabilizzate. Individua, inoltre, vaste aree definite a franosità diffusa nella parte centro-settentrionale dell'area.

Il progetto IFFI riporta sostanzialmente le medesime aree in frana della carta della Regione Toscana, ad eccezione delle aree a franosità diffusa.

Per quanto concerne il PAI, non viene valutata come stabilizzata alcuna frana ma solo frane attive e quiescenti, oltre franosità diffusa attiva su grandi aree. I più estesi fenomeni franosi individuati dal PAI corrispondono a quelli della Regione Toscana, ad eccezione di quello più a meridione (in località La Villa), stabilizzato per la Regione Toscana, non presente per il PAI. Comunque anche le frane in comune alle due fonti presentano delle differenze nei contorni, in alcuni casi anche molto accentuate, e differenze nel grado di attività. Inoltre il PAI inserisce una frana di scorrimento attivo, non presente per la Regione. Infine riporta anche due vaste aree a franosità diffusa attiva nella zona centro-settentrionale dell'area, i cui confini sono molto simili a quelli delle due aree a franosità diffusa della Regione Toscana.

Un ulteriore aspetto affrontato nel presente studio ha riguardato il rilievo e l'analisi, in parte già illustrati in precedenza, dei "dissesti stradali", cioè della serie di situazioni di dissesto interessanti la carreggiata stradale e riconducibili a movimenti dei terreni di appoggio del corpo stradale. Queste situazioni si sono riscontrate in varia misura lungo tutto il tracciato stradale e sono caratterizzate da diversi livelli di gravità: da semplici fessurazioni presenti sul lato di valle della carreggiata non accompagnate da dislocazioni, a vere e proprie rotture della pavimentazione con tipico andamento circolare concavo verso valle, fino alla linea di mezzzeria e, talora, anche oltre, accompagnate da dislocazioni verticali fino a circa 1 m, per arrivare a franamenti veri e propri del corpo stradale che hanno costretto a ridurre la sezione della strada (Fig. 7.7). Sono stati osservati, inoltre, anche depositi di versante, sotto forma di falde di detrito che raggiungono il piede del versante in corrispondenza dell'alveo del corso d'acqua di riferimento.

Infine, nelle formazioni con maggiore incidenza della porzione pelitica, come il Membro di Montecoronaro della Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola, si sono osservate

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 37 di 110
---	---

vaste aree interessate da erosione areale (vedi Figg. 7.3 e 7.5), responsabile del continuo distacco e trasporto verso valle del detrito, che in molti tratti della parte settentrionale del tracciato di progetto raggiunge la sede stradale.

Altre forme di erosione, soprattutto di tipo concentrato si rilevano in corrispondenza delle scarpate a forte pendenza poste immediatamente a ridosso dell'alveo del Fiume Tevere, i cui effetti raggiungono in taluni casi il tracciato stradale.

Gli aspetti descritti verranno trattati dettagliatamente nel Cap. 9.



Fig. 7.7 – Frammento del corpo stradale in corrispondenza della progr. 1.855.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 38 di 110
---	---

8. SCHEMA IDROGEOLOGICO

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

Il substrato è stato distinto in due diversi complessi:

- complesso a permeabilità medio-bassa per fratturazione, rappresentato dalle formazioni delle Arenarie del Cervarola e dalla Marnoso-Arenacea Romagnola membro di Premilcuore, costituite da sequenze pelitico-arenacee con rapporto arenaria/pelite compreso tra 1/3 e 1/5;

- complesso a permeabilità bassa per fratturazione, rappresentato dalla formazione della Marnoso-Arenacea Romagnola membro di Montecoronaro, costituito da sequenze pelitico-arenacee con rapporto arenaria/pelite < 1/6.

In queste unità idrogeologiche possono attivarsi piccole falde acquifere sospese, nelle coltri di alterazione, oppure localizzate circolazioni idriche, anche in pressione, in profondità, all'interno di banchi arenacei fessurati.

Per quanto riguarda i depositi di copertura si sono distinti due complessi idrogeologici.

- Il complesso a permeabilità media per porosità, rappresentato dai depositi di versante, dagli accumuli di frana e dai conoidi alluvionali, ha una granulometria di tipo limo-sabbioso debolmente argilloso nella matrice, con presenza di uno scheletro clastico di arenarie e marne. In tale complesso possono essere presenti piccole falde di variabile potenzialità idraulica che spesso alimentano la falda acquifera di fondovalle.

- Il complesso a permeabilità alta per porosità, rappresentato dai depositi alluvionali di fondovalle, ha una granulometria prevalentemente di tipo ghiaioso e sabbioso con percentuali minori di limo e argilla. In questo complesso è presente generalmente una falda acquifera di tipo freatico di significativa potenzialità idraulica.

Nella campagna di indagine pregressa non erano stati installati piezometri per il monitoraggio delle falde idriche presenti.

Nella campagna di indagine eseguita per la presente progettazione sono stati installati n. 7 piezometri a tubo aperto lungo l'intero tracciato in corrispondenza di n. 7 sondaggi

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 39 di 110
---	---

eseguiti. Di seguito si elencano i piezometri installati, per ognuno dei quali sono riportate la profondità di installazione e le relative quote assolute e progressive di progetto.

Piezometro	S5 (15,8 m)	S7 (19,9 m)	S8 (19,5 m)	S9 (30,5 m)	S10 (13,5 m)	S11 (24,7 m)	S12 (12,0 m)
Q. assoluta (m s.l.m.)	578,5	708,0	707,0	691,8	662,7	651,0	708,9
Progr. (m)	390	3.694	3.515	2.922	2.043	1.811	4.510

I piezometri S5, S9, S11, S12 sono stati installati all'interno di corpi di frana, mentre i piezometri S7, S8 e S10 sono stati installati all'interno delle unità del substrato, in cui sono state riscontrate spesse coltri di alterazione (Fig. 7.8).



Fig. 7.8 – Pozzetti di protezione dei piezometri S7 (a sinistra) e S9 (a destra).

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 40 di 110
---	---

Il giorno 22.05.2020 e il giorno 29.05.2020 sono state eseguite misure dei livelli piezometrici in corrispondenza dei piezometri installati.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati delle misure eseguite, in termini di profondità del livello piezometrico (in metri) rispetto al piano di campagna.

Piezometro	S5	S7	S8	S9	S10	S11	S12
22.05.2020 Livello (m)	7,20	11,65	asciutto	12,25	asciutto	8,60	2,96
29.05.2020 Livello (m)	7,00	11,99	asciutto	12,27	asciutto	8,92	2,18

Due piezometri su tre installati nel substrato lapideo non hanno restituito livelli d'acqua fino alle profondità di installazione. Tra tutti i piezometri installati solo S12 ha mostrato un livello piezometrico abbastanza superficiale (-2,96 m nella prima misura, -2,18 m nella seconda). Un'indicazione fornita dalle misure eseguite è la presenza di falde all'interno dei corpi di frana e, in parte, all'interno delle coltri di alterazione del substrato. In queste situazioni idrogeologiche la circolazione idrica sotterranea avviene all'interno dei depositi di copertura ed è sostenuta dal sottostante substrato che presenta valori di permeabilità inferiori.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 41 di 110
---	---

9. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE, LITO-STRATIGRAFICHE, STRUTTURALI ED IDROGEOLOGICHE DI DETTAGLIO LUNGO IL TRACCIATO DI PROGETTO

Nel presente capitolo viene eseguita la descrizione delle formazioni, delle condizioni strutturali, delle caratteristiche geomorfologiche riscontrate lungo il tracciato di progetto, con riferimento alla Carta geologica e geomorfologica, al Profilo geologico e alle Sezioni geologiche, nonché delle caratteristiche idrogeologiche, derivanti sia dai dati raccolti nel rilevamento geologico, che dai sondaggi, dalle prove penetrometriche e dalle indagini geofisiche eseguiti. Di seguito si riporta la legenda allegata ai disegni geologici che sintetizza le formazioni affioranti, le indagini e gli altri elementi lungo il tracciato di progetto e nelle zone contermini (fig. 9.1).

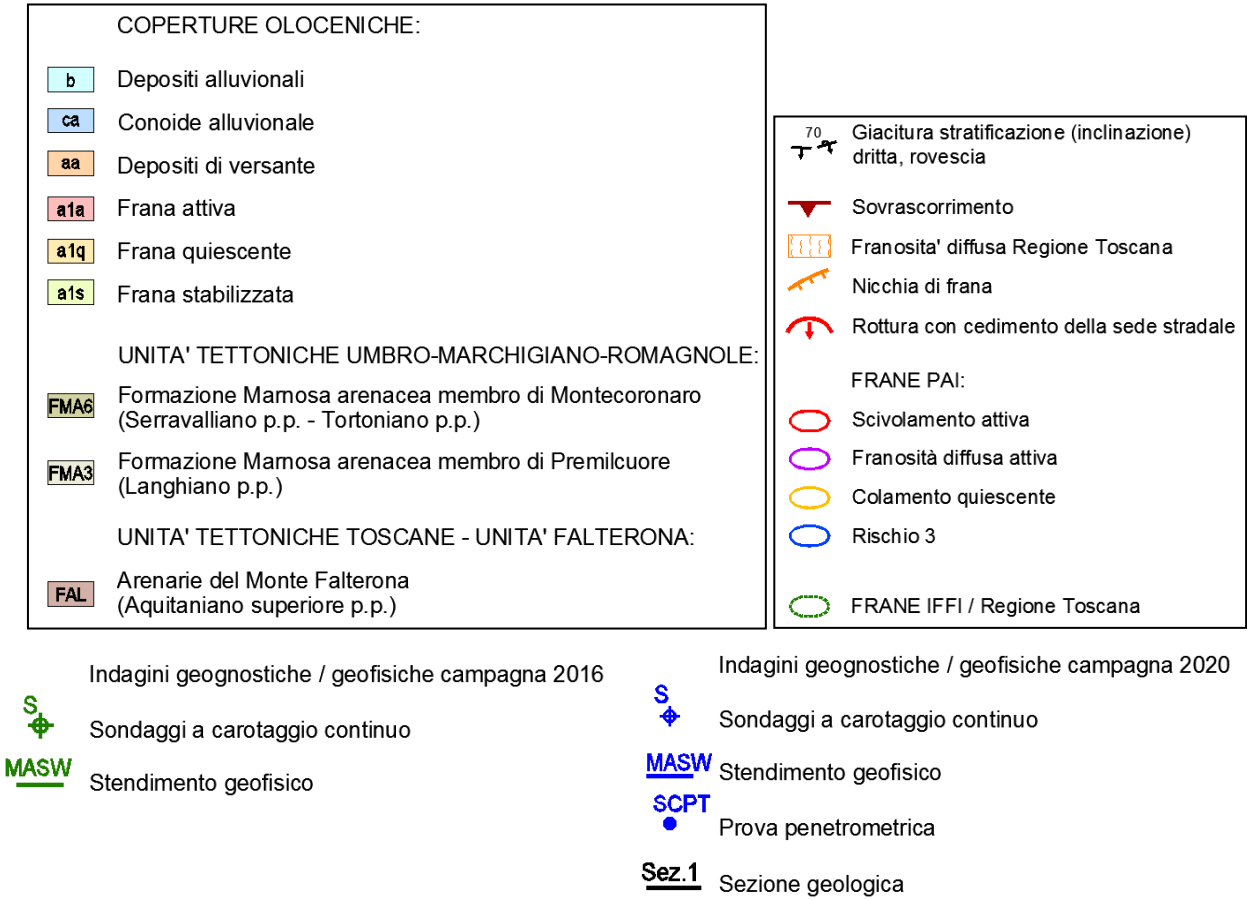


Fig. 9.1 – Legenda della carta geologica di progetto.

<p style="text-align: center;">LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 42 di 110</p>
--	---

Di seguito viene effettuata, per tratti omogenei in senso geologico, la descrizione delle caratteristiche geomorfologiche e dei dissesti, lito-stratigrafiche-idrogeologiche e tettonico-strutturali delle formazioni presenti lungo il tracciato, nonché dell'assetto giaciturale delle stesse formazioni. La trattazione fa specifico riferimento al tracciato di progetto e, in particolare, è accompagnata dallo stralcio, tratto per tratto, della carta geologica-geomorfologica. Inoltre, nella trattazione si allegano stralci del profilo geologico e delle sezioni geologiche, relativamente alle situazioni più significative, come ad esempio le zone con presenza di frane.

La descrizione generale delle caratteristiche litologiche delle varie formazioni è già stata affrontata nel Cap. 6, cosicché nel presente capitolo verranno richiamate, in sintesi, le suddette caratteristiche illustrando, in particolare, le indagini eseguite e mettendo in risalto, eventualmente, le caratteristiche litologiche riscontrate a livello locale.

□ **Tratto 1 (Prog. 0+000 – 0+160).** In questo primo tratto è presente una frana stabilizzata (a1s) in copertura alle Arenarie del Falterona (FAL). Non si segnalano dissesti lungo la carreggiata stradale e nei tratti limitrofi del versante (Figg. 9.2 e 9.3).

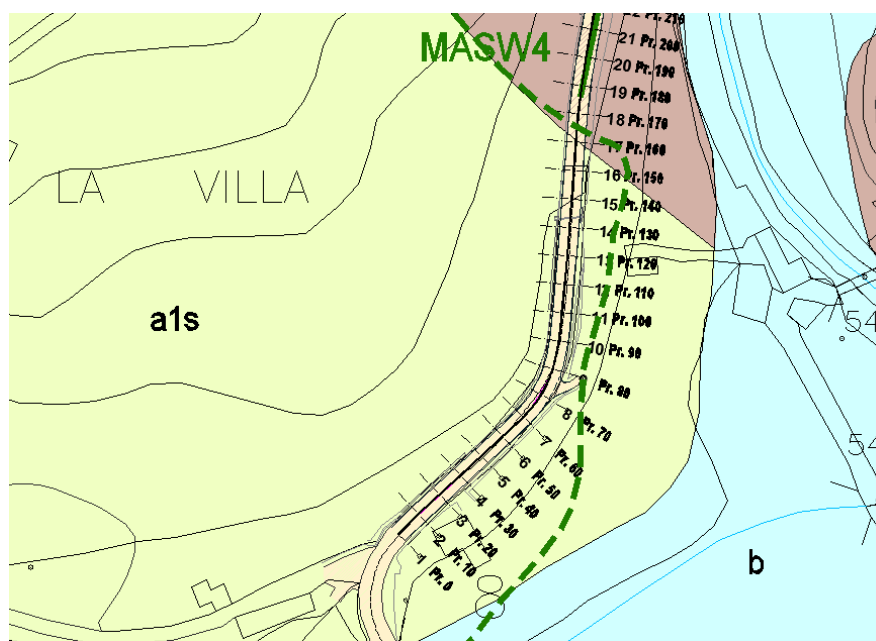
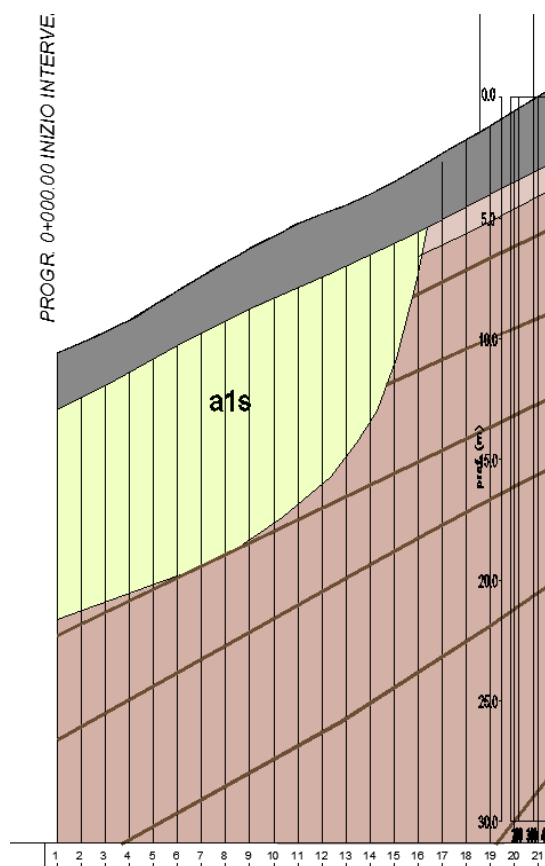


Fig. 9.2 – Stralcio carta geologica e geomorfologica, Tratto 1.



*Fig. 9.3 – Stralcio profilo geologico
Tratto 1.*

- **Tratto 2 (Prog. 0+160 – 0+368).** Nel secondo tratto affiora a monte della strada direttamente il substrato lapideo con le Arenarie del Falterona (FAL) (Fig. 9.4). A monte della S.S. 3 bis sono presenti alcuni affioramenti della formazione, rappresentati da alternanze di marne e arenarie grigie; le arenarie si presentano anche in spessi strati (30-70 cm) fino a bancate di 1,5 m di spessore. L'ammasso risulta attraversato da fratture verticali, localmente ampie e beanti. La formazione ha un assetto da reggipoggio a traversopoggio (immersioni tra W e SSW) con inclinazioni crescenti lungo il tratto, da pochi gradi a 67°. Sul pendio si osservano alcuni blocchi di arenaria provenienti da crolli avvenuti da affioramenti rocciosi posti ancora a monte; inoltre, intorno alle progr. 340 e 360, si osservano sulla scarpata a monte alcuni modesti fenomeni rispettivamente di ruscellamento e crollo di un muretto.

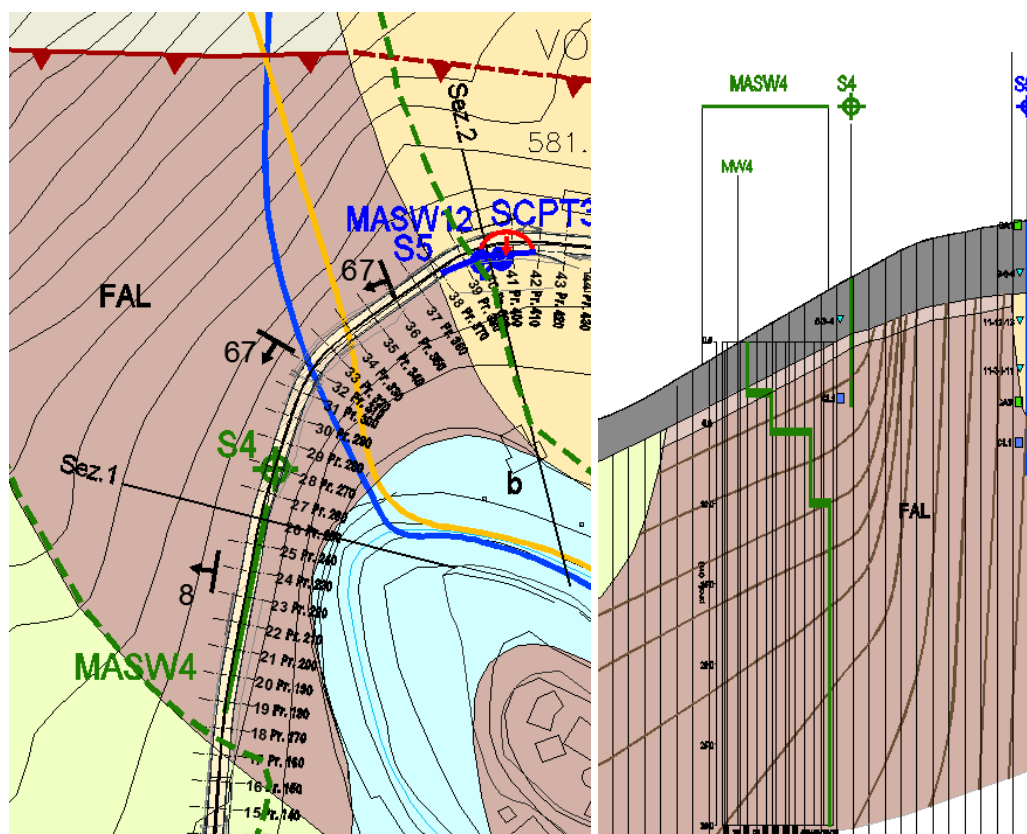


Fig. 9.4 – Stralcio carta geologica e geomorfologica e del profilo geologico, Tratto 2.

A valle della carreggiata, tra le progr. 220 e 250, si osserva una scarpata di erosione, alta circa 20 m e a forte pendenza, dovuta all'azione morfogenetica del sottostante Fiume Tevere; gli effetti di questa azione di richiamo si estendono verso monte giungendo fino alla quota del muro di sostegno.

Nella campagna di indagine del 2016 lungo questo tratto furono eseguiti il sondaggio S4 (m 8) e la prova sismica MASW4.

Il sondaggio ha evidenziato, in sintesi, la seguente stratigrafia:

- m 0,00-0,40 conglomerato bituminoso
- m 0,40-3,80 misto granulare di fondazione a spigoli vivi con Φ max > 10 cm, calcareo, marnoso, da 2,4 a 3,8 m limoso-argilloso (corpo stradale)

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 45 di 110</p>
--	---

- m 3,80-4,50 *argille marnose di colore marrone (fino a -4,10 m), detrito di arenaria con sabbia e limo di colore marrone chiaro (strato di alterazione del substrato)*
- m 4,50-8,00 *calcare marnoso di colore grigio con laminazioni e stratificazioni inclinate tra 20° e 40° sul piano orizzontale (Arenarie del Falterona)*

Nel sondaggio S4 è stata eseguita una prova SPT a -2,40-2,85 m, nell'ambito del corpo stradale: $N_{spt} = 7$ testimonia la presenza di un materiale allo stato sciolto.

La sottostante formazione delle Arenarie del Falterona, superata la coltre di alterazione e un primo livello molto fessurato (fino m 5,30 circa), nel carotaggio ha fatto registrare valori di RQD passanti da 36 a 100, indicando un ammasso con un miglioramento crescente delle caratteristiche meccaniche, discrete-buone già a 6 m di profondità.

Per questa zona di intervento è stata costruita la sezione geologica 1, passante alla progr. 250, che sintetizza quanto fin qui illustrato, di seguito riportata (Fig. 9.5).

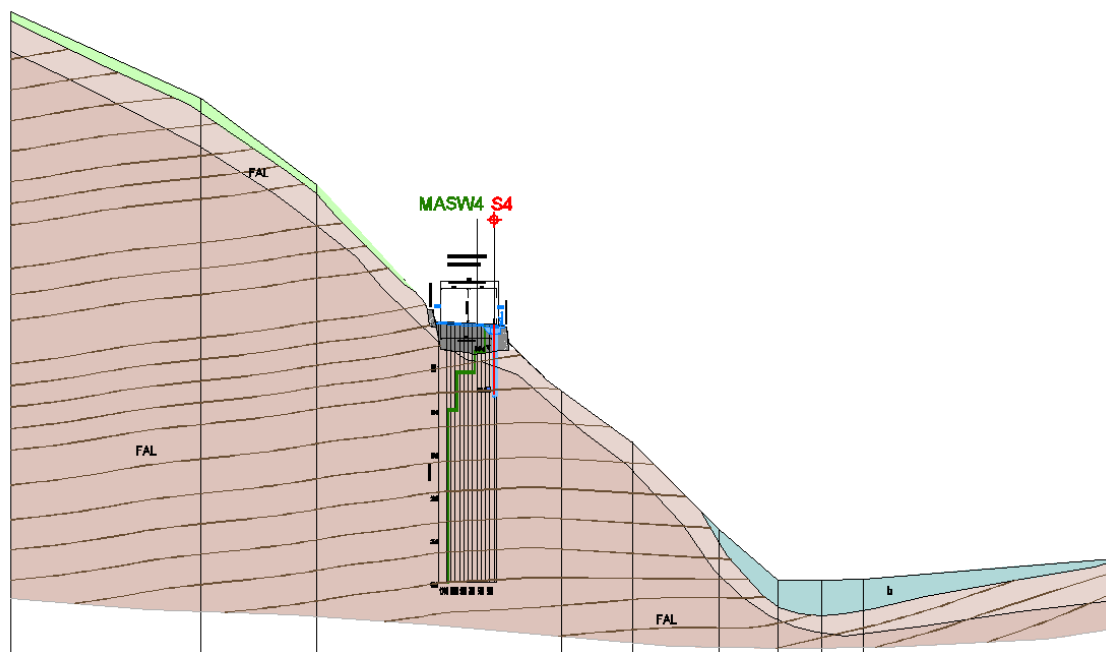


Fig. 9.5 – Sezione geologica 1, Tratto 2.

- **Tratto 3 (Prog. 0+368 – 0+520).** Lungo il tratto 3 il tracciato attraversa una frana quiescente (a1q) che raggiunge la valle del Tevere e si appoggia sulle Arenarie del Falterona (FAL) (Figg. 9.6 e 9.7).

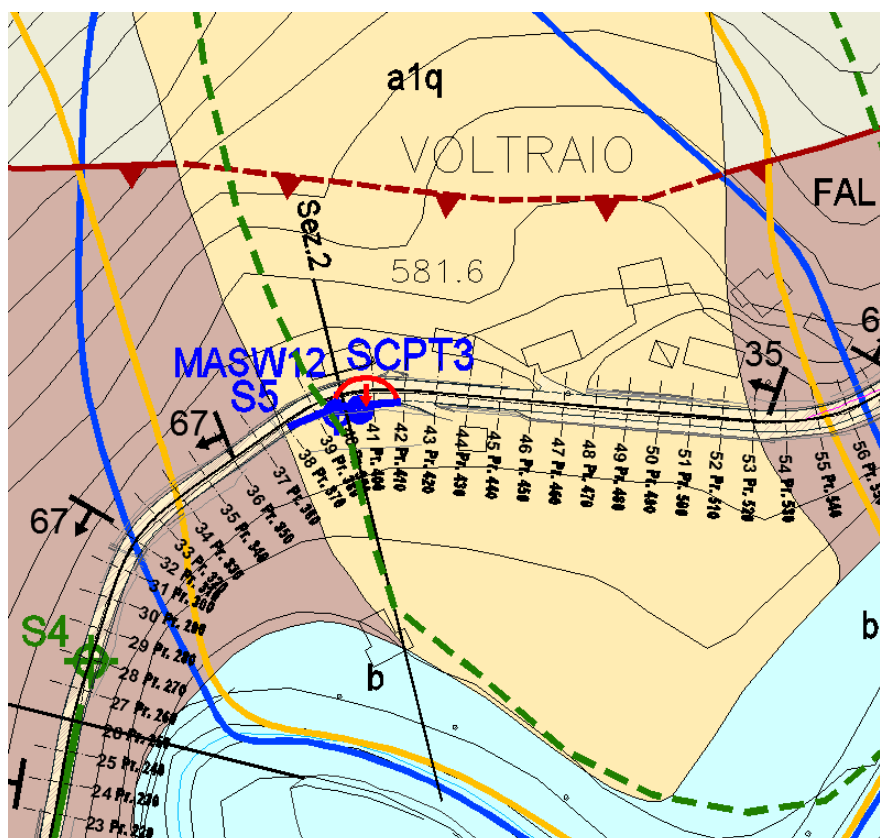


Fig. 9.6 – Stralcio carta geologica e geomorfologica, Tratto 3.

Lungo la strada, nella parte iniziale del tratto (progr. 378 – 406), si è rilevato un cedimento della sede stradale, confinato da una fessurazione di forma circolare, ad andamento concavo verso valle, che attraversa l'intera carreggiata giungendo in prossimità della recinzione di un'abitazione ubicata a monte della sede stradale (Fig. 9.8). A valle della strada è presente un alto rilevato che il dissesto sembra non coinvolgere. La causa di tale dissesto potrebbe essere imputata alle carenti caratteristiche meccaniche dei terreni costituenti il corpo stradale e a infiltrazioni di acqua da monte. Il resto del tracciato stradale è immune da significativi dissesti.

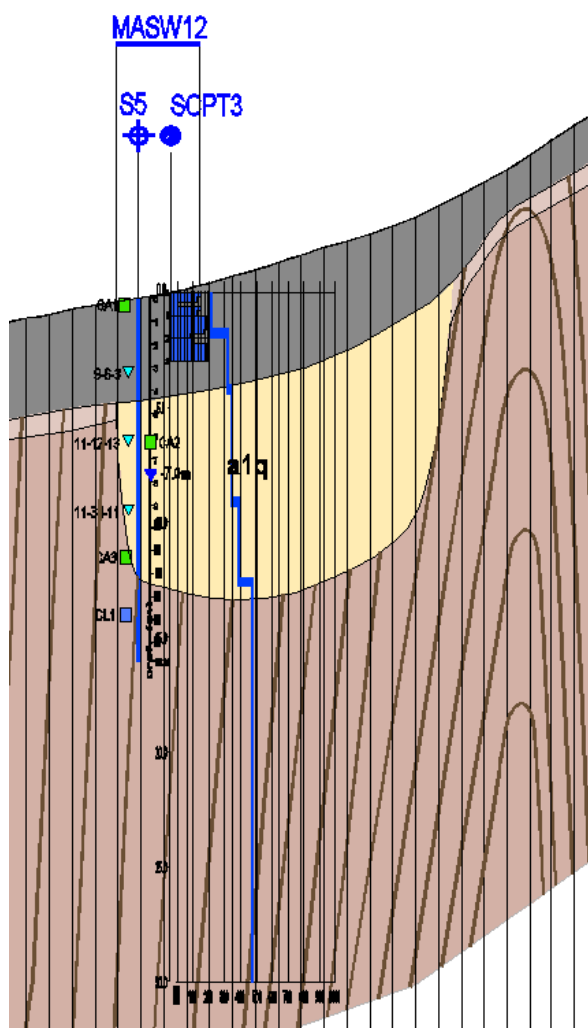


Fig. 9.7 – Stralcio profilo geologico,
Tratto 3.



Fig. 9.8 – Particolare del dissesto
sulla carreggiata lungo il Tratto 3.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 48 di 110
---	---

Nella campagna di indagine del 2020 lungo questo tratto sono state effettuate le seguenti indagini:

- Sondaggio S5 (m 15,80), con installazione di un piezometro a tubo aperto
- Prova penetrometrica SCPT 3 (m 3,00)
- MASW12.

Il sondaggio S5 ha evidenziato la seguente stratigrafia:

- m 0,00-0,10 *conglomerato bituminoso*
- m 0,10-3,00 *limo sabbioso di colore marrone-grigiastro con frammenti di calcare, calcarenite e arenaria, eterometrici (dimensioni fino a 5-10 cm) (corpo stradale)*
- m 3,00-6,50 *frammenti di calcare, calcarenite e arenaria, eterometrici (dimensioni fino a 5-10 cm) in scarsa matrice sabbio-limosa e limo-sabbiosa di colore marrone, con presenza di un trovante calcareo (corpo stradale)*
- m 6,5-7,5 *limo sabbioso marrone scuro, poco consistente, con frammenti talora abbondanti di calcare biancastro, calcarenite grigia, arenaria marrone, da millimetrici a centimetrici (fino a 5-10 cm) (corpo stradale)*
- 7.5 - 8.0 *Argilla limosa grigio scura, a tratti debolmente sabbiosa, mediamente consistente, plastica, con rari inclusi millimetrici di arenaria marrone brunastra (fino 1-2 cm). (corpo di frana)*
- 8.0 – 11.6 *Limo argilloso marrone e grigio, a tratti sabbioso (8.7 – 9.0 m e 10.6 - 11.6 m), consistente, con pochi inclusi millimetrici (fino 1-2 cm). Tra circa 9.5 – 10.0 m presenza di sfumature arancioni e abbondanti frammenti di arenaria grigia e marrone rossastra (alterata e friabile) anche di 10 cm (corpo di frana)*
- 11.6 – 12.2 *Frammenti di marna grigia con sfumature rossastre (corpo di frana)*
- 12.2 – 15.8 *Marna siltitica grigia, compatta, con livello arenaceo grigio di pochi centimetri a 12.8-13.0 m, fratturata in corrispondenza di una frattura subverticale con calcite a circa 12.5 – 12.6 m (Arenarie del Falterona)*

La prova penetrometrica SCPT3 ha raggiunto il rifiuto a m 3,00, verosimilmente in corrispondenza dell'inizio di uno strato più grossolano del rilevato stradale.

<p style="text-align: center;">LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 49 di 110</p>
--	---

Quindi sul lato valle della carreggiata lo spessore del corpo stradale è pari a 7,5 m. Questo si appoggia sui depositi di frana che si approfondiscono fino a m 12,2 dove si è registrato il passaggio al substrato.

Nel sondaggio S5 sono state effettuate le seguenti SPT:

3.0m	9-6-3	(Nspt=9)	corpo stradale
6.0m	11-12-13	(Nspt=25)	corpo stradale
9.0m	11-34-11	(Nspt=45)	depositi di frana

La sottostante formazione delle Arenarie del Falterona ha fatto registrare valori di RQD elevati, passanti da 80 a 100, indicando un ammasso con qualità da buona a eccellente.

Il piezometro installato nel sondaggio S5 ha fatto registrare, nelle due misure rilevate (vedasi Cap. 8), profondità del livello piezometrico variabili tra m 7,20 e m 7,00 dal p.c.. Questo dato è correlabile con la presenza di una circolazione idrica all'interno del deposito di frana

Per questa zona di intervento è stata costruita la sezione geologica 2, passante alla progr. 390, che sintetizza quanto fin qui illustrato, di seguito riportata (Fig. 9.9).

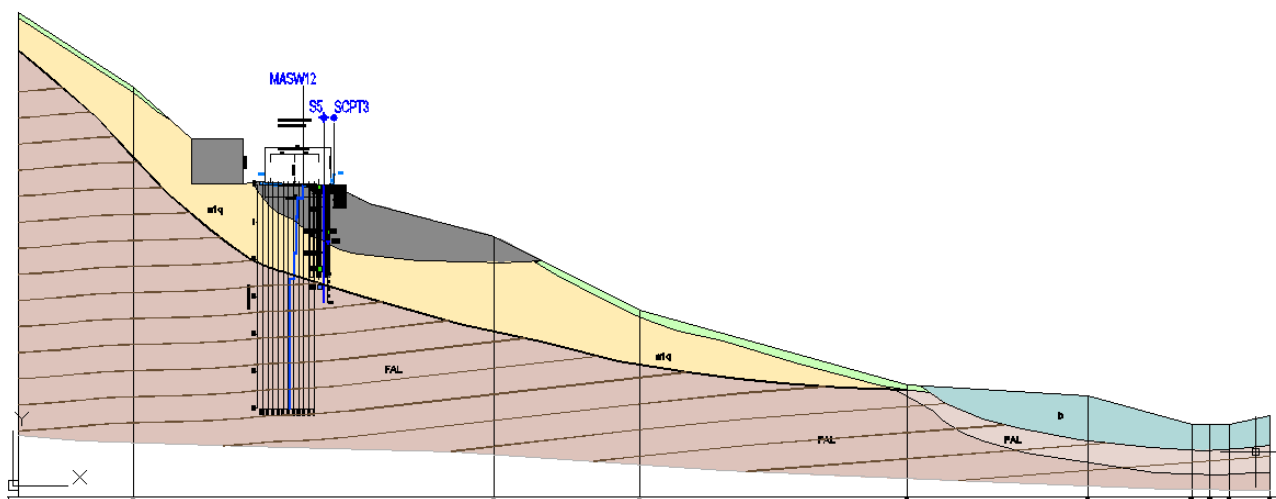


Fig. 9.9 – Sezione geologica 2, Tratto 3.

□ **Tratto 4 (Prog. 0+520 – 0+667).** Nel quarto tratto affiora a monte della strada direttamente il substrato lapideo con le Arenarie del Falterona (FAL) (Fig. 9.10). A monte della S.S. 3 bis sono presenti estesi affioramenti della formazione, rappresentati da alternanze di marne e arenarie grigie; le arenarie si presentano anche in spessi strati fino a oltre 1,0 m di spessore. E' interessante osservare strutture di erosione alla base degli strati arenacei, classificabili come groove casts, nella parte iniziale del tratto presso la località Voltraio (Fig. 9.11). L'ammasso risulta attraversato da una fratturazione disposta perpendicolarmente agli strati. La formazione ha un assetto a traversopoggio; gli strati lungo il tratto passano da immersioni a NW con inclinazioni di 35° (appena fuori dell'abitato di Voltraio) a immersioni a NE con inclinazioni comprese tra 64° e 74°. Dal punto di vista tettonico-strutturale si individua una piega che interessa l'ammasso in vicinanza del fronte di accavallamento passante poco a NE.

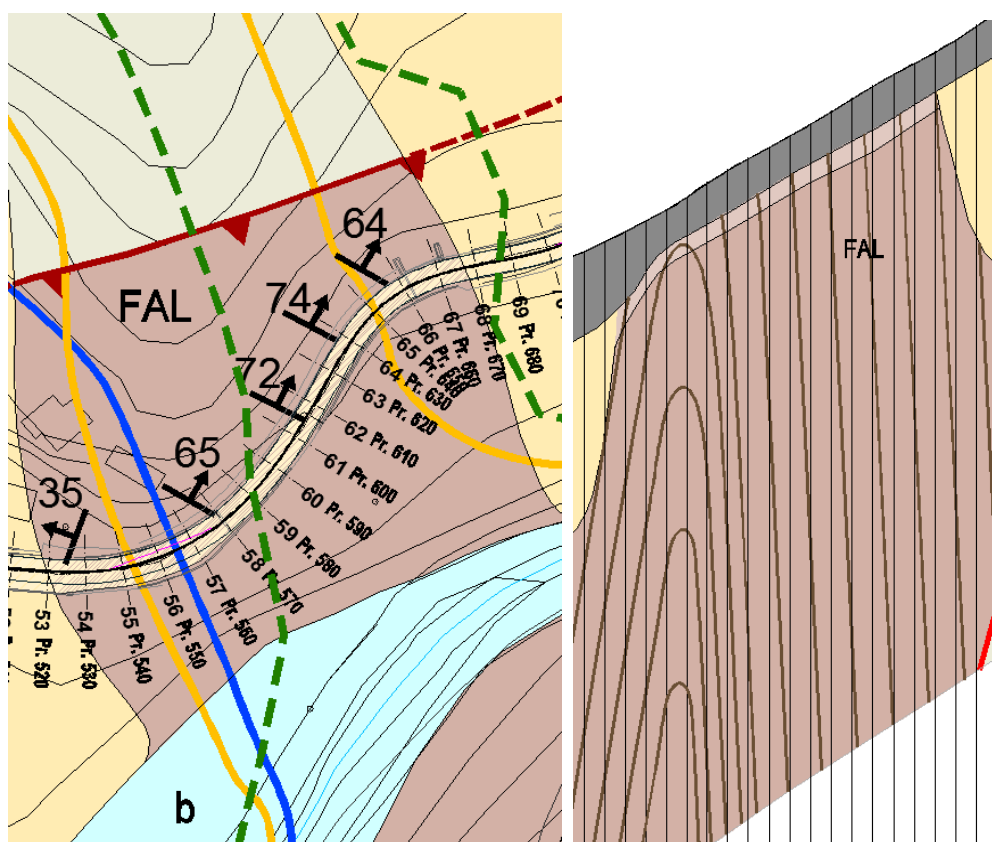


Fig. 9.10 – Stralcio carta geologica e geomorfologica e profilo geologico, Tratto 4.

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 51 di 110</p>
--	---



Fig. 9.11 – Strutture del tipo groove casts alla base di uno strato di arenaria presso Voltraio.

Lungo il tratto in esame la carreggiata stradale non presenta lesioni significative.

Il rilievo dei rivestimenti metallici delle scarpate in roccia lungo questo tratto ha evidenziato una parete in roccia a forte pendenza con grossi blocchi in equilibrio precario. La rete paramassi appare in buone condizioni ma localmente risulta staccata al piede. Inoltre è presente di abbondante vegetazione arbustiva e arborea che invade il rivestimento metallico (Fig. 9.12).

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 53 di 110</p>
--	--



Fig. 9.12 – Rivestimento metallico su parete rocciosa - Tratto 4.

- **Tratto 5 (Prog. 0+667 – 0+980).** Lungo il tratto 5 è presente una estesa frana quiescente (a1q) che raggiunge il fondovalle del Fiume Tevere, posta in copertura del fronte di accavallamento delle Unità Toscane, rappresentate dalla formazione delle Arenarie del Falterona (FAL), sulle Unità Umbro-Marchigiano-Romagnole, rappresentate dalla formazione Marnoso-Arenacea Romagnola e, in particolare, dal Membro di Premilcuore (FMA3) (Fig. 9.13). Non si segnalano dissesti lungo la carreggiata stradale e nei tratti limitrofi del versante

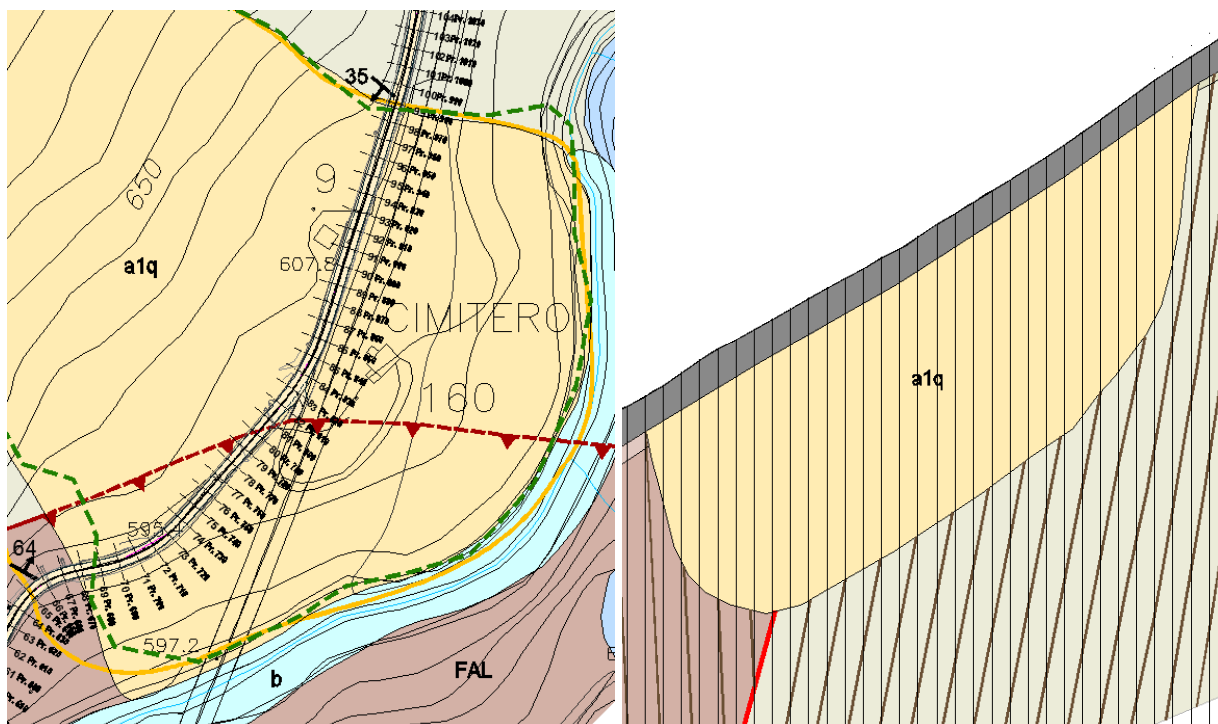


Fig. 9.13 – Stralcio carta geologica e geomorfologica e profilo geologico, Tratto 5.

□ **Tratto 6 (Prog. 0+980 – 1+467).** Lungo questo tratto a monte della strada affiora in alcuni punti il substrato lapideo costituito dal membro di Premilcuore della Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola (FMA3) (Figg. 9.14 e 9.15). La formazione è rappresentata da alternanze di marne e arenarie grigie, con bancate di arenaria che superano il metro di spessore. Dalle giaciture misurate risulta che la formazione ha un assetto da reggipoggio a traversopoggio; gli strati lungo il tratto passano da immersioni a SW a immersioni a W, con inclinazioni abbastanza costanti di 30-35° (appena fuori dell'abitato di Voltraio) con inclinazioni comprese tra 64° e 74°.

La sede della carreggiata fino alla progressiva 1.180 circa non presenta dissesti significativi. Tra progr. 1.180 e progr. 1.220 circa il lato di valle presenta alcune lesioni che localmente giungono fino a metà carreggiata. Va segnalato che a partire dalla progr. 1.200 circa fino al termine del tratto, a valle della strada è presente un versante a forte pendenza a ridosso del Fiume Tevere.

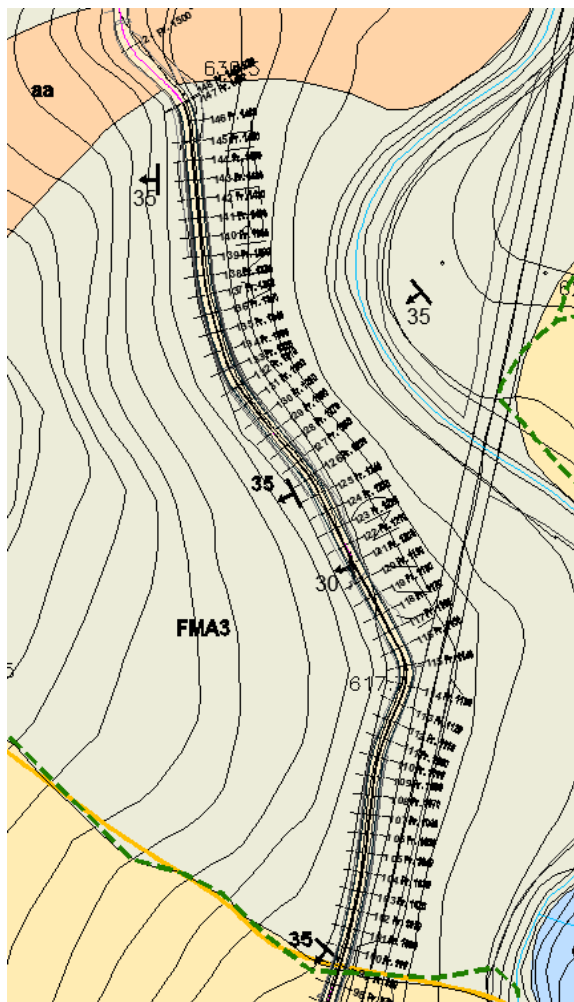


Fig. 9.14 – Stralcio carta geologica e geomorfologica, Tratto 6.

Tra l'inizio del tratto e la progr. 1.240 circa, a monte del tracciato sono presenti alcuni massi rocciosi distaccatisi dal versante.

Il rilievo dei rivestimenti metallici delle scarpate in roccia lungo questo tratto ha evidenziato, tra la progr. 1.360 e il termine, una alta parete rocciosa a forte pendenza. La rete paramassi risulta in buone condizioni ma localmente staccata al piede con fuoriuscita di detrito che raggiunge la sede stradale. Inoltre è presente abbondante vegetazione arbustiva e arborea che invade il rivestimento metallico (Fig. 9.16).

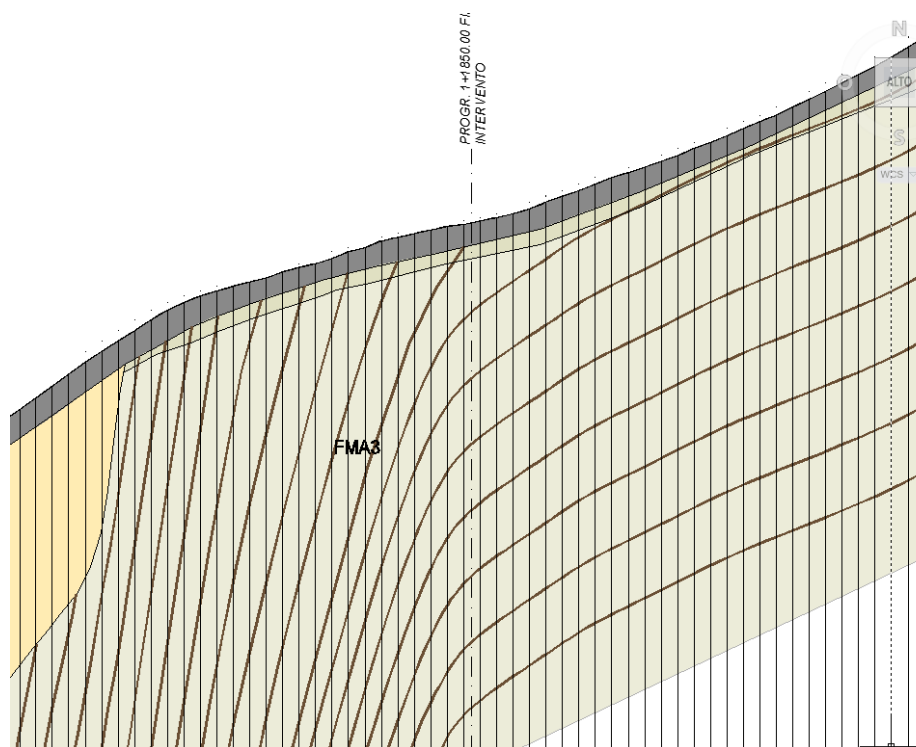


Fig. 9.15 – Stralcio profilo geologico, Tratto 6.



Fig. 9.16 – Rivestimento metallico su parete rocciosa - Tratto 6.

□ **Tratto 7 (Prog. 1+467 – 1+523).** Lungo questo tratto è presente un deposito di versante (aa) che si colloca in una stretta depressione del versante e che raggiunge il fondovalle del Fiume Tevere in corrispondenza del quale si amplia assumendo una configurazione a ventaglio (Fig. 9.17). Sia in corrispondenza della carreggiata che sul versante non si osservano dissesti significativi.

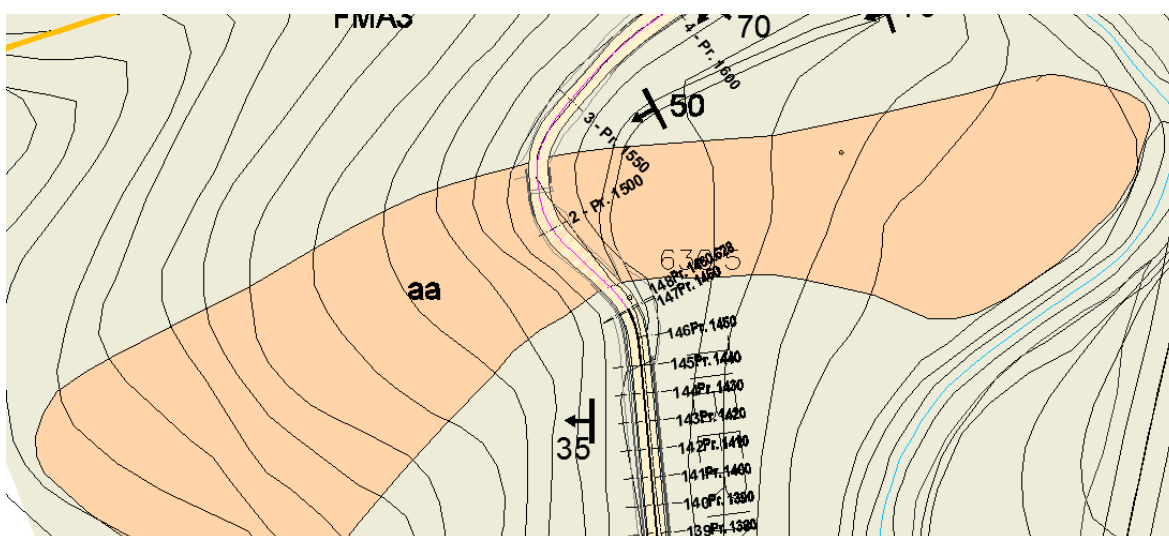


Fig. 9.17 – Stralcio carta geologica e geomorfologica, Tratto 7

□ **Tratto 8 (Prog. 1+523 – 1+732).** Lungo il tratto 8 a monte della strada, e localmente anche a valle, affiora estesamente la Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola - membro di Premilcuore (FMA3) (Fig. 9.18). Si tratta morfologicamente di una cresta compresa tra due depressioni del versante; in corrispondenza della cresta morfologica, nei pressi della progr. 1.625, affiorano bancate di arenaria grigia, fino a 1,5 m di spessore, alternate a marne grigie. Dalle giaciture misurate risulta che la formazione ha un assetto da reggipoggio a traversopoggio; gli strati lungo il tratto hanno immersioni costanti a SW con inclinazioni tra 40° e 70°. A valle dell S.S. 3 bis, lungo la strada che conduce a Molino del Becco sono presenti strutture di erosione alla base di uno strato di arenaria, classificabili come groove casts (Fig. 9.19). Sia in corrispondenza della carreggiata che sul versante non si osservano dissesti significativi.

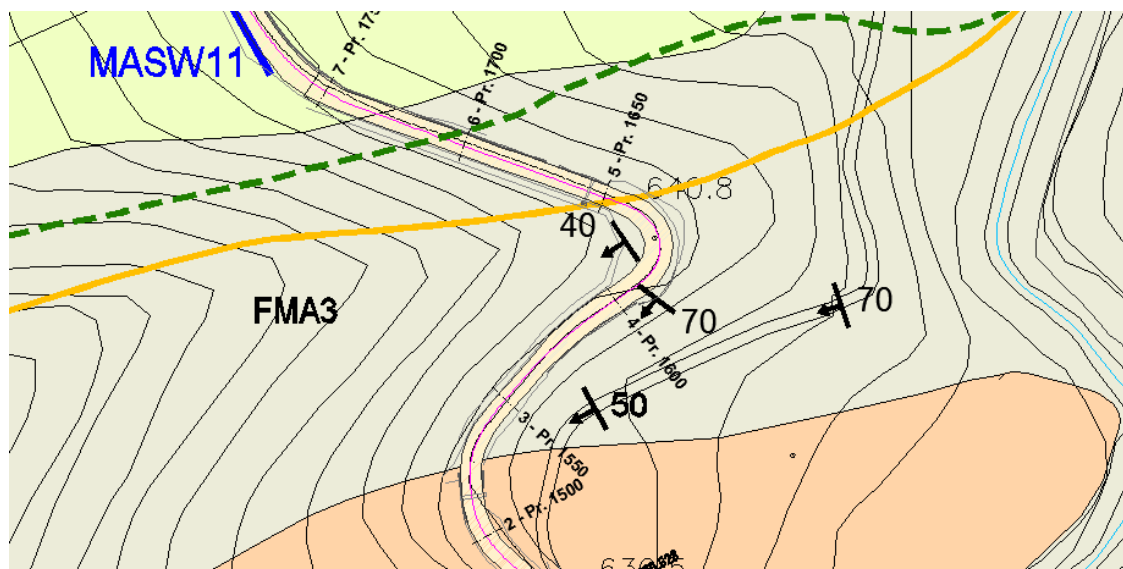


Fig. 9.18 – Stralcio carta geologica e geomorfologica, Tratto 8



Fig. 9.19 – Strutture del tipo groove casts alla base di uno strato di arenaria a valle della S.S. 3 bis.

Lungo il tratto in oggetto il rilievo dei rivestimenti metallici delle scarpate in roccia ha consentito di rilevare una parete rocciosa di notevole altezza e forte pendenza. La rete

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 59 di 110
---	---

paramassi che riveste con continuità la scarpata appare in buone condizioni ma in più punti è distaccata al piede con fuoriuscita di detrito e massi sulla sede stradale. Inoltre è presente abbondante vegetazione arbustiva e arborea, in particolare nell'ultima parte del tratto (Fig. 9.20).



Fig. 9.20 – Rivestimento metallico su scarpata in roccia – Tratto 8.

□ **Tratto 9 (Prog. 1+732 – 1+834).** In questo tratto il tracciato della S.S. 3 bis attraversa un corpo di frana stabilizzato (a1s) in copertura sulla Marnoso-Arenacea membro di Premilcuore (FMA3) (Fig. 9.21). Il corpo di frana occupa una stretta depressione del versante e giunge fino al fondovalle del Fiume Tevere, in località Molino del Becco (Fig. 9.22; vedasi anche Fig. 7.1).

Lungo questo tratto di strada sono stati rilevati fenomeni di cedimento e deformazione della sede stradale, soprattutto nella semicarreggiata di valle, dovuti a dissesto generalizzato del muro di sostegno a valle, determinato sostanzialmente da carente o assente manutenzione nel corso di un lunghissimo periodo di tempo, che si è esplicata soprattutto con la crescita indisturbata di vegetazione, anche arborea, tra i conci del muro e infiltrazione di acqua da monte entro il corpo stradale.

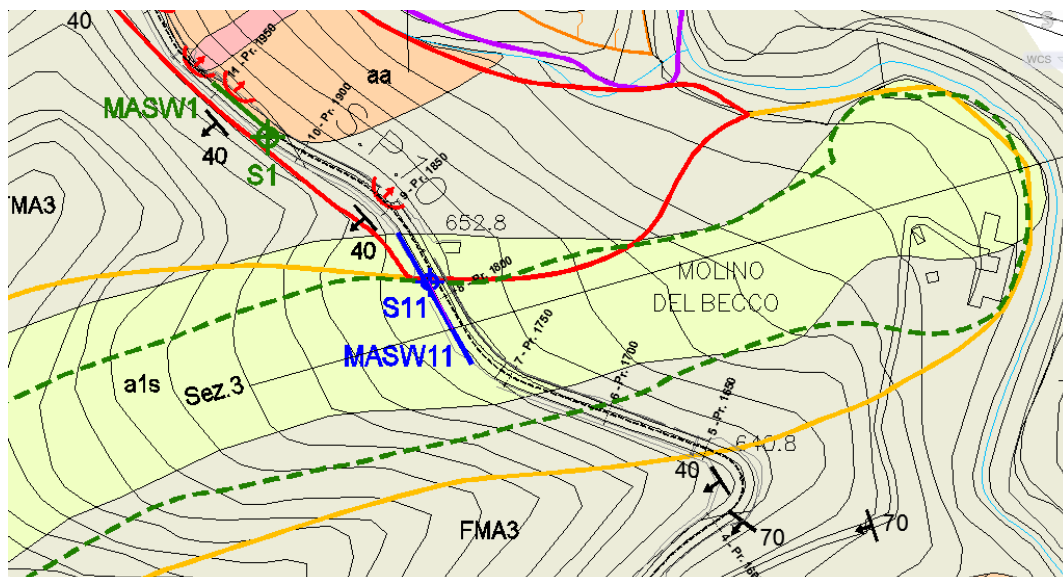


Fig. 9.21 – Stralcio carta geologica e geomorfologica, Tratto 9.

Considerando, quindi, sia la localizzazione della strada su un corpo di frana, pur se classificabile come stabilizzato, e le problematiche del muro di sostegno, si è eseguita nel 2020 un'indagine geognostica consistita in:

- Sondaggio S11 (m 24,70), con installazione di un piezometro a tubo aperto
- MASW11.

Il sondaggio S11 ha evidenziato la seguente stratigrafia, che si riporta in sintesi:

- m 0,0 – 1,8 Conglomerato bituminoso e corpo stradale.
- m 1,8 – 20,0 Deposito di frana costituito complessivamente da livelli di limo sabbioso, localmente argilloso, di colore marrone-avana, sabbia limosa e argillosa grigia, argilla limosa da grigia a marrone. Sono abbondanti in tutto l'ammasso i frammenti lapidei di composizione marnosa e arenacea, eterometrici (da millimetrici a 10 cm, fino a trovanti di 20, 30, 50 cm).
- m 20,0 – 24,7 Alternanza di marne siltitiche grigie e arenarie grigie, fratturate (substrato, FMA3).

Nel sondaggio S11 sono state effettuate le seguenti SPT:

- 3.20 m-3,65 m 8-11-13 (Nspt=24) deposito di frana
- 6.20 m-6,65 m 8-16-11 (Nspt=27) deposito di frana

La sottostante formazione della Marnoso-Arenacea ha fatto registrare valori di RQD elevati, tra 80 e 100, indicanti un ammasso con qualità da buona a eccellente, con una riduzione solo nel tratto terminale del carotaggio, da 24,0 a 24,7 m (RQD=35).

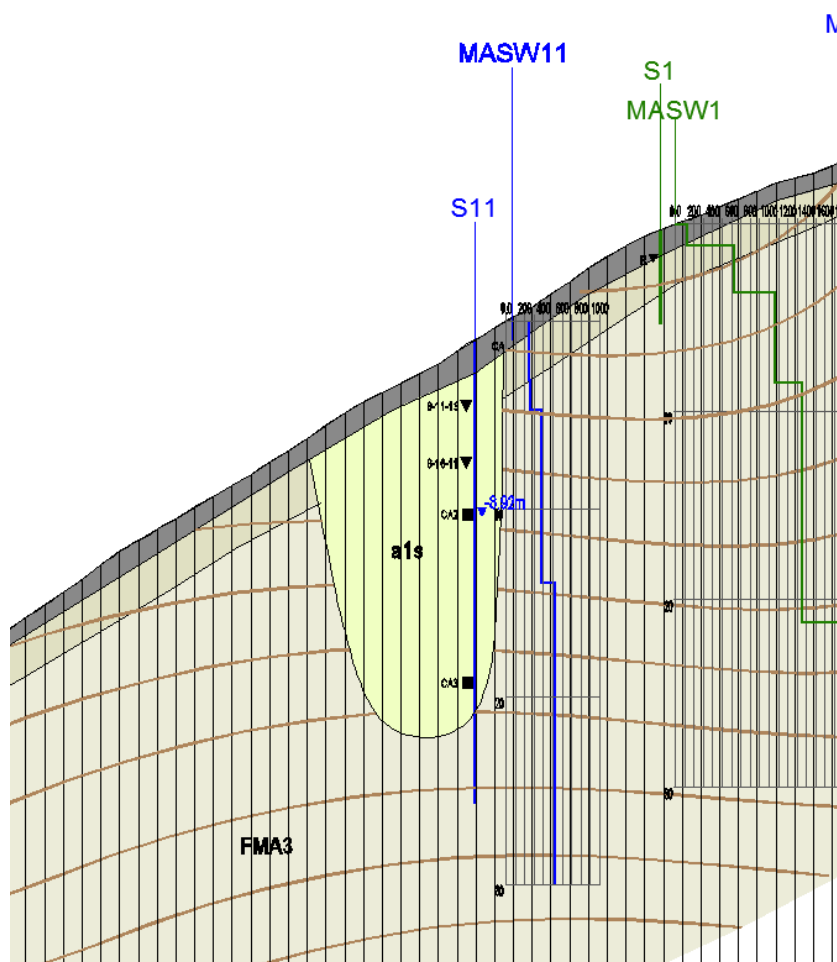


Fig. 9.22 – Stralcio del profilo geologico, Tratto 9.

Nel piezometro installato nel sondaggio S11 si sono rilevate, nelle due misure (vedasi Cap. 8), profondità del livello piezometrico variabili tra m 8,60 e m 8,92 dal p.c.. Questo dato è correlabile con la presenza di una circolazione idrica all'interno del deposito di frana.

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 62 di 110</p>
--	---

Nella Fig. 9.23 seguente è riportato uno stralcio della sezione geologica 3.

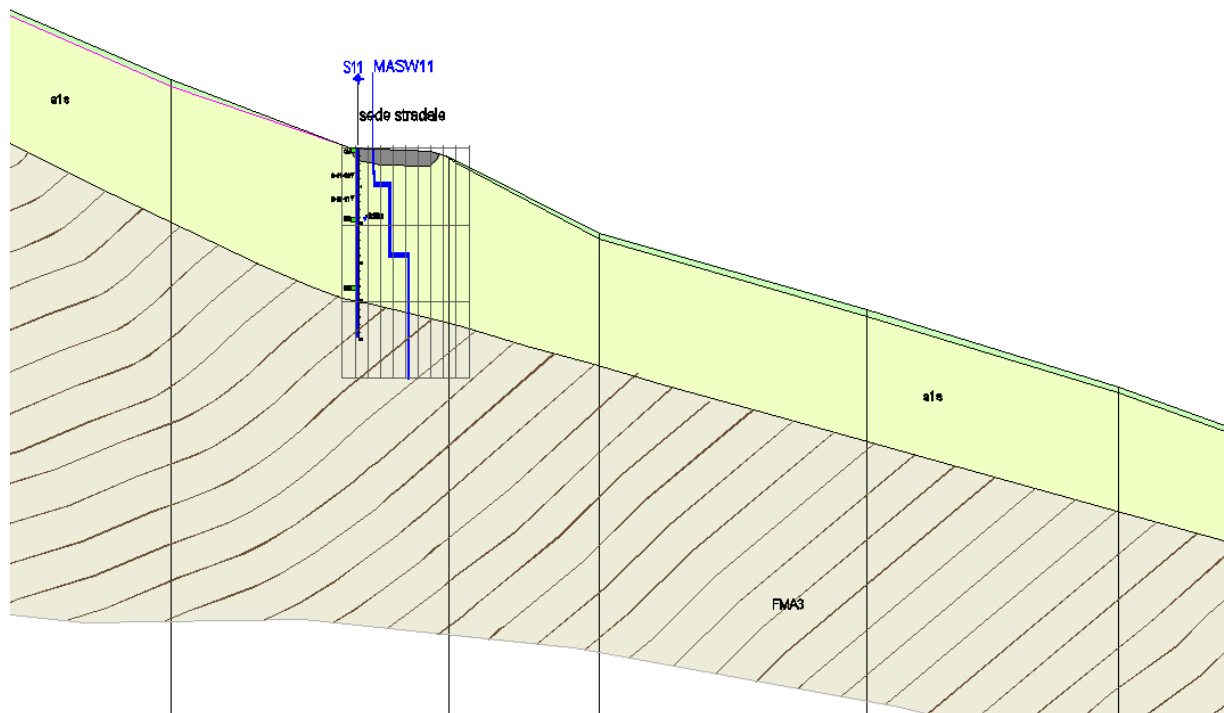


Fig. 9.23 – Stralcio della sezione geologica 3, Tratto 9.

- **Tratto 10 (Prog. 1+834 – 2+155).** Lungo questo tratto a monte della strada affiora estesamente la Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola - membro di Premilcuore (FMA3) (Fig. 9.24). Morfologicamente si tratta di un ampio sperone roccioso compreso tra due depressioni del versante. Dalle giaciture misurate risulta un assetto da reggipoggio a traversopoggio; gli strati presentano immersioni a SW con inclinazioni di 40° circa.

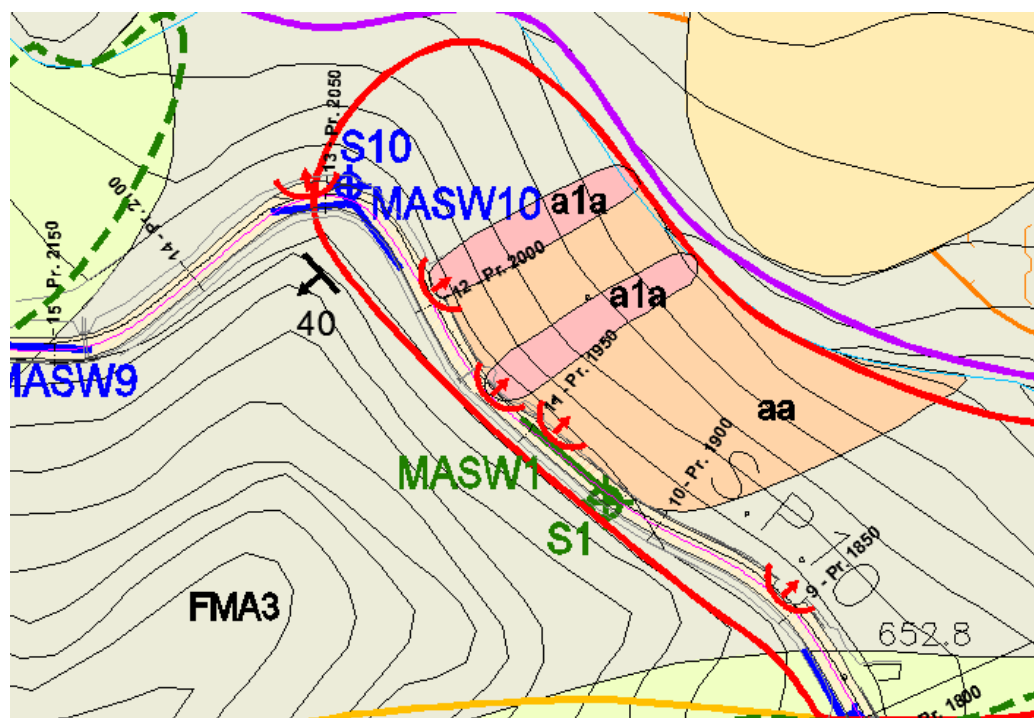


Fig. 9.24 – Stralcio carta geologica e geomorfologica, Tratto 10

Lungo il tratto in oggetto sono stati rilevati molti dissesti del corpo stradale (vedasi precedente fig. 9.24). Si tratta generalmente di franamenti che interessano la semicarreggiata di valle della strada che, in alcuni casi, si estendono con altre fessurazioni interessando l'intera carreggiata. La geometria dei dissesti è abbastanza simile, varia essenzialmente l'estensione: si tratta di nicchie ad andamento semicircolare con convessità verso valle. In questi dissesti si osservano stadi evolutivi differenti. Il primo (prog. 1.855), è una frana conclamata, in cui è franato il muro di sostegno a valle e si è avuto lo svuotamento del rilevato (vedasi Fig. 7.7), tanto da aver reso necessario ridurre la sezione transitabile della carreggiata.

Il secondo (progr. 1.945) è una frana che ha interessato una porzione ridotta della carreggiata ma ha residuo una scarpata e un accumulo di terra a valle della strada.

Il terzo (progr. 1.968) e il quarto (progr. 2.005) sono molto simili, ma il quarto è più recente del terzo: si tratta di frane, la cui nicchia è contenuta entro la semicarreggiata di valle, che hanno coinvolto nel movimento la sottostante falda detritica raggiungendo il fondovalle del sottostante fosso affluente del Tevere (Fig. 9.25 e 9.26).



Fig. 9.25 – Frana alla progr. 2.005



Fig. 9.26 – Frana alla progr. 2.005

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 65 di 110
---	---

Entrambe si estendono con fessurazioni aperte nella semicarreggiata di monte; nel caso del dissesto a progr. 2.005 si è reso necessario ridurre la sezione transitabile della carreggiata (Fig. 9.26).

A destare maggiore preoccupazione è quest'ultima frana, poiché si è registrata a monte della strada una fessura aperta per tutta la larghezza del dissesto, mostrando come l'allentamento dell'ammasso abbia avuto una importante regressione verso monte.

L'ultimo dissesto si estende tra la progr. 2.015 circa e la progr. 2.065 circa. Si tratta di una serie di fessurazioni aperte nella prima metà del tratto (Fig. 9.27) e in un cedimento fino a metà carreggiata, di circa 40-50 cm, nella seconda metà.

Il motivo del grande numero di dissesti in questo breve tratto è da ricercare nell'elevata pendenza del versante a valle, nella presenza di detrito sul versante medesimo e di un fosso in accentuata erosione al piede (Fig. 9.24).



*Fig. 9.27 – Fessurazioni beanti
al margine
della carreggiata,
progr. 2.015-2.030 circa*

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 66 di 110
---	---

Date le problematiche presenti, lungo il tratto in esame sono state eseguite numerose indagini. Nel 2016 vennero eseguiti:

- Sondaggio S1 (m 5,00)
- MASW 1.

Nel 2020 sono stati eseguiti:

- Sondaggio S10 (m 13,40), con installazione di un piezometro a tubo aperto
- MASW10.

Il sondaggio S1 ha evidenziato la seguente stratigrafia, che si riporta in sintesi:

- m 0,00 – 1,40 *Conglomerato bituminoso e corpo stradale*
- m 1,40 – 5,00 *Calcere marnose grigie (substrato, FMA3)*

Nel sondaggio S1 è stata effettuata una SPT:

- 1,00 m-1,10 m R (Nspt=R) corpo stradale

La formazione della Marnoso-Arenacea ha fatto registrare valori di RQD nulli fino a m 2,5 circa, e compresi tra 58 e 100 più in profondità (qualità da discreta a eccellente).

Il sondaggio S10 ha evidenziato la seguente stratigrafia, che si riporta in sintesi:

- m 0,00 – 1,70 *Conglomerato bituminoso e corpo stradale*
- m 1,70 – 10,00 *Strato di alterazione del substrato, rappresentato da marne molto alterate di colore grigio-brunastro, fratturate, a tratti frammentate, con alternate arenarie alterate*
- m 10,00 – 13,40 *Alternanza di marne siltitiche grigie e arenarie grigie, fratturate (substrato, FMA3).*

Nel sondaggio S1 è stata effettuata una SPT:

- 3,00 m-3,15 m R (Nspt=R) alterazione del substrato

La formazione della Marnoso-Arenacea ha fatto registrare valori di RQD molto variabili nello strato di alterazione, da nulli a 60, e nel sottostante substrato passanti da 90, nel primo tratto, a 15 al termine del sondaggio. Questi valori, insieme alla registrazione della litologia nel carotaggio, appena descritta, mostrano come il substrato sia comunque affetto da un importante stato fessurativo e da una profonda alterazione che si estende fino a notevole profondità.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 67 di 110
---	---

Nel piezometro installato nel sondaggio S10 non si è registrata la presenza di falda in nessuna delle due misure eseguite.

Il rilievo dei rivestimenti metallici delle scarpate in roccia ha consentito di rilevare diverse situazioni lungo il tratto. Nella prima parte, fino alla progr. 1+950 circa la parete rocciosa è alta, con rete paramassi distaccata in molti punti al piede con fuoriuscita di detriti e blocchi che raggiungono la sede stradale; in alcuni punti la rete è aperta in corrispondenza delle giunzioni. Nella seconda parte la pendenza del versante è poco sostenuta, la rete paramassi risulta aperta in alcuni punti e distaccata al piede del versante, con sacche di detrito e blocchi rocciosi al piede, che causano la deformazione della rete, con locale fuoriuscita di materiale. In tutto il tratto è presente abbondante vegetazione arbustiva e arborea (Fig. 9.28)



Fig. 9.28 – Rivestimenti metallici su scarpate in roccia – Tratto 10.

□ **Tratto 11 (Prog. 2+155 – 2+244).** In questo tratto il tracciato della S.S. 3 bis attraversa un corpo di frana stabilizzato (a1s) in copertura sulla Marnoso-Arenacea membro di Premilcuore (FMA3) (Fig. 9.29). Il corpo di frana occupa una stretta

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 68 di 110</p>
--	---

depressione del versante e giunge fino al fondovalle del fosso affluente del Fiume Tevere.

Lungo questo tratto non sono stati rilevati significativi fenomeni di dissesto della carreggiata. A monte della strada si sono registrati, invece, superficiali fenomeni di smottamento di terreno proveniente dal versante, che invadono il margine di monte della carreggiata. Questo processo è dovuto sostanzialmente alla mancanza di manutenzione e regimazione delle acque di scorrimento superficiale.

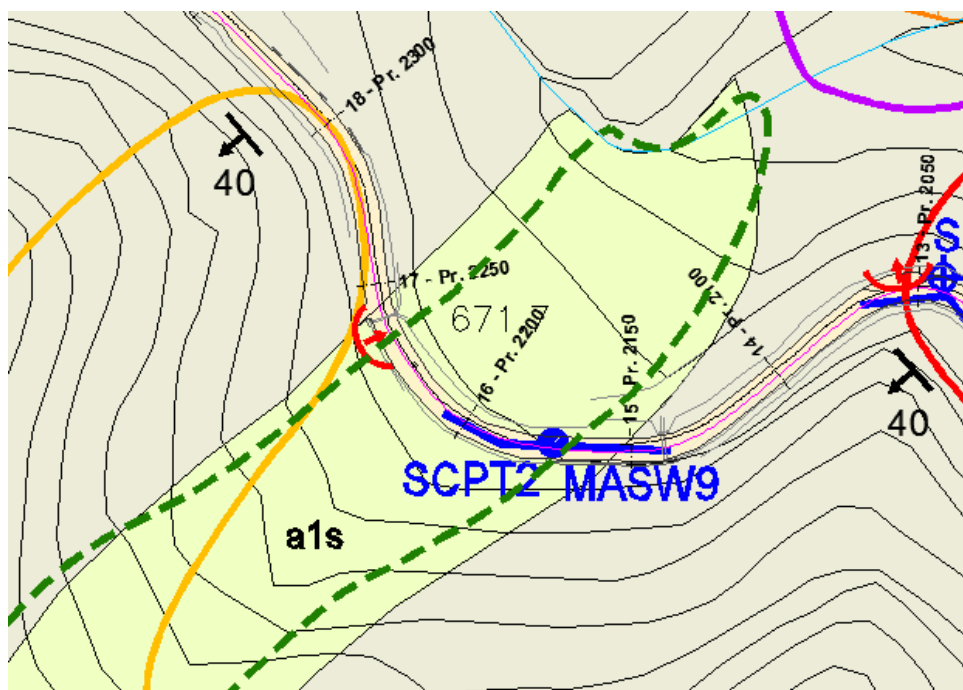


Fig. 9.29 – Stralcio carta geologica e geomorfologica, Tratto 11.

Nel 2020 sono state effettuate le seguenti indagini:

- Prova penetrometrica SCPT2 (m 6,20)
- MASW9.

La prova penetrometrica è stata arrestata a m 6,20 per sopraggiungimento del rifiuto. La MASW9 ha fatto registrare il passaggio da $V_s=681$ m/s a $V_s=927$ m/s alla profondità di 4,5 m; si ritiene che la profondità del deposito di frana, quindi del substrato, sia collocabile quindi tra le profondità di 4,5 e 6,2 m dal piano di campagna nella zona indagata.

□ **Tratto 12 (Prog. 2+244 – 2+905).** Lungo questo tratto a monte della strada affiora in più zone la Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola - membro di Premilcuore (FMA3) (Fig. 9.30). Morfologicamente si tratta di un ampio settore di versante in cui sono presenti alcuni speroni rocciosi, in corrispondenza dei quali si hanno i maggiori affioramenti. Le giaciture misurate indicano immersioni costanti a SW con inclinazioni variabili, tra 25° e 40°. In corrispondenza degli affioramenti si osservano alternanze di arenarie e marne; in particolare, intorno alla progr. 2.300, si sono osservate, come anche in altri punti, controimpronte di strutture sedimentarie alla base di uno strato arenaceo del tipo flute casts (Fig. 9.31).

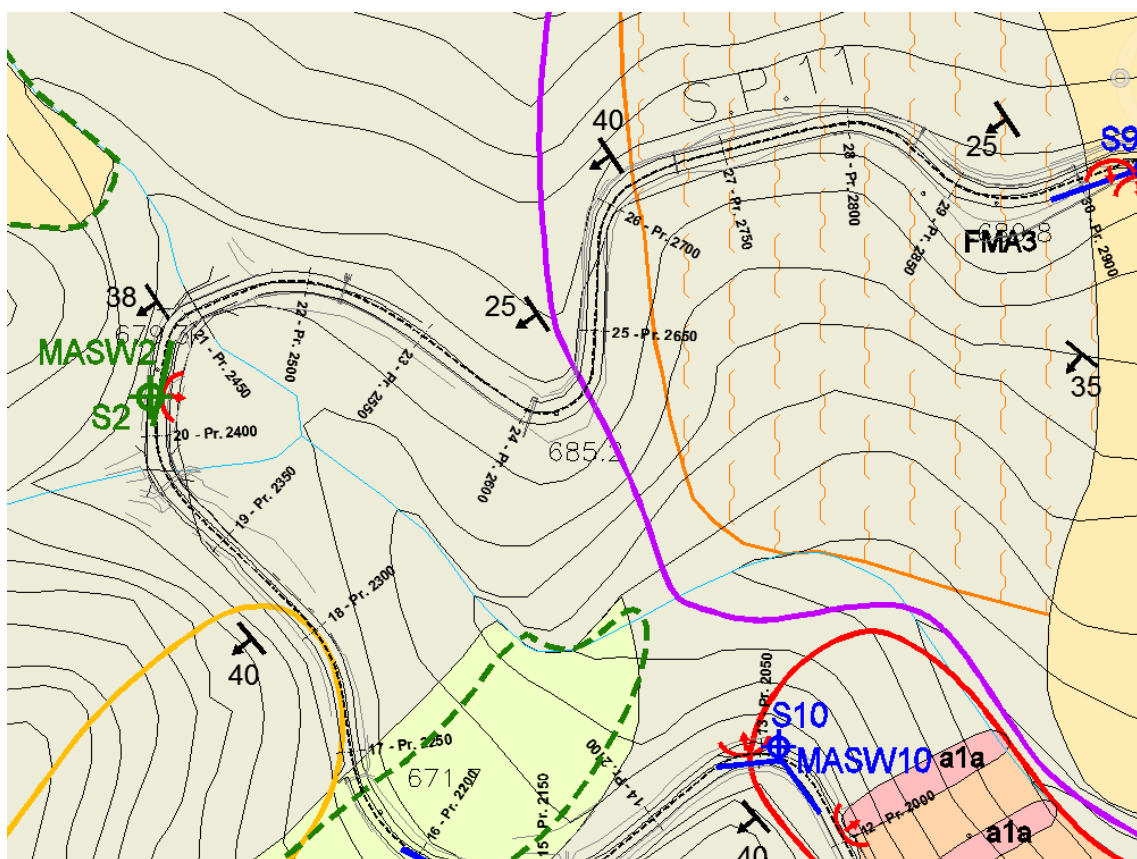


Fig. 9.30 – Stralcio carta geologica e geomorfologica, Tratto 12

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 70 di 110</p>
--	--

Considerando il continuo cambiamento di orientamento del versante, per la presenza di due impluvi che si alternano ai crinali, il rapporto tra gli strati e il pendio produce diversi assetti: reggipoggio, franapoggio, traversopoggio.

Lungo questo tratto, tuttavia, i versanti non mostrano situazioni di dissesto significative. Per quanto riguarda, invece, il piano stradale si è rilevato un dissesto con cedimento del lato di valle della carreggiata alla progr. media 2.415. Si tratta di una nicchia ad andamento semicircolare con convessità verso valle, in cui si è misurato un cedimento massimo di circa 110 cm. Oltre alla mancanza di manutenzione della strada, nell'attivazione del dissesto ha influito soprattutto l'effetto di richiamo esercitato dal fosso limitrofo.



Fig. 9.31 – Strutture sedimentarie tipo flute casts, Tratto 12

Lungo il tratto in esame furono effettuate le seguenti indagini nel 2016, in corrispondenza del dissesto prima descritto:

- Sondaggio S2 (m 5,00)
- MASW 2.

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 71 di 110</p>
--	---

Il sondaggio S2 ha evidenziato la seguente stratigrafia, che si riporta in sintesi:

- m 0,00 – 0,40 *Conglomerato bituminoso e corpo stradale*
- m 0,40 – 1,50 *Detrito*
- m 1,40 – 5,00 *Marna e calcare marnoso grigio (substrato, FMA3)*

Nel sondaggio S1 è stata effettuata una SPT:

- 1,00 m-1,15 m R (Nspt=R) detrito

La formazione della Marnoso-Arenacea ha fatto registrare valori di RQD nulli fino a m 2,5 circa, e compresi tra 46 e 82 più in profondità (qualità da scadente a eccellente, in miglioramento in profondità).

Lungo i seguenti n. 4 segmenti di scarpata si sono rilevati rivestimenti metallici.

- progr. 2.250-2.236 (Fig. 9.31)

Si tratta di un'alta parete rocciosa a forte pendenza. Si registra il distacco della rete dal piede della parete con fuoriuscita di un grosso cumulo di massi e detriti che raggiunge la sede stradale. Il cono detritico è alimentato da una profonda incisione in erosione della roccia, che giunge fino alla sommità. E' presente abbondante vegetazione arbustiva e arborea.

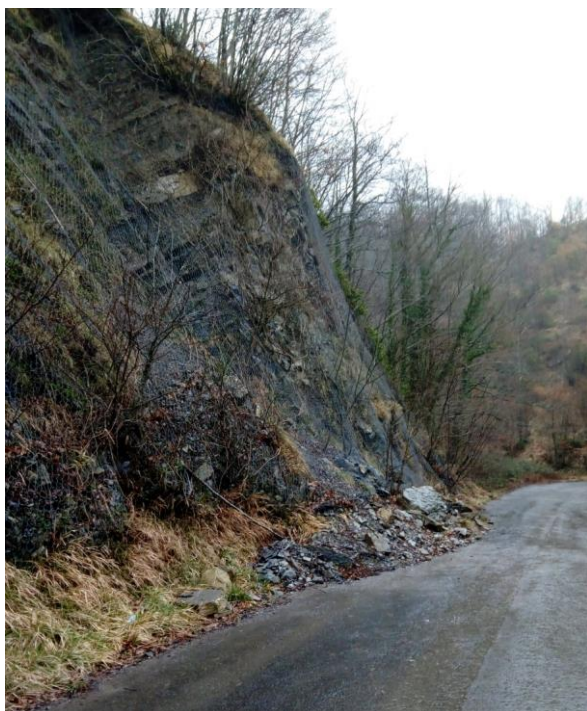


Fig. 9.31 – Rivestimenti metallici su scarpate in roccia – Tratto 12, progr. 2.250-2.236.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 72 di 110
---	---

- progr. 2.426-2.444 (Fig. 9.32)

Alta parete rocciosa a forte pendenza, con struttura molto simile alla precedente. Distacco della rete dal piede della parete con fuoriuscita di un grosso cumulo di massi e detriti che raggiunge la sede stradale. Presenza di rada vegetazione arbustiva e arborea.



Fig. 9.32 – Rivestimenti metallici su scarpate in roccia – Tratto 12, progr. 2.426-2.444.

- progr. 2.584-2.708 (Fig. 9.33)

Alta parete rocciosa a notevole pendenza. Rottura della rete con fuoriuscita dalla base di blocchi e massi di roccia che raggiungono la sede stradale. Grossa sacca di blocchi e massi di roccia al piede entro la rete. Presenza di rada vegetazione arbustiva e arborea.



Fig. 9.33 – Rivestimenti metallici su scarpate in roccia – Tratto 12, progr. 2.584-2.708.

- progr. 2.830-2.890 (Fig. 9.34)

Parete rocciosa arretrata rispetto alla strada e con pendenza moderata. Alla base del pendio presente un vallo delimitato da un muro lungo la strada. Rete quasi completamente coperta da erba e



cespugli. Sono presenti alcuni alberi alla base del pendio.

Fig. 9.34 – Rivestimenti metallici su scarpate in roccia – Tratto 12, progr. 2.830-2.890.

□ **Tratto 13 (Prog. 2+905 - 2+988).** Questo breve tratto è relativo all'attraversamento di un corpo di frana stabilizzato (a1s) in copertura sulla Marnoso-Arenacea membro di Premilcuore (FMA3) (Figg. 9.35 e 9.36). Il corpo di frana occupa una depressione del versante e giunge fino al fondovalle del fosso affluente del Fiume Tevere.

Lungo questo tratto si è rilevata la presenza di numerosi dissesti della sede stradale che coprono quasi l'intero sviluppo del tratto medesimo.

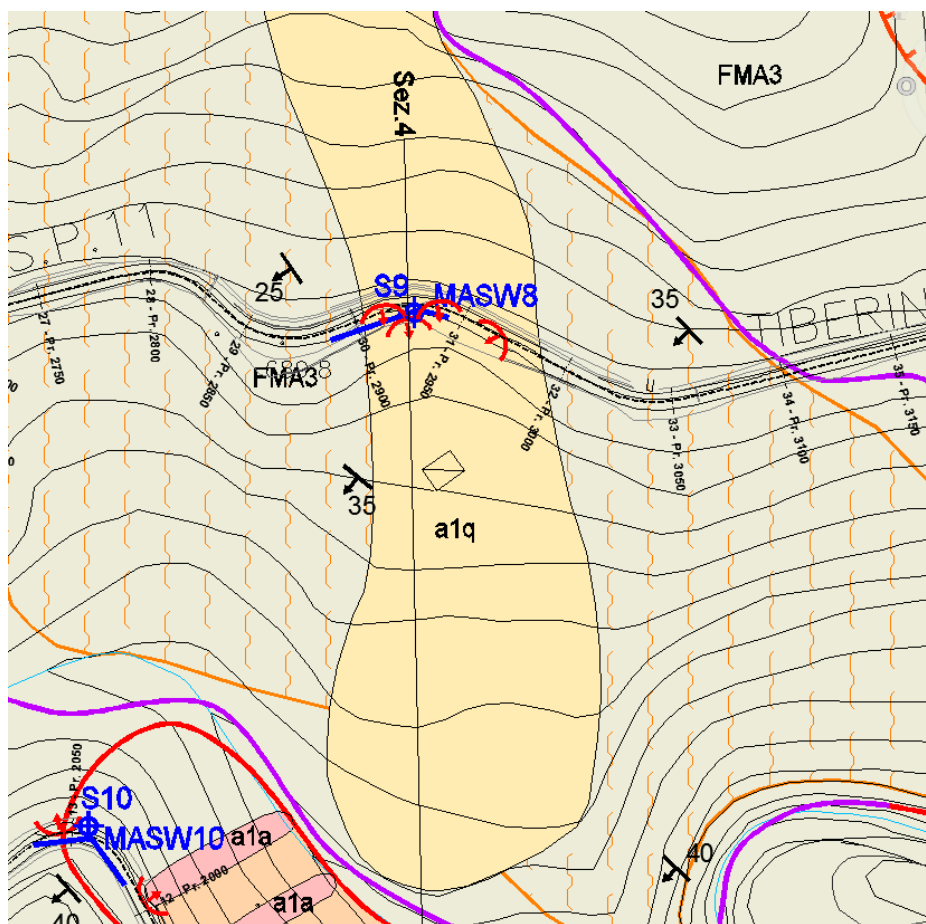


Fig. 9.35 – Stralcio carta geologica e geomorfologica, Tratto 13.

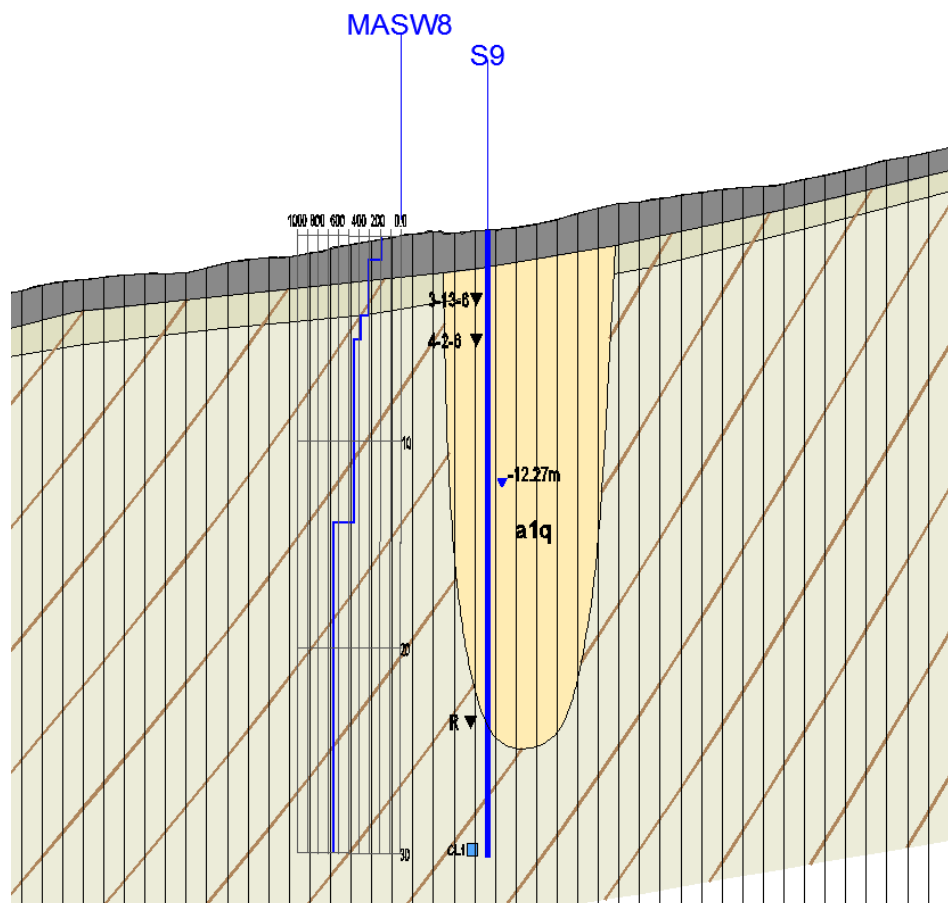


Fig. 9.36 – Stralcio profilo geologico, Tratto 13.

Si tratta di una serie di nicchie ad andamento semicircolare con convessità verso valle, che si uniscono e intersecano, interessando complessivamente l'intera carreggiata (Fig. 9.37). Anche a valle della strada si è rilevata una nicchia di scorrimento.

In corrispondenza della parte centrale della zona dissestata, corrispondente al centro della depressione morfologica, si è misurato un abbassamento fino a circa 40 cm della sede stradale.

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 76 di 110</p>
--	---



Fig. 9.37 – Dissesto con cedimento della sede stradale, Tratto 13.

Il dissesto è dovuto ad un'attivazione di un movimento gravitativo, localizzata per il momento soprattutto al corpo stradale, dovuto sia alle scadenti caratteristiche del terreno che all'assenza di una adeguata regimazione delle acque e, in generale, della manutenzione.

Nel 2020 sono state effettuate le seguenti indagini nella zona di interesse:

- Sondaggio S9 (m 30,50)
- MASW8.

Il sondaggio S9 ha evidenziato la seguente stratigrafia, che si riporta in sintesi:

- m 0,0 – 1,8 *Conglomerato bituminoso e corpo stradale.*
- m 1,8 – 24,7 *Deposito di frana costituito da livelli detritici di clasti eterometrici di arenaria grigia, fino ad almeno 10 cm e trovanti di maggiori dimensioni e di marna marrone, in matrice sabbio-limosa e limo-sabbiosa; alternati a livelli di sabbia limosa e limo sabbioso con piccoli clasti di arenaria e marna.*

- m 24,7 – 30,5 *Alternanza di marne siltitiche grigie e arenarie grigie, fratturate (substrato, FMA3).*

Nel sondaggio S11 sono state effettuate le seguenti SPT:

- 3,00 m-3,45 m 3-13-6 (Nspt=19) deposito di frana
- 5,00 m-5,45 m 4-2-6 (Nspt=8) deposito di frana
- 23,60 m-23,67 m R (Nspt=R) deposito di frana

La sottostante formazione della Marnoso-Arenacea ha fatto registrare valori di RQD elevati, tra 70 e 100, indicanti un ammasso con qualità da discreta a eccellente.

Nel piezometro installato nel sondaggio S9 si sono rilevate, nelle due misure (vedasi Cap. 8), profondità del livello piezometrico variabili tra m 12,25 e m 12,27 dal p.c.. Questo dato è correlabile con la presenza di una circolazione idrica all'interno del deposito di frana.

Per questa zona di intervento è stata costruita la sezione geologica 4, passante alla progr. 2.925 circa, che sintetizza quanto fin qui illustrato, di seguito riportata (Fig. 9.38).

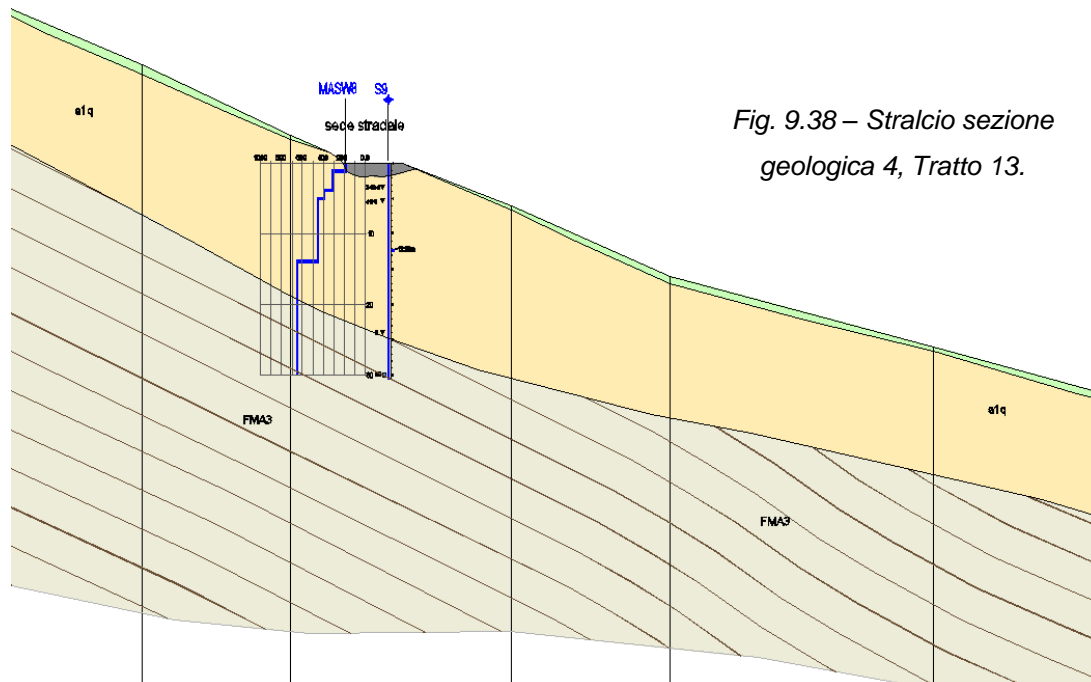


Fig. 9.38 – Stralcio sezione geologica 4, Tratto 13.

dissesti gravitativi che lambiscono la carreggiata, il primo dei quali raggiunge la valle del F. Tevere. A monte della S.S. 3 bis si hanno tratti di scarpata su cui si osservano alcuni affioramenti in cui si sono misurate giaciture immergenti a SW con inclinazioni fra 35° e 40° nella prima parte e a NNE con inclinazioni fra 60° e 74° nell'ultima parte, in prossimità del sovrascorrimento, con il quale termina il tratto in oggetto. Il sovrascorrimento porta il membro di Premilcuore ad accavallarsi su quello di Montecoronaro (FMA6) nell'ambito della Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola. Nella parte centrale, a valle della strada, gli strati immergono verso SE con inclinazione di 60° in una zona prossima al sovrascorrimento. Considerando quindi sia il cambiamento di orientamento del versante che le variazioni di immersione degli strati, il rapporto tra gli strati e il pendio produce diversi assetti: reggipoggio, franapoggio, traversopoggio. Di seguito si riporta in Fig. 9.40 uno stralcio del profilo geologico nel tratto in cui sono state eseguite le indagini.

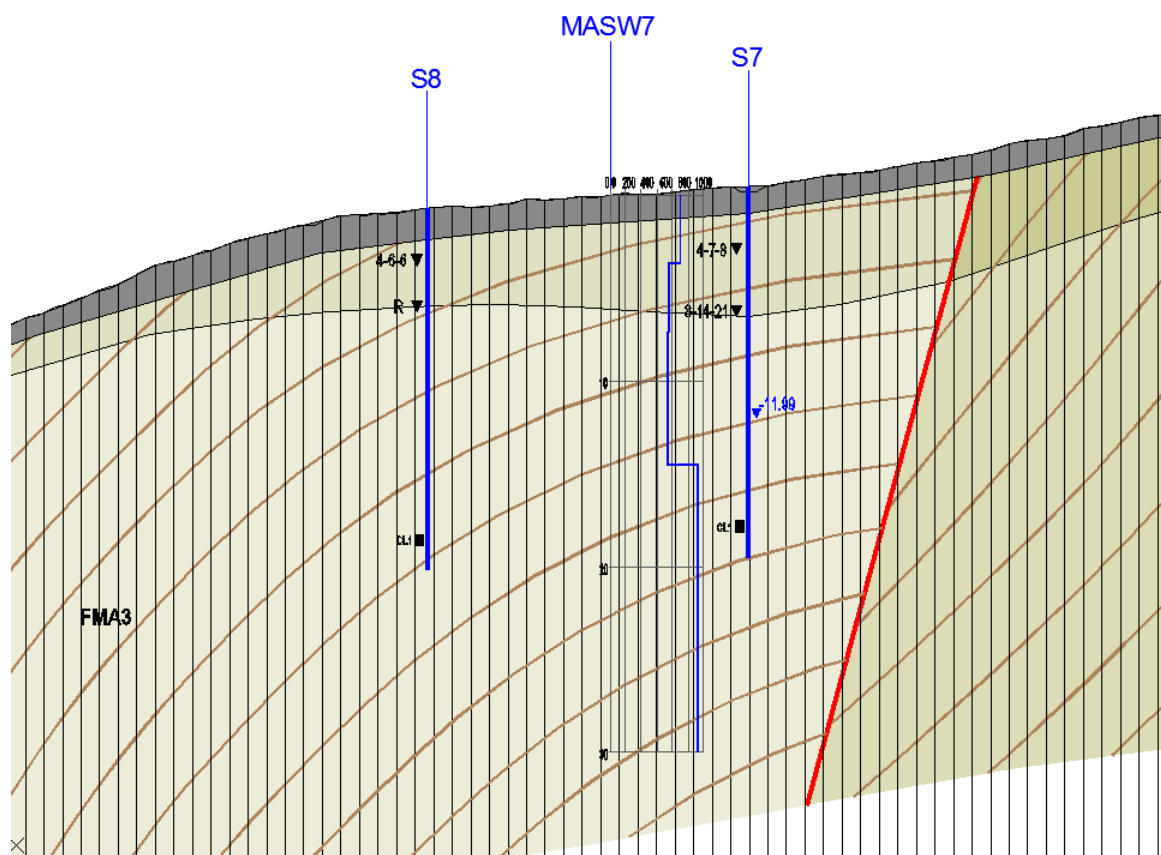


Fig. 9.40 – Stralcio profilo geologico, Tratto 14.

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 80 di 110</p>
--	---

Lungo questo tratto, a monte della strada non si registrano dissesti significativi, mentre sul lato di valle si sono riscontrati due corpi di frana. Il primo, tra le progr. 3.368 e 3.433, è una frana quiescente che lambisce la strada e giunge alla valle del F. Tevere. Il secondo, tra le progr. 3.522 e 3.535 è una frana attiva che si sviluppa a valle della strada, coinvolgendo parte del margine di valle della carreggiata (Fig. 9.41).

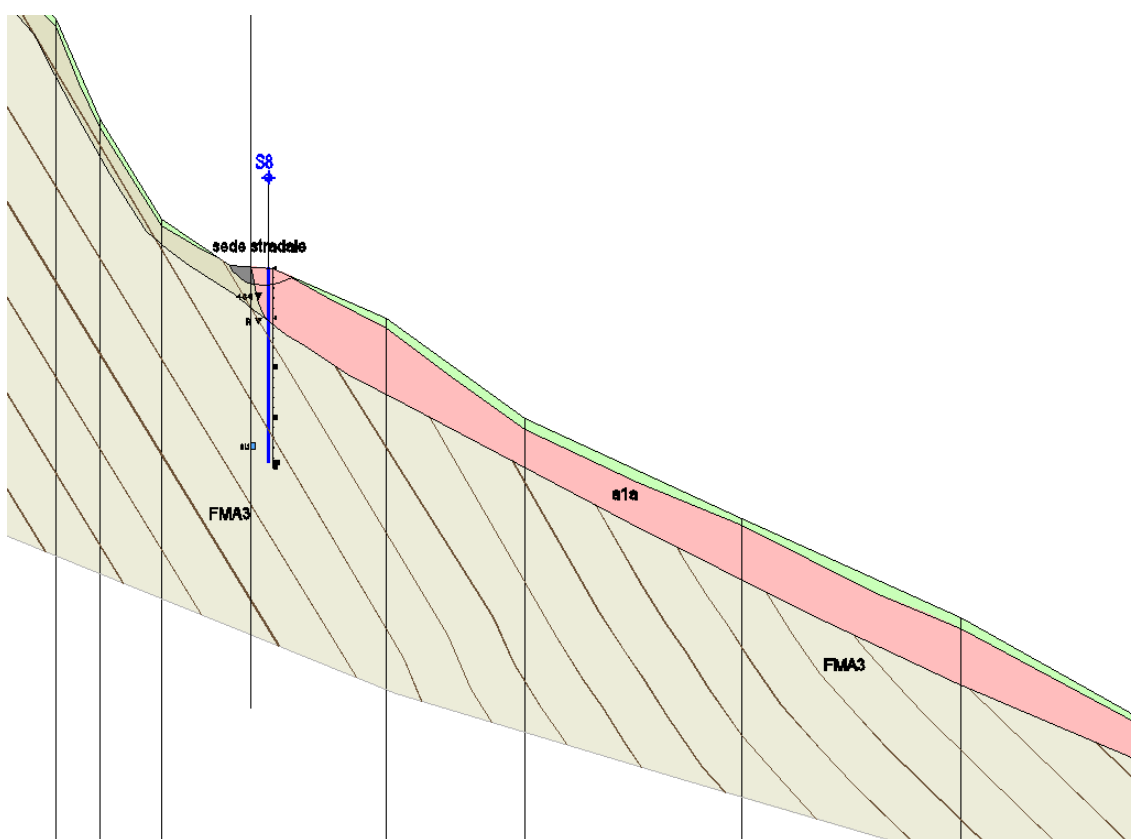


Fig. 9.41 – Stralcio sezione geologica 5, Tratto 14.

Questa zona è prossima al fronte di sovrascorrimento del Membro di Premilcuore sul Membro di Montecoronaro e le giaciture misurate sono orientate verso NE e localmente si presentano a franapoggio con inclinazioni intorno a 60°: si tratta di un assetto a franapoggio comunque più inclinato del pendio, tuttavia potrebbe aver agito da fattore predisponente il distacco iniziale, soprattutto se in presenza di un orizzonte di alterazione della roccia, come si osserva in effetti in tutta l'area.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 81 di 110
---	---

Lungo il tratto sono stati riscontrati dissesti del corpo stradale in alcuni punti.

Il primo, a monte della frana quiescente e alla progr. media 3.384, è rappresentato da una lesione della carreggiata che giunge quasi a metà della stessa, non producendo, tuttavia, un significativo cedimento.

Il secondo, alla progr. media e 3.486, è rappresentato da una piccola frana per scorrimento a valle della strada che si estende a monte con una lesione interessante la carreggiata.

Il terzo, alla progressiva 3.523, è un'estesa lesione che interessa la carreggiata fino circa a metà; a valle della strada sono stati rilevati segni di attività del versante e un fenomeno superficiale di creep. Si ritiene che il dissesto della sede stradale sia da collegare ad una estensione verso monte della frana presente.

Il quarto e ultimo dissesto di questo tratto, alla progr. media 3.690, è una pronunciata nicchia semicircolare concava verso valle che si estende all'intera carreggiata e che

produce un cedimento di circa 20-25 cm (Fig. 9.42).

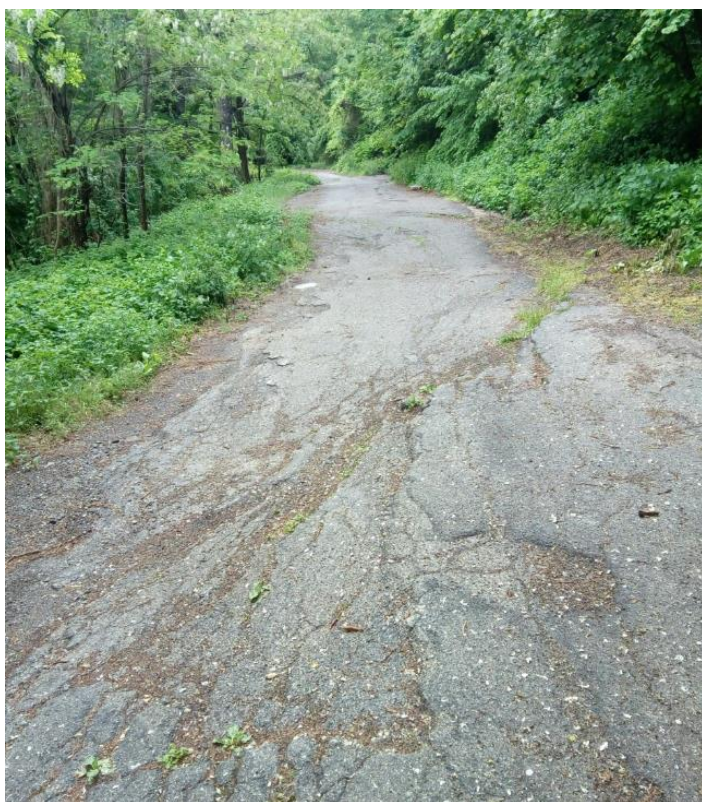


Fig. 9.42 – Dissesto alla progr. media 3.690, Tratto 14.

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 82 di 110</p>
--	---

Questo dissesto si estende lateralmente come una lunga e profonda lesione del corpo stradale tra le progr. 3.610 e 3.728 circa, aperta fino a 25 cm. Il lato di valle in corrispondenza della lesione risulta ribassato di circa 25 cm (Fig. 9.43); a valle della strada si osservano inoltre altre fessure sul terreno ed evidenti segni di creep.



*Fig. 9.43 – Fessura alla progr.
3.700 circa, Tratto 14.*

Nel 2020 sono state effettuate le seguenti indagini nella zona di interesse:

- Sondaggi S8 (m 19,50) e S7 (m 19,90)
- MASW7.

Il sondaggio S8 ha evidenziato la seguente stratigrafia, che si riporta in sintesi:

- m 0,0 – 1,7 Conglomerato bituminoso e corpo stradale.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 83 di 110
---	---

- m 1,7 – 5,3 *Detrito di frana costituito da sabbia limosa marrone, addensata, localmente limo sabbioso, con inclusi clasti di arenaria e marna (1-5 cm) e trovanti arenacei*

- m 5,3 – 7,6 *Marna siltitica alterata, di colore da bruno a grigiastro, con striature e sfumature rossastre*

- *Marna siltitica di colore da marrone a grigio, localmente fratturata e scagliettata, con livelli pluridecimetrici alterati di colore marrone; tra 19,0 m e 19,1 m livelletto di arenaria grigia.*

Nel sondaggio S8 sono state effettuate le seguenti prove SPT:

- 2,90 m-2,95 m 4-6-6 (Nspt=12) detrito di frana

- 5,00 m-5,10 m 4-2-6 (Nspt=8) detrito di frana

La sottostante formazione della Marnoso-Arenacea ha fatto registrare valori di RQD molto variabili, tra 0 e 100 con una tendenza generale al miglioramento verso il basso.

Nel piezometro installato nel sondaggio S8 non sono stati registrati livelli idrici.

Il sondaggio S7 ha evidenziato la seguente stratigrafia, sinteticamente riportata di seguito:

- m 0,0 – 1,4 *Conglomerato bituminoso e corpo stradale.*

- m 1,4 – 7,0 *Coltre eluvio-colluviale costituita da sabbia limosa di colore marrone chiaro, mediamente addensata e limo sabbioso marrone, con inclusi clasti di arenaria e marna (1-5 cm) e trovanti arenacei*

- m 7,0 – 11,6 *Marna alterata, di colore marrone-brunastro, con striature e sfumature rossastre per ossidazione, e livelli arenacei*

- m 11,6 – 19,9 *Marna siltitica di colore grigio, generalmente fratturata e scagliettata, con rari livelli di arenaria*

Nel sondaggio S7 sono state effettuate le seguenti prove SPT:

- 3,00 m-3,45 m 4-7-8 (Nspt=15) coltre eluvio-colluviale

- 6,40 m-6,85 m 8-14-21 (Nspt=35) coltre eluvio-colluviale

La sottostante formazione della Marnoso-Arenacea ha fatto registrare valori di RQD variabili, tra 15 e 95 con una tendenza generale al miglioramento verso il basso.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 84 di 110
---	---

Nel piezometro installato nel sondaggio S7 si sono rilevate, nelle due misure (vedasi Cap. 8), profondità del livello piezometrico variabili tra m 11,65 e m 11,99 dal p.c.: il dato è correlabile con la presenza di una circolazione idrica all'interno del substrato, considerando il grado di fratturazione del medesimo.

Il rilievo dei fenomeni di dissesto a monte della strada ha fatto registrare tra le progr. 3.100 e 3.150 circa la presenza di massi rocciosi derivanti da crolli a monte, presenti presso il piede del versante.

Intorno alla progr. 3.650 a monte della carreggiata stradale si è registrata la presenza di una frana di massi rocciosi e detrito che ha invaso parte della carreggiata (Fig. 9.44).



Fig. 9.44 – Frana intorno alla progr. 3.650, Tratto 14.

Lungo i seguenti n. 3 segmenti di scarpata si sono rilevati rivestimenti metallici.

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 85 di 110</p>
--	---

- progr. 3.330-3.400 (Fig. 9.45)

Si tratta di un versante a notevole pendenza. Rete lesionata in più punti. Presenza di abbondante vegetazione arbustiva e arborea.



Fig. 9.45 – Rivestimento metallico progr. 3.330-3.400, Tratto 14.

- progr. 3.442-3.490 (Fig. 9.46)



Parete alta e a notevole pendenza. Rete lesionata in più punti. Presenza di abbondante vegetazione arbustiva e arborea.

Fig. 9.46 – Rivestimento metallico progr. 3.442-3.490, Tratto 14.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 86 di 110
---	---

- progr. 3.572-3.597

Presenza di abbondante vegetazione arbustiva e arborea ma rete in buone condizioni.

- progr. 3.850-3.975 (Fig. 9.47)

Parete rocciosa alta e a notevole pendenza. Rete in buone condizioni ma sacche di massi crollati accumulati al piede della parete dentro la rete.

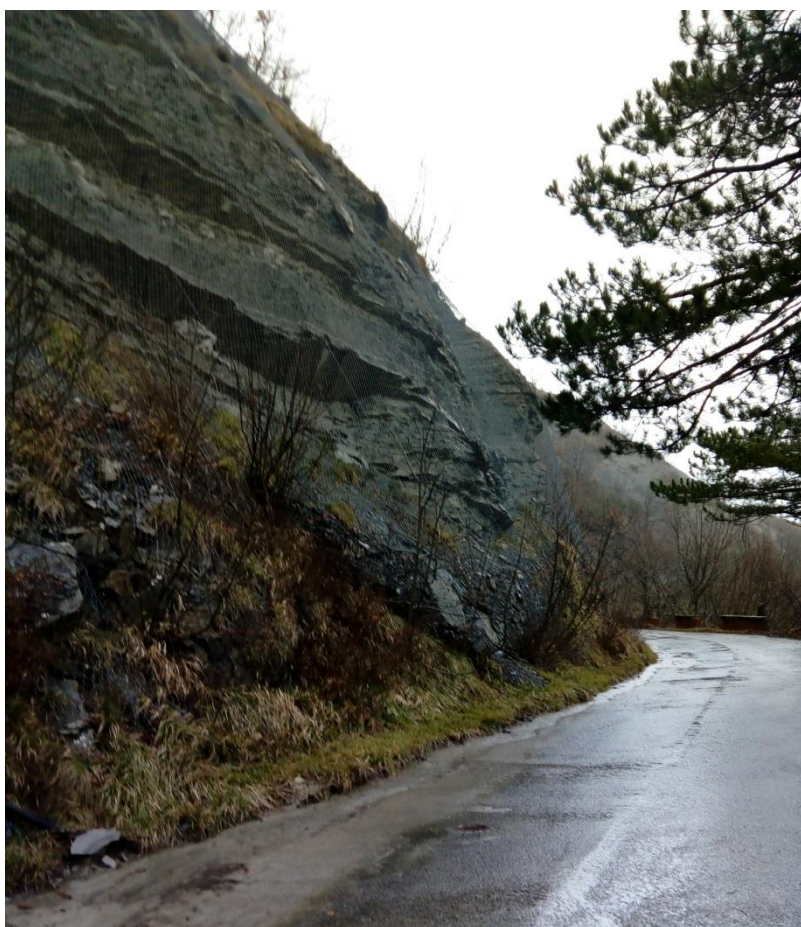


Fig. 9.47 – Rivestimento metallico progr. 3.850-3.975, Tratto 14.

□ **Tratto 15 (Prog. 4+020 – 4+465).** Lungo questo tratto a monte della strada affiora estesamente la Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola - membro di Montecoronaro (FMA6) (Fig. 9.48). Il contatto con il membro di Premilcuore avviene in corrispondenza dell'inizio del tratto.

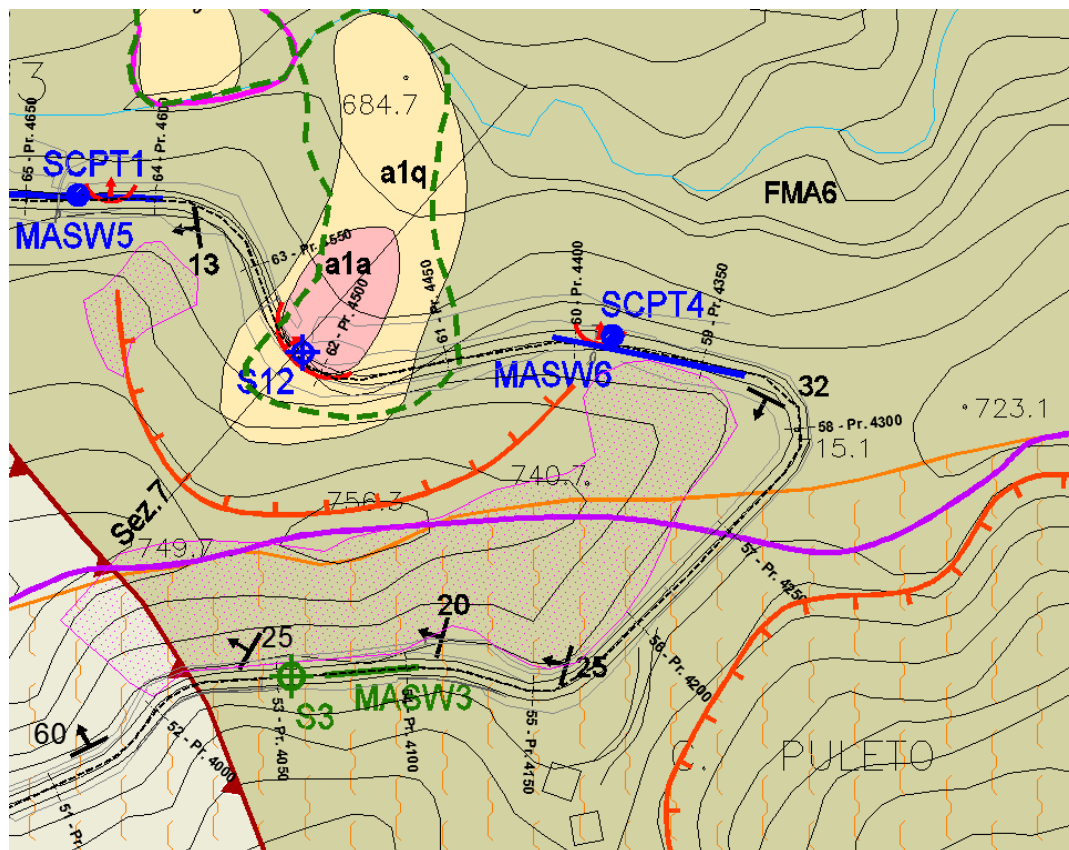


Fig. 9.48 – Stralcio carta geologica e geomorfologica, Tratto 15

Morfologicamente si tratta di un ampio sperone compreso tra due profonde incisioni, che giunge al corso del Fiume Tevere. In corrispondenza degli affioramenti si osservano in grande prevalenza marne grigie sottilmente stratificate e densamente scagliettate, con sporadici strati di arenaria grigia (Fig. 9.49).

Le giaciture misurate indicano immersioni da NW a SW con inclinazioni variabili, tra 20° e 32°.

Considerando il cambiamento di orientamento del versante e la variazione di immersione degli strati, il rapporto tra gli strati e il pendio produce assetti a reggipoggio e traversopoggio.

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 88 di 110</p>
--	---



Fig. 9.49 – Affioramento di marne grigie prevalenti lungo il Tratto 15

Lungo questo tratto si registra un generalizzato processo di ruscellamento areale favorito dalla litologia marnosa prevalente e dalla densa scagliettatura delle marne medesime. Gli affioramenti di marna, a causa dell'alterazione superficiale e dell'assenza di copertura vegetale, tendono a produrre grandi quantità di materiale minuto e, localmente, distacco di blocchi, che raggiungono la carreggiata stradale, specialmente durante le stagioni avverse dal punto di vista meteorologico (Figg. 9.49 e 9.50).

I versanti non mostrano significative situazioni di dissesto gravitativo. Si registrano, tuttavia, a valle della strada, versanti ad elevata pendenza, per la presenza di valli torrentizie molto incise. In particolare, lungo il segmento nord del tratto, l'incisione del Fosso di Montenero Alto con il suo effetto di richiamo ha prodotto un movimento generalizzato di creep sulle coltri superficiali, che ha raggiunto la sede stradale

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 89 di 110
---	---

producendo la deformazione, talora importante, con frane incipienti, di alcuni tratti della sede stradale medesima (Figg. 7.2 e 7.3).



Fig. 9.50 – Fenomeno di colamento del detrito di marna nel corso di periodi con abbondanti afflussi meteorici, progr. 4.200-4.250, Tratto 15

Il rilievo dei dissesti sulla carreggiata lungo il tratto ha fatto registrare una situazione particolarmente significativa alla progr. media 4+485. Qui una lesione, di forma concava verso valle ad ampio raggio, che raggiunge quasi la linea di mezzzeria, ha prodotto un abbassamento del piano stradale di circa 10 cm. Il dissesto è dovuto al processo di richiamo operato dal sottostante fosso, come illustrato in precedenza, unito all'assenza di manutenzione.

Lungo il tratto in oggetto furono effettuate le seguenti indagini nel 2016, in corrispondenza della parte iniziale:

- Sondaggio S3 (m 5,00)
- MASW 3.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 90 di 110
---	---

Il sondaggio S2 ha evidenziato la seguente stratigrafia, che si riporta in sintesi:

- m 0,00 – 0,70 *Conglomerato bituminoso e corpo stradale*
- m 0,70 – 1,00 *Marna calcarea grigio fratturata (substrato, FMA6)*
- m 1,00 – 5,00 *Calcere marnoso grigio (substrato, FMA6)*

Nel sondaggio S1 è stata effettuata una SPT:

- 1,00 m-1,15 m R (Nspt=R) substrato

La formazione della Marnoso-Arenacea ha fatto registrare valori di RQD compresi tra 88 e 100 (qualità da buona a eccellente).

Nel 2020 sono state effettuate le seguenti indagini, in corrispondenza del dissesto alla progr. 4.485 prima descritto:

- Prova penetrometrica dinamica SCPT4 (m 3,20)
- MASW 6.

La SCPT4 si è arrestata a m 3,20 per raggiungimento del rifiuto, verosimilmente al passaggio tra lo strato eluvio-colluviale superficiale e il substrato; la MASW6, eseguita in corrispondenza della prova penetrometrica, suggerisce tale interpretazione avendo rilevato alla profondità di 4 m dal piano stradale un importante gradino di velocità della Vs, da Vs=790 m/s a Vs=890 m/s.

Lungo il seguente segmento di scarpata si sono rilevati rivestimenti metallici.

- progr. 4.020-4.185 (Fig. 9.51)

Si tratta di un versante con pendenza moderata, caratterizzato da marne prevalenti a densa fratturazione. La rete metallica appare in buone condizioni ma al piede sono presenti sacche di detrito che deformano la deformano. Lungo quasi tutto il tratto è presente al piede un prisma del detrito marnoso più fine, localmente con l'aspetto di colata di terra, che passa nelle maglie e in alcuni punti, probabilmente, la rete si è staccata al piede favorendo la fuoriuscita del materiale. Scarsa presenza di vegetazione arbustiva e arborea.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 91 di 110
---	---



Fig. 9.51 – Rivestimento metallico progr. 4.020-4.185, Tratto 15.

□ **Tratto 16 (Prog. 4+465 – 4+536).** Questo breve tratto è relativo all'attraversamento di un corpo di frana quiescente (a1q), riattivato nella parte centrale, tra le progr. 4.485 e 4.530 (a1a), in copertura sulla Marnoso-Arenacea membro di Montecoronaro (FMA6) (Figg. 9.52, 9.53, 9.54). Il corpo di frana attraversa la S.S. 3bis e occupa una depressione del versante e giunge fino al fondovalle del Fosso di Monte Nero Alto, affluente di destra del Fiume Tevere.

La parte riattivata della frana ha prodotto sulla sede stradale la formazione di una nicchia che supera la linea di mezzzeria, di forma circolare con concavità verso valle (Fig. 7.4). In corrispondenza del terreno ribassato si è misurato un abbassamento di circa 40-50 cm rispetto alla limitrofa parte rimasta in posto ma il sondaggio S12, eseguito al centro della zona ribassata, ha mostrato circa 50 cm di terreni di riporto al

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 93 di 110</p>
--	---

- m 1,00 – 2,50 *Limo sabbioso da marrone a marrone-grigiastro, a tratti debolmente argilloso, con frammenti di arenaria e marna (1-5 cm circa) localmente prevalenti, di aspetto rimaneggiato (corpo di frana)*

- m 2,50 – 8,60 *Da limo sabbioso e argilloso a limo sabbioso marrone, consistente, con frammenti di arenaria e marna (1-5 cm circa); presenza di frequenti livelli argillosi tra 8,0 e 8,6 m (corpo di frana)*

- m 8,60 – 9,40 *Marne da brunastre a grigie, molto alterate e disagregabili (substrato, FMA6)*

- m 9,40 – 12,60 *Marne siltitiche grigio-scuro, localmente fessurate (substrato, FMA6).*

Nel sondaggio S12 sono state effettuate le seguenti SPT:

- 3,00 m-3,45 m 3-6-11 (Nspt=17) deposito di frana

- 5,50 m-5,95 m 3-6-9 (Nspt=15) deposito di frana

La sottostante formazione della Marnoso-Arenacea ha fatto registrare valori compresi fra 57 e 100, indicanti un ammasso con qualità da discreta a eccellente.

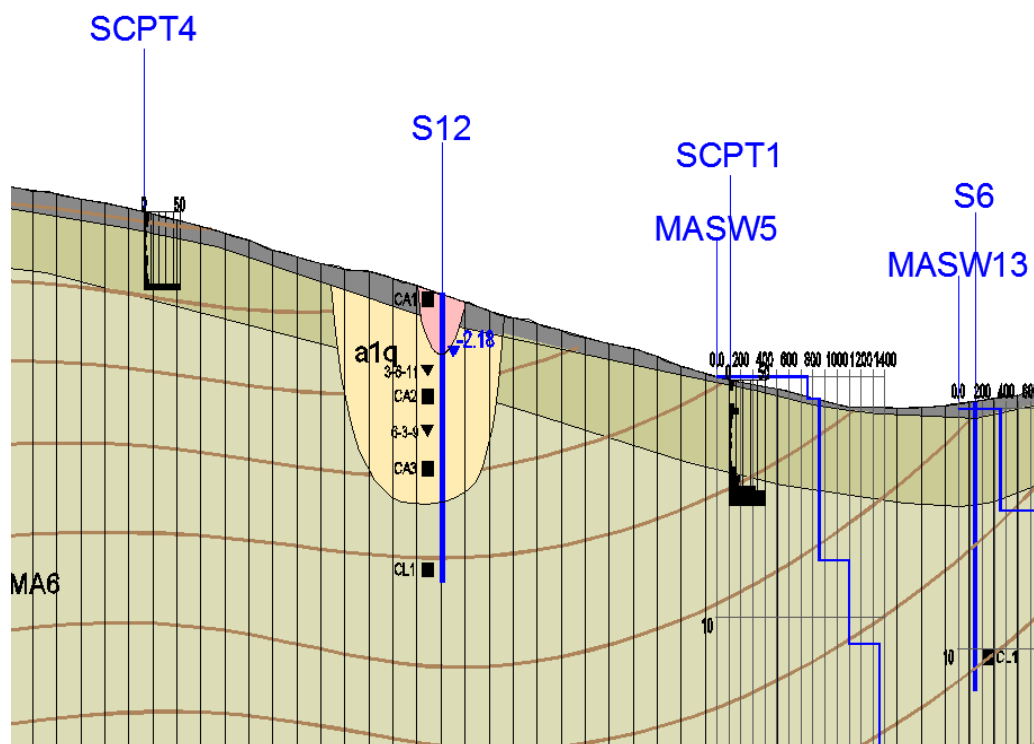


Fig. 9.53 – Stralcio profilo geologico, Tratto 16.

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 94 di 110</p>
--	---

Nel piezometro installato nel sondaggio S12 si sono rilevate, nelle due misure (vedasi Cap. 8), profondità del livello piezometrico variabili tra m 2,96 e m 2,18 dal p.c.. Questo dato è correlabile con la presenza di una circolazione idrica all'interno del deposito di frana.

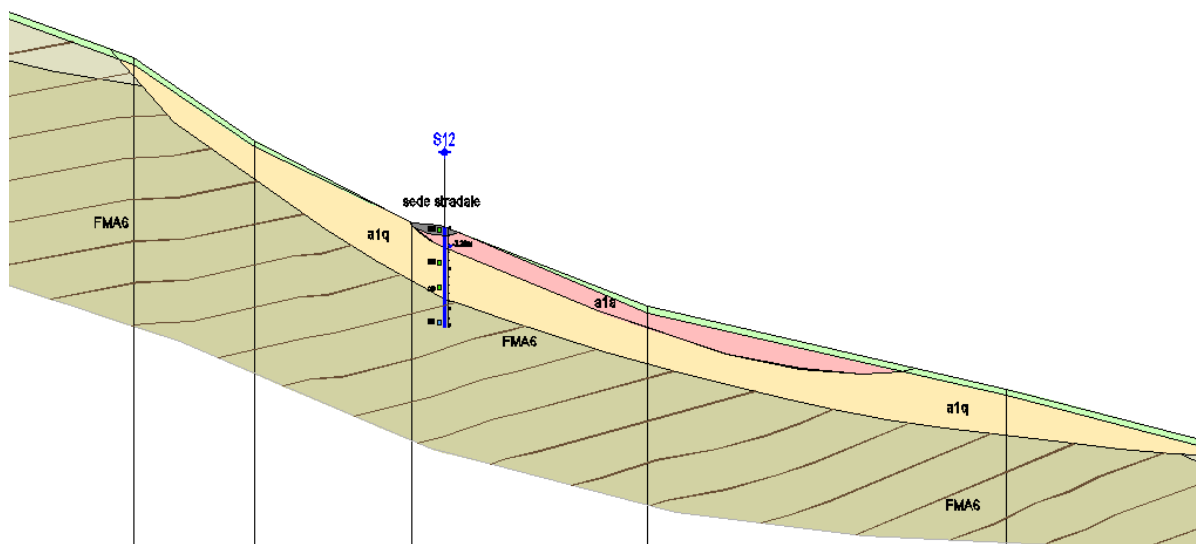


Fig. 9.54 – Stralcio sezione geologica 7, Tratto 16

- **Tratto 17 (Prog. 4+536 – 4+986,26).** Lungo l'ultimo tratto in cui si è suddiviso il tracciato stradale, a monte della strada affiora localmente la Formazione Marnoso-Arenacea Romagnola - membro di Montecoronaro (FMA6) (Fig. 9.55).

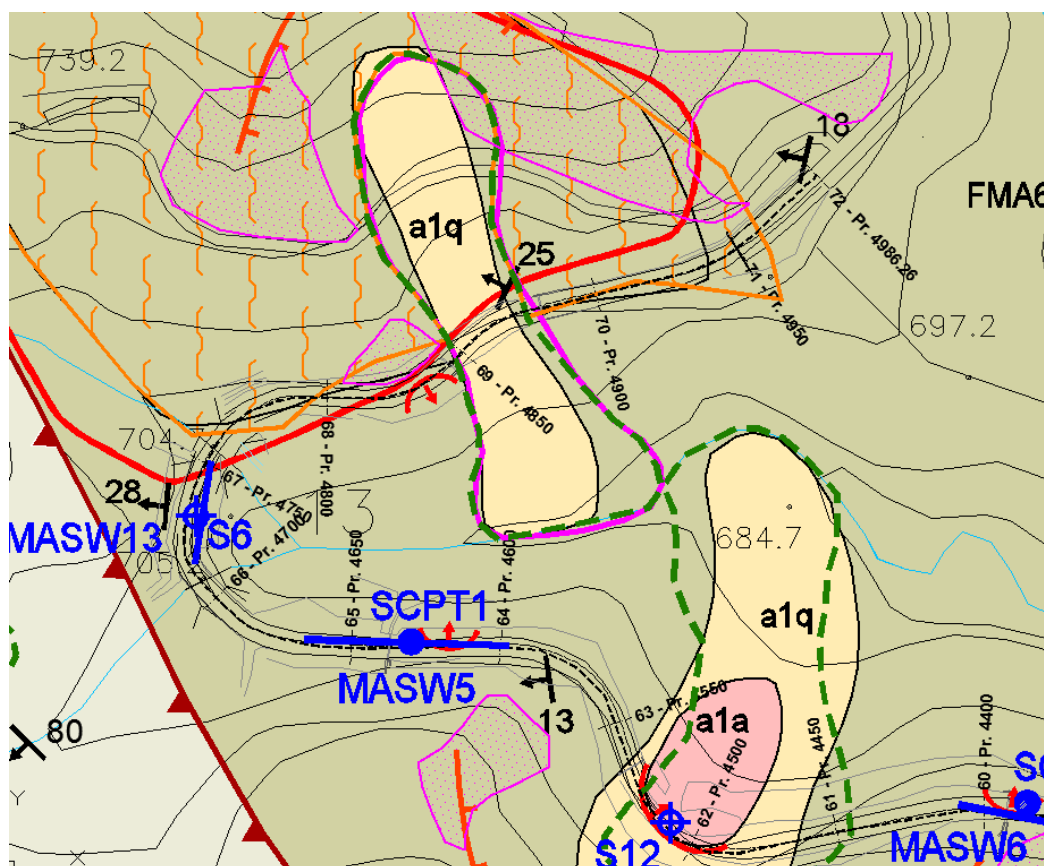


Fig. 9.55 – Stralcio carta geologica e geomorfologica, Tratto 17

Il tracciato percorre la profonda depressione del Fosso di Montenero Alto.

In corrispondenza degli affioramenti si osservano in grande prevalenza marne grigie sottilmente stratificate e densamente scagliettate, con sporadici strati di arenaria grigia (Fig. 9.56).

Le giaciture misurate indicano immersioni abbastanza costanti, da W a WNW, con inclinazioni variabili, fra 13° e 28°.

Considerando il cambiamento di orientamento del versante, il rapporto tra gli strati e il pendio produce assetti a reggipoggio e traversopoggio.

Lungo questo tratto si registra, in corrispondenza delle scarpate su cui affiora la formazione, un processo di ruscellamento areale favorito dalla litologia marnosa prevalente e dalla densa scagliettatura delle marne medesime. Come nel tratto 15 gli

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 96 di 110
---	---

affioramenti di marna, per la presenza dell'alterazione superficiale e dell'assenza di copertura vegetale, producono, durante le stagioni piovose, detrito granulometricamente minuto e, localmente, distacco di blocchi che, localmente, raggiunge la carreggiata stradale (Figg. 9.56).



Fig. 9.56 – Affioramento di marne grigie prevalenti lungo il Tratto 17

Sul versante si registra una frana quiescente (a1q) che viene intercettata dalla strada tra le progr. 4.846 e 4.866: la frana occupa una vallecchia che raggiunge l'alveo del Fosso di Monte Nero Alto. In corrispondenza del corpo di frana non si registrano significativi segni di dissesto sulla carreggiata stradale. A valle della strada sono

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 97 di 110
---	---

presenti versanti ad elevata pendenza, per la presenza della valle torrentizia molto incisa del Fosso di Monte Nero Alto.

Come lungo la parte nord del precedente tratto 15, l'incisione del fosso con il suo effetto di richiamo ha prodotto un processo di creep sulle coltri superficiali, che ha raggiunto la sede stradale producendo la deformazione di alcuni tratti della sede stradale medesima.

Il rilievo dei dissesti interessanti la carreggiata ha fatto registrare due situazioni significative.

La prima, alla progr. media 4.630, è rappresentata da una lesione ad andamento circolare con concavità verso valle, che raggiunge la linea di mezzzeria e determina un cedimento di circa 10-15 cm del piano stradale (Fig. 9.57).



Fig. 9.57 – Cedimento del corpo stradale alla progr. media 4.630, Tratto 17

La seconda, alla progr. media 4.837, è rappresentata da una serie di lesioni ad andamento circolare con concavità verso valle, che raggiungono la linea di mezzzeria e determinano un cedimento complessivo di circa 20 cm del piano stradale.

Nel 2020 lungo il tratto 17 sono state effettuate le seguenti indagini:

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 98 di 110
---	---

- Prova penetrometrica SCPT1 (m 5,20)

- MASW5

- Sondaggio S6 (m 12)

- MASW13

La SCPT1 è stata eseguita in corrispondenza del dissesto stradale alla progr. media 4.630. La prova si è arrestata a m 5,20 per raggiungimento del rifiuto; il dato può indicare il passaggio tra lo strato eluvio-colluviale superficiale e il substrato o una porzione più grossolana della coltre eluvio-colluviale, comunque prossima al substrato medesimo. La MASW6, eseguita in corrispondenza della prova penetrometrica, ha registrato un gradino di velocità Vs a m 7,7 (da 750 a 850 m/s). Il dato evidenzia che a m 7,7 è verosimilmente presente il substrato.

il sondaggio S6, eseguito tra due ponti, di cui il secondo è quello sul Fosso di Monte Nero Alto ed il primo è quello del suo affluente di destra, ha evidenziato la seguente stratigrafia, che si riporta in sintesi:

- m 0,00 – 0,70 *Conglomerato bituminoso e corpo stradale.*

- m 0,70 – 0,90 *Limo sabbioso marrone, poco consistente, con frammenti di arenaria e marna (1-5 cm circa) (alterazione del substrato)*

- m 0,90 – 12,00 *Marne siltitiche grigie, leggermente alterate nei primi tre metri e localmente anche a maggiori profondità (substrato, FMA6).*

La formazione ha fatto registrare valori di RQD pari a 100 con solo un breve tratto (fra 3 e 4 m) in cui RQD = 55.

La MASW 13 ha evidenziato, comunque, un gradino di velocità Vs, da Vs=677 m/s a Vs=928 m/s, alla profondità di 5,8 m, che testimonia un certo grado di alterazione e allentamento dell'ammasso fino ad almeno 4-5 m di profondità, compatibilmente con la vicinanza alla scarpata a ridosso dell'incisione torrentizia.

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 99 di 110</p>
--	---

10. CARATTERISTICHE SISMICHE

10.1 Caratteristiche sismiche del territorio di studio

Il territorio del comune di Pieve Santo Stefano, di cui la frazione Valsavignone fa parte, rientra in una zona con pericolosità sismica media. Ha risentito infatti, nel corso della storia, di effetti macrosismici in occasione di terremoti originatesi nelle aree sismogenetiche limitrofe, in particolar modo quelle dell'Appennino Umbro-Marchigiano-Romagnolo.

Facendo riferimento alla documentazione dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), consultabile on-line sul sito relativo, nella Fig. 10.1 seguente è riportato uno stralcio della mappa del **DISS** (*Database of Individual Seismogenic Sources*) version 3 su Google Earth, in cui sono mostrati i sistemi di strutture tettoniche attive individuate nel territorio di interesse e nelle regioni limitrofe.

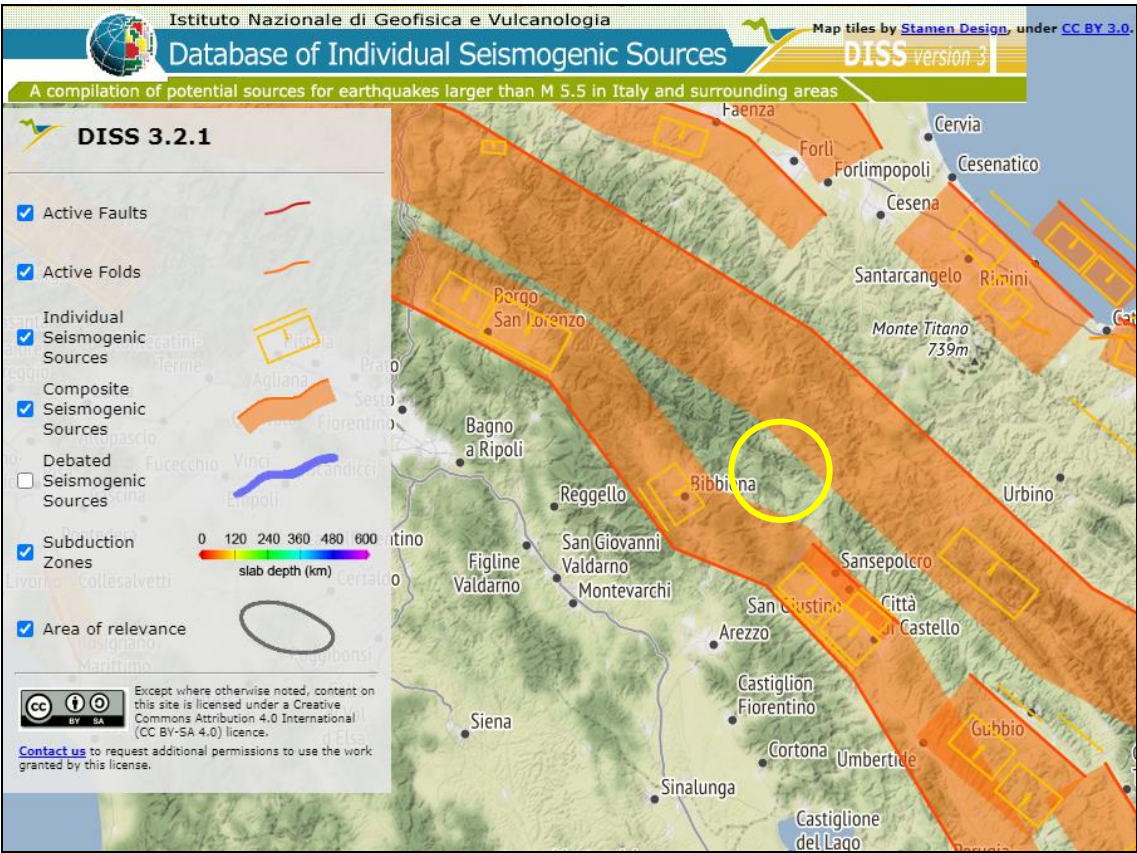


Fig. 10.1 - Stralcio del DISS per quanto riguarda le sorgenti sismogenetiche potenziali; nel cerchio l'area oggetto di studio (da DISS version 3, al sito <http://diss.rm.ingv.it/diss/>)

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 100 di 110
---	--

Come risulta dalla mappa soprastante, l'area di progetto e quelle contermini ricadono nei pressi di 2 strutture sismogenetiche composite (*ITCS027 Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga* a nord, e *ITCS037 Mugello-Citta' di Castello-Leonessa* a sud) riportate nelle seguente tabella:

ITCS027 - Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga			
<i>Parameter</i>		<i>Quality</i>	<i>Evidence</i>
Min depth [km]	12.0	OD	Based on structural geology and geodynamic constraints.
Max depth [km]	22.0	OD	Based on structural geology and geodynamic constraints.
Strike [deg] min...max	90...160	OD	Based on geological constraints and structural geology.
Dip [deg] min...max	20...55	OD	Based on geological constraints and structural geology.
Rake [deg] min...max	70...110	EJ	Inferred from geological data.
Slip Rate [mm/y] min...max	0.1...0.5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.2	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

ITCS037 - Mugello-Citta' di Castello-Leonessa			
<i>Parameter</i>		<i>Quality</i>	<i>Evidence</i>
Min depth [km]	0.5	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Max depth [km]	8.0	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Strike [deg] min...max	280...330	EJ	Inferred from regional geological data.
Dip [deg] min...max	25...40	EJ	Inferred from regional geological data.
Rake [deg] min...max	260...280	EJ	Inferred from regional geological data.
Slip Rate [mm/y] min...max	0.1...1.0	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.2	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement.

Tab. 10.1 – Parametri tettonici e sismici della sorgenti sismogenetiche

Nel sito dell'INGV è possibile consultare anche il **DBMI15 Database Macrosismico Italiano 2015**, il quale fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 101 di 110</p>
--	--

da diverse fonti, relativo ai terremoti che hanno interessato il territorio italiano nella finestra temporale 1000-2014.

Di seguito sono riportate le tabelle di sintesi rappresentanti l'elenco dei terremoti ricercati per la località di Valsavignone e, più in generale, per la località di Pieve Santo Stefano, precedute dalla tabella di inquadramento, dalle quali risulta un numero totale di eventi rispettivamente pari a 2 e 48, a partire dall'anno 1000.

Valsavignone

PlaceID	IT_47358
Coordinate (lat, lon)	43.735, 11.994
Comune (ISTAT 2015)	Pieve Santo Stefano
Provincia	Arezzo
Regione	Toscana
Numero di eventi riportati	2

Effetti	In occasione del terremoto del				
Intensità	Year Mo Da Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1957 04 30 06 05 08.00	Alta Valtiberina	57	5	4,23
2	1960 10 29 00 08 39.00	Mugello	69	7	4,91

Tab. 10.2 - DBMI15, Database Macrosismico Italiano 2015 per la località Valsavignone (AR)

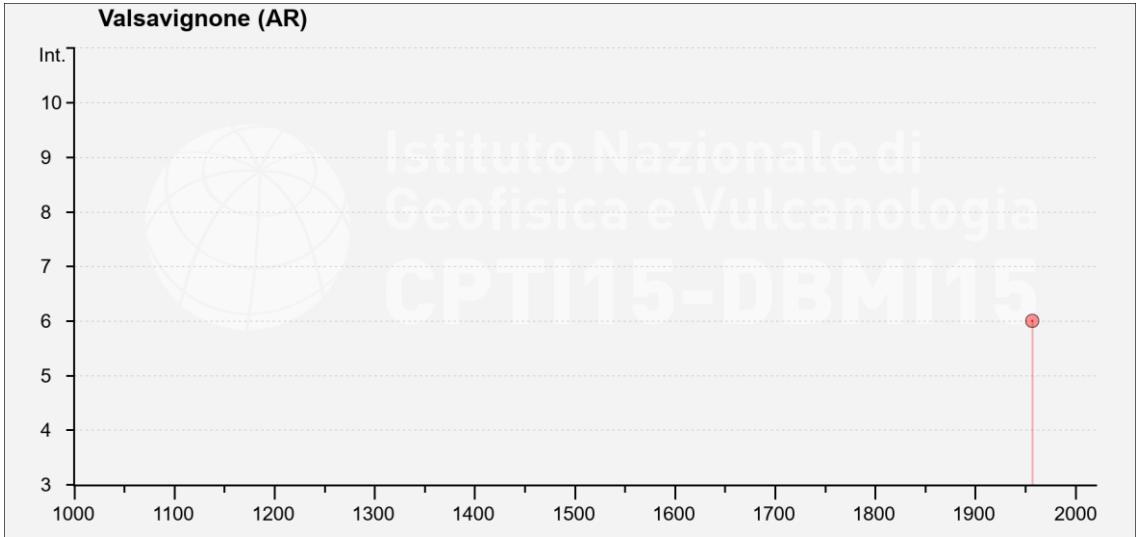


Fig. 10.2 – Diagramma della distribuzione temporale delle intensità dei terremoti per la località Valsavignone (AR) (fonte DBMI15)

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 102 di 110</p>
--	--

Pieve Santo Stefano

PlaceID IT_47353
Coordinate (lat, lon) 43.670, 12.041
Comune (ISTAT 2015) Pieve Santo Stefano
Provincia Arezzo
Regione Toscana
Numero di eventi riportati 48

Effetti	In occasione del terremoto del				
Intensità	Year Mo Da Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1559 04 11 20	Alta Valtiberina	3	6-7	4,86
7-8	1694 04 08	Alta Valtiberina	6	7-8	5,4
7	1731 03 29	Alta Valtiberina	9	6	4,76
6-7	1781 06 03	Cagliese	157	10	6,51
6-7	1856 06 05	Alta Valtiberina	2	5-6	4,4
3	1892 11 21	Alta Valtiberina	22	5-6	4,25
NF	1895 05 18 19 55 12.00	Fiorentino	401	8	5,5
3-4	1897 12 18 07 24 20.00	Alta Valtiberina	132	7	5,09
NF	1899 06 26 23 17 22.00	Valle del Bisenzio	138	7	5,02
4-5	1902 06 27 16 48	Casentino	13	6	4,46
NF	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5,1
3	1911 02 19 07 18 30.00	Forlivese	181	7	5,26
4	1917 04 26 09 35 59.00	Alta Valtiberina	134	9-10	5,99
7	1918 11 10 15 12 28.00	Appennino forlivese	187	9	5,96
6	1919 06 29 15 06 13.00	Mugello	565	10	6,38
NF	1924 01 02 08 55 13.00	Senigallia	76	7-8	5,48
3-4	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5,83
NF	1941 12 19	Monti Sibillini	30	7	5,02
7	1948 06 13 06 33 36.00	Alta Valtiberina	142	7	5,04
3	1956 04 26 03 00 03.00	Appennino bolognese	89	6	4,74
2	1956 06 03 01 45 57.00	Appennino forlivese	62	6	4,51
5	1957 04 30 06 05 08.00	Alta Valtiberina	57	5	4,23
4	1969 08 09 09 20 57.00	Appennino toscano-romagnolo	33	5	4,2
4	1984 04 29 05 02 59.00	Umbria settentrionale	709	7	5,62
3-4	1985 11 24 06 54 04.08	Appennino forlivese	29	5-6	4,29
5	1987 07 05 13 12 37.46	Montefeltro	90	6	4,44
4	1989 07 09 03 54 37.25	Montefeltro	48	5	4,09
4-5	1990 05 08 22 33 15.91	Alta Valtiberina	64	5	3,77
5	1991 01 14 07 38 36.65	Casentino	62	5	4,26

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 103 di 110</p>
--	--

NF	1993 01 17 10 51 23.39	Alta Valtiberina	76	5	4,26
NF	1993 06 05 19 16 17.02	Valle del Topino	326	6	4,72
3-4	1997 09 26 00 33 12.88	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5,66
4-5	1997 09 26 09 40 26.60	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5,97
5	1997 10 02 19 38 02.29	Alta Valtiberina	55		4,42
2	1997 10 14 15 23 10.64	Valnerina	786		5,62
3-4	1998 04 05 15 52 21.01	Appennino umbro-marchigiano	395		4,78
3	1999 01 25 22 45 58.08	Appennino forlivese	97	5	4,36
NF	2000 05 08 12 29 56.20	Faentino	126	5	4,67
NF	2000 05 10 16 52 11.60	Faentino	151	5-6	4,82
NF	2000 06 22 12 16 35.58	Bacino di Gubbio	107	5	4,47
2-3	2000 08 01 02 34 31.00	Montefeltro	84	5-6	4,27
5	2001 11 26 00 56 55.46	Casentino	211	5-6	4,63
4-5	2002 02 21 14 36	Casentino	43	5	4,09
4	2003 01 26 20 15 03.07	Appennino forlivese	63	5-6	4,5
3-4	2003 01 29 23 50 16.38	Appennino forlivese	71	4-5	4,06
NF	2003 12 07 10 20 33.04	Forlivese	165	5	4,18
NF	2005 07 15 15 17 18.00	Forlivese	173	4-5	4,29
NF	2006 10 21 07 04 10.01	Anconetano	287	5	4,21

Tab. 10.3 - DBMI15, Database Macrosismico Italiano 2015 per la località Pieve Santo Stefano

(AR)

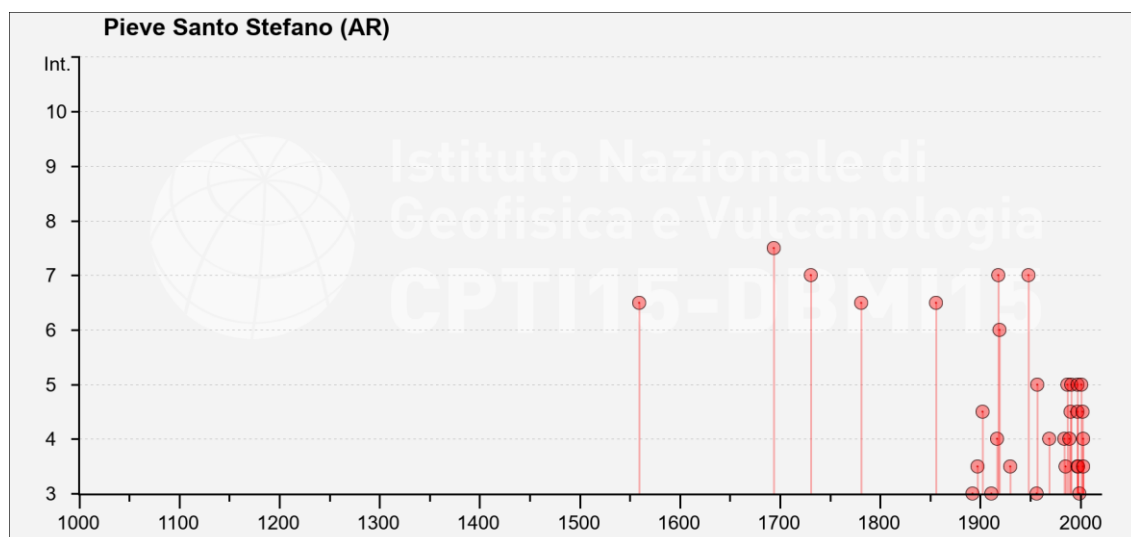


Fig. 10.3 – Diagramma della distribuzione temporale delle intensità dei terremoti per la località Pieve Santo Stefano (AR) (fonte DBMI15)

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica	File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 104 di 110
---	--

Come visibile nelle tabelle e figure sopra riportate, il territorio di Valsavignone e, più in generale, il territorio di Pieve Santo Stefano non sono stati interessati direttamente nel periodo storico considerato da epicentri di terremoti di intensità massima ≥ 5 .

Nel territorio di studio sono comunque state registrate intensità macrosismiche correlate a terremoti originatisi nelle aree sismogenetiche più vicine, con intensità locale massima pari a 7-8 nella finestra temporale considerata.

Nello specifico, gli effetti maggiori, di intensità locale pari a 7-8, sono stati registrati nell'evento del 08.04.1694 (Alta Valtiberina, $Io=7-8$, $Mw=5,4$), mentre quelli di intensità pari a 7 negli eventi del 29.03.1731 (Alta Valtiberina, $Io=6$, $Mw=4,76$), del 10.11.1918 (Appennino forlivese, $Io=9$, $Mw=5,96$) e del 13.06.1948 (Alta Valtiberina, $Io=7$, $Mw=5,04$).

Inoltre, sono stati registrati altri eventi con intensità locale ≥ 5 :

- n. 3 eventi di intensità locale pari a 6-7

11.04.1559, Alta Valtiberina, $Io=6-7$, $Mw=4,86$

03.06.1781, Cagliese, $Io=10$, $Mw=6,51$

05.06.1856, Alta Valtiberina, $Io=5-6$, $Mw=4,4$

- n. 2 eventi di intensità locale pari a 6;

29.06.1919, Mugello, $Io=10$, $Mw=6,38$

30.04.1957, Alta Valtiberina, $Io=5$, $Mw=4,23$

- n. 5 eventi di intensità locale pari a 5.

30.04.1957, Alta Valtiberina, $Io=5$, $Mw=4,23$

05.07.1987, Montefeltro, $Io=6$, $Mw=4,44$

14.01.1991, Casentino, $Io=5$, $Mw=4,26$

02.10.1997, Alta Valtiberina, $Mw=4,42$

26.11.2001, Casentino, $Io=5-6$, $Mw=4,63$

L'evento più recente riportato, di intensità locale NF, è quello del 21.10.2006 (Anconetano, $Io=5$, $Mw=4,21$).

Gli effetti dei terremoti risentiti nel territorio di Valsavignone e, più in generale, di Pieve Santo Stefano sono, quindi, di media intensità.

10.2 Classificazione sismica del territorio di studio - Pericolosità sismica

Per quanto concerne la classificazione sismica del territorio, facendo riferimento all'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003, n. 3274, e degli atti di recepimento delle Regioni (in particolare quello della Regione Toscana, DGR n. 878 del 8 ottobre 2012, aggiornato poi dal DGR n. 421 del 26 maggio 2014), il Comune di Pieve Santo Stefano è classificato in **Zona Sismica 2** (Zona 2 - In questa zona forti terremoti sono possibili) (Fig. 10.4).

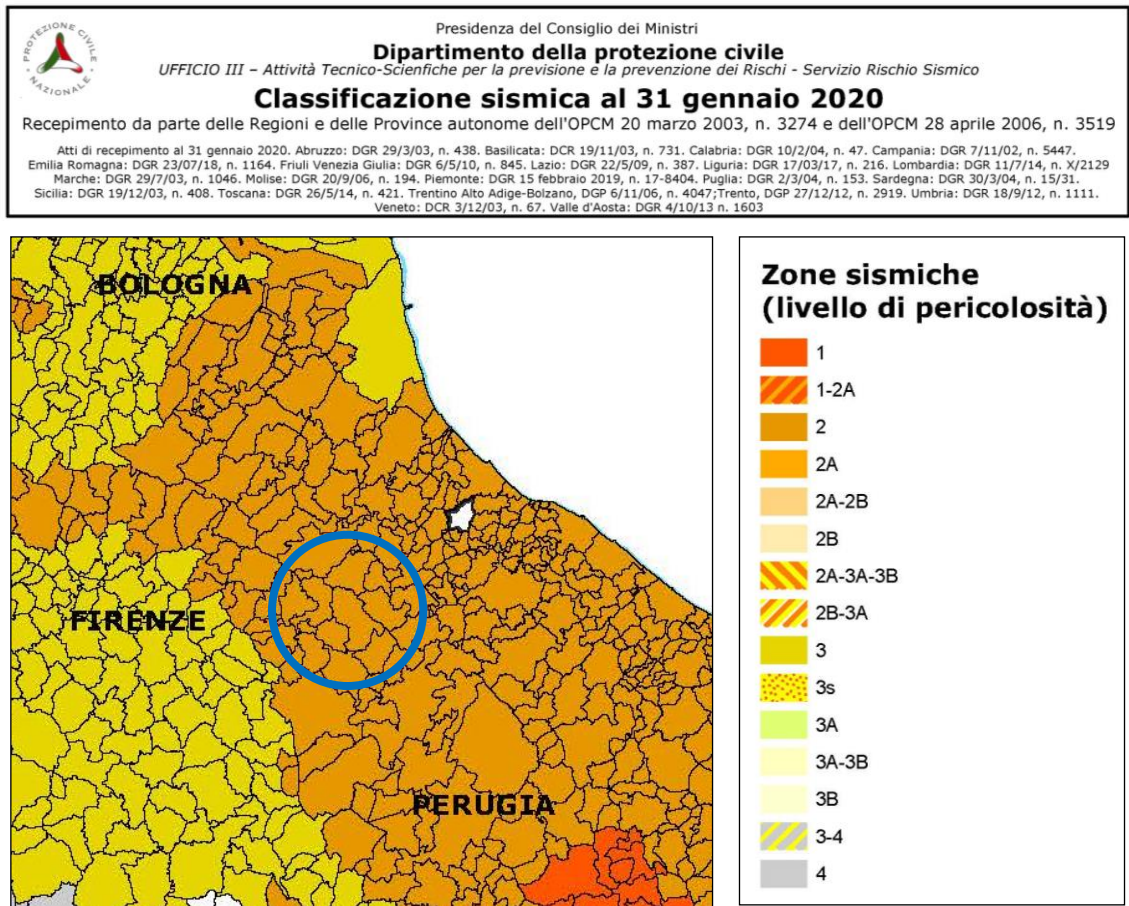


Fig. 10.4 – Classificazione sismica al 2020 del Comune di Pieve Santo Stefano (AR)
(Dipartimento della Protezione Civile)

Con riferimento alla classificazione sismica del territorio basata sulla pericolosità, nella tabella seguente è riportata la suddivisione delle zone sismiche in rapporto all’accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06), mentre nella successiva Fig. 10.5 viene riportata la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale.

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
1	$a_g > 0,25$
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$
4	$a_g \leq 0,05$

Tab. 10.4 - Suddivisione delle zone sismiche in relazione all’accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06)

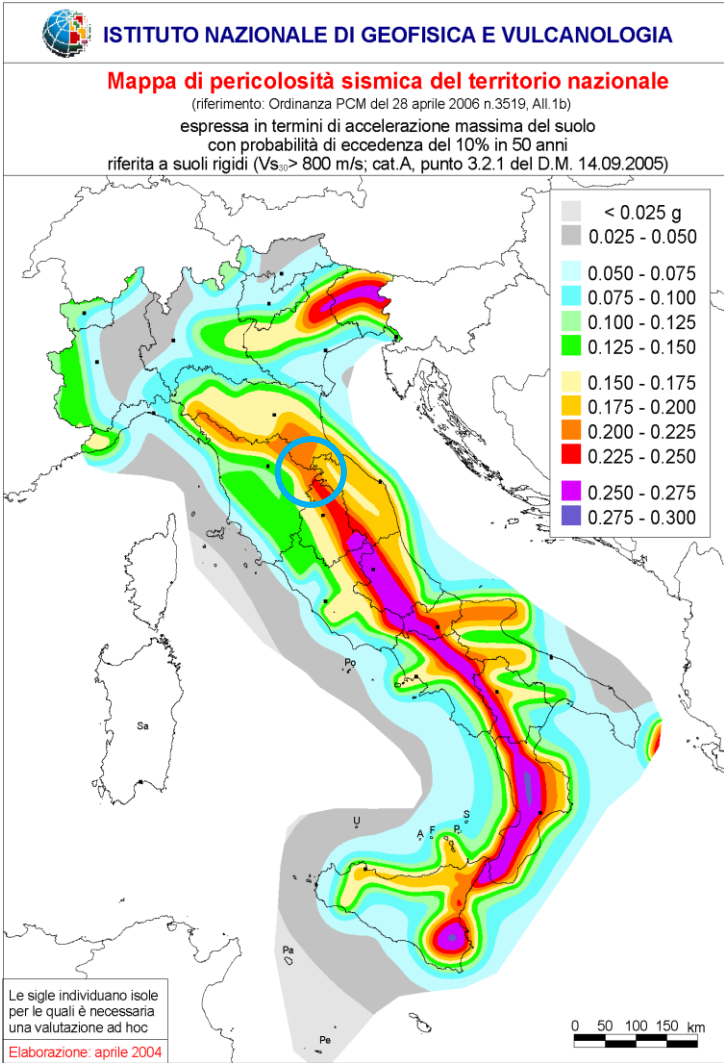


Fig. 10.5 – INGV – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

Nella Fig. 10.6 seguente è riportato il dettaglio della mappa suddetta calato a livello regionale.

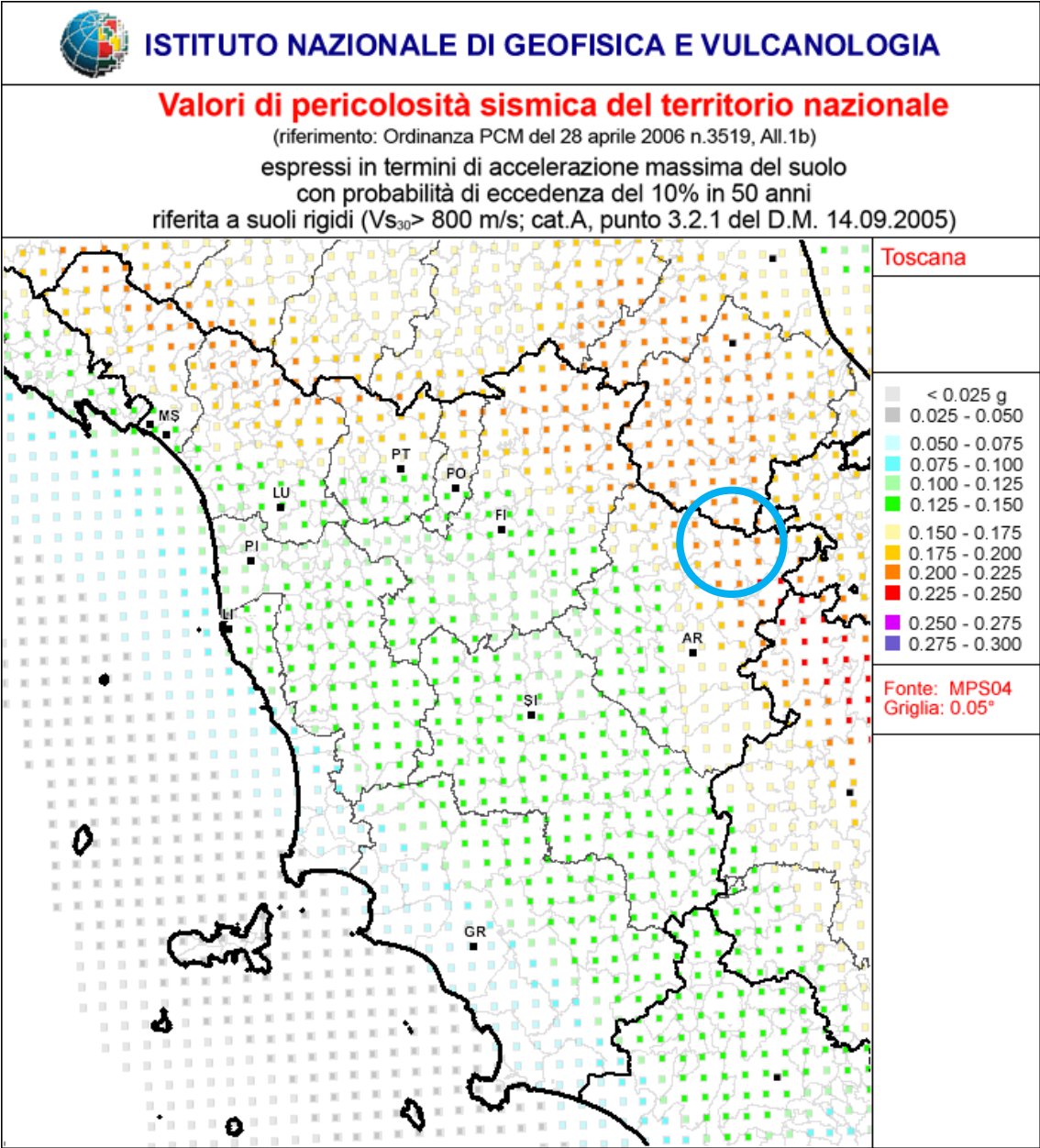


Fig. 10.6 – INGV – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale – Regione Toscana

Nella Fig. 10.7 seguente è riportato il dettaglio della mappa suddetta calato a livello locale. Da tale dettaglio si evince che l'area di progetto è posta all'interno della fascia di pericolosità con $a_g = 0,200-0,225$.

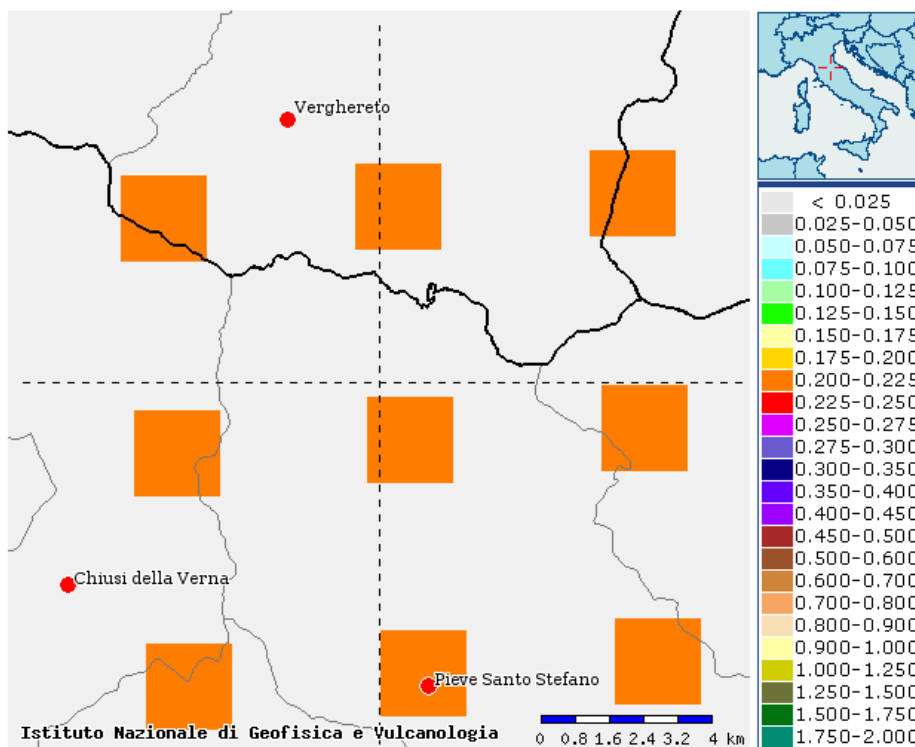


Fig. 10.7 - Mappa di pericolosità sismica MPS04. Accelerazione massima " a_g " attesa su suolo rigido con una probabilità del 10% in 50 anni

Al fine di individuare gli intervalli di magnitudo e distanza dominanti per la pericolosità sismica, è stata condotta un'analisi di disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999).

L'analisi di disaggregazione è stata effettuata in corrispondenza di un nodo, contiguo al sito di progetto, della griglia adottata per la redazione delle mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale (Gruppo di Lavoro MPS dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV, 2004).

I dati di disaggregazione sono desumibili dalla pagina del sito dell'INGV di Milano <http://esse1-gis.mi.ingv.it>, dedicata alla pericolosità sismica di base (al bedrock rigido e orizzontale) nazionale, nel quale sono stati disaggregati tutti i valori mediani di

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione Geologica</p>	<p>File: P00_GE00_GEO_RE01_A Data: Giugno 2024 Pag. 109 di 110</p>
--	--

scuotimento, espresso in termini di accelerazione orizzontale di picco a_g su suolo di riferimento rigido affiorante di categoria A, corrispondenti a 9 periodi di ritorno (T_R): 30, 50, 72, 100, 140, 200, 475, 1000 e 2500 anni, su griglia di calcolo con passo pari a 0.5° in latitudine e longitudine.

I risultati dell'analisi di disaggregazione in termini di magnitudo e distanza ($M - R$) sono riportati in Figura 10.8 e Tabella 10.5.

Essi esprimono, per il sito di progetto e per la prefissata probabilità di eccedenza, tutte le combinazioni tra 11 valori di magnitudo M e 20 valori di distanza R , e permettono di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M .

In fondo alla tabella vengono anche forniti i valori medi di magnitudo e distanza.

In accordo con la mappa di disaggregazione sismica, per il sito di progetto sono attesi eventi sismici di magnitudo media $M = 5.16$ e distanza epicentrale media pari a $R = 6.78 \text{ km}$.

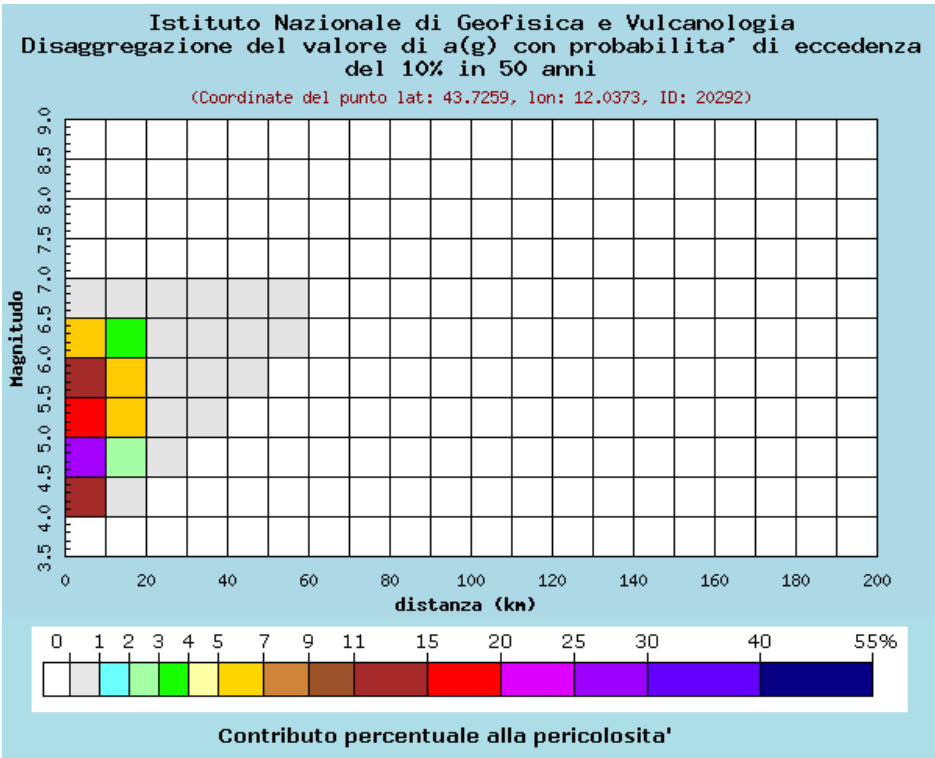


Fig. 10.8 - Grafico di disaggregazione magnitudo–distanza

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.7259, lon: 12.0373, ID: 20292)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	13.500	28.700	19.900	11.800	5.700	0.396	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.489	2.990	5.000	5.220	3.550	0.201	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.009	0.324	0.882	0.856	0.033	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.001	0.094	0.221	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.041	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.160	6.780	1.090

Tab. 10.5 – Risultati della disaggregazione magnitudo–distanza